

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190822** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.06.18

(51) Int. Cl. **G06F 3/01** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.09.18

(54) ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

(31) **62/732,923**

(32) **2018.09.18**

(33) **US**

(86) **PCT/US2019/051676**

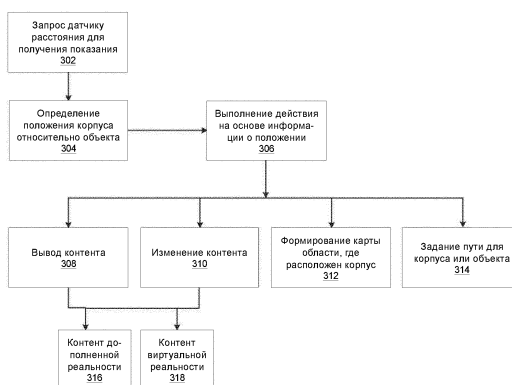
(87) **WO 2020/061158 2020.03.26**

(71) Заявитель:
ТРАНСРОБОТИКС, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Алалуси Санф (US)

(74) Представитель:
**Микуцкая Т.Ю., Файбисович А.С.,
Рогова Е.В. (RU)**

(57) Изобретение представляет различные технологии, связанные с различными действиями на основании обнаружения объектом заданной области и обнаружения заданной областью этого объекта.



300

202190822

A1

A1

202190822

Описание изобретения
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ НА ОСНОВЕ
ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Настоящая патентная заявка испрашивает приоритет предварительной патентной заявки США 62/732,923, поданной 18 сентября 2018 года, содержание которой во всех отношениях включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к обнаружению объектов.

Предшествующий уровень техники

Существует потребность в технологии, позволяющей устройству, такому как смартфон, портативное электронное устройство, шлем-дисплей, транспортное средство или другое, определять свое местоположение в заданной области, находясь внутри или снаружи помещения, например, в здании, внутри транспортного средства, в пределах огороженной территории или других объектов, а затем совершать действия на основании этой информации о местоположении. Также существует потребность в технологии, позволяющей заданной области определять местоположение в ней устройства и затем действовать на основании этой информации о местоположении. Однако таких технологий не существует. Соответственно, настоящее изобретение дает возможность реализовать такие технологии.

Сущность изобретения

В одном из вариантов осуществления изобретения устройство содержит: оправу прибора для ношения на глазах, где размещены процессор, память, дисплей и датчик расстояния, где процессор имеет связь с памятью, дисплеем и датчиком расстояния, причем в памяти хранится набор инструкций, выполняемых с помощью процессора, при этом набор инструкций дает команду процессору направлять запрос датчику расстояния для получения показания по объекту; определять положение датчика

расстояния относительно объекта; генерировать визуальный контент на основании указанного положения; и направлять запрос на дисплей для представления визуального контента.

Перечень фигур чертежей

На Фиг. 1 показана принципиальная схема варианта выполнения устройства с датчиком расстояния в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 2 показана принципиальная схема варианта заданной области, содержащей устройство и объект, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 3 показана блок-схема варианта осуществления способа выполнения действий на основании информации о положении устройства в пределах заданной области, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 4 показана принципиальная схема варианта заданной области, содержащей объект, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 5 показана блок-схема одного из вариантов осуществления способа выполнения действий на основании информации о положении объекта в пределах заданной области, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 6А показана принципиальная схема варианта выполнения множества кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся вдоль кластеров датчиков расстояния, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 6В показана принципиальная схема варианта выполнения множества кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся между кластерами датчиков расстояния, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 7 показана принципиальная схема варианта выполнения заданной области, содержащей датчик расстояния, взаимодействующий с процессором, и объект с датчиком расстояния, взаимодействующим с процессором, согласно настоящему изобретению;

на Фиг. 8 показана блок-схема одного из вариантов осуществления

способа выполнения действий на основании множества показаний от множества датчиков расстояния, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 9 показана принципиальная схема варианта заданной области, содержащей множество кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся между кластерами датчиков расстояния внутри заданной области, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 10 показана принципиальная схема варианта выполнения заданной области, содержащей множество кластеров из датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся вдоль кластеров датчиков расстояния внутри заданной области, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фиг. 11 показана принципиальная схема одного из вариантов осуществления системы обнаружения;

на Фиг. 12 показана принципиальная схема одного из вариантов осуществления устройства обнаружения, представленного на Фиг. 11;

на Фиг. 13А показано схематическое изображение этапа грубого определения времени прохождения передаваемого сигнала и соответствующего отраженного сигнала, согласно одному из вариантов осуществления изобретения;

на Фиг. 13В показано еще одно схематическое изображение этапа грубого определения времени прохождения передаваемого сигнала и соответствующего отраженного сигнала, согласно одному из вариантов осуществления изобретения;

на Фиг. 14 показан один пример расчета корреляционных значений, вычисленных и усредненных по нескольким передаваемым сигналам, изображенным на Фиг. 11;

на Фиг. 15 показана еще одна принципиальная схема части или одного из вариантов выполнения устройства обнаружения, изображенного на Фиг. 12;

на Фиг. 16 показана принципиальная схема одного из вариантов выполнения фронтальной части устройства обнаружения, изображенного на

Фиг. 12;

на Фиг. 17 представлена принципиальная электрическая схема одного из вариантов выполнения системы обработки основной полосы частот для системы, изображенной на Фиг. 11;

на Фиг. 18 показано схематическое изображение одного примера того, как устройство сравнения сравнивает интересующий бит основополосного отраженного сигнала, изображенного на Фиг. 12, с шаблонным битом сигнала-шаблона, показанного на Фиг. 12, в одном из вариантов осуществления изобретения;

на Фиг. 19 показан другой пример того, как устройство сравнения, представленное на Фиг. 17, сравнивает интересующий бит основополосного отраженного сигнала, изображенного на Фиг. 12, с шаблонным битом сигнала-шаблона, изображенного на Фиг. 12;

на Фиг. 20 показан еще один пример того, как устройство сравнения, представленное на Фиг. 17, сравнивает интересующий бит основополосного отраженного сигнала, изображенного на Фиг. 12, с шаблонным битом сигнала-шаблона, изображенного на Фиг. 12;

на Фиг. 21 показаны примеры выходных сигналов, изображенных на Фиг. 17, выдаваемых измерительными устройствами, показанными на Фиг. 17, и энергетические пороги, используемые процессорным устройством, изображенным на Фиг. 12, в соответствии с одним примером;

на Фиг. 22 представлена принципиальная электрическая схема еще одного варианта выполнения системы обработки основной полосы частот для системы, изображенной на Фиг. 11;

на Фиг. 23 показаны проекции синфазной (I) и квадратурной (Q) составляющих оцифрованного отраженного сигнала, изображенного на Фиг. 12, в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на Фиг. 24 показан способ различения отраженных сигналов, изображенных на Фиг. 11, отражающихся от различных целевых объектов 104, показанных на Фиг. 11, в соответствии с одним из вариантов

осуществления изобретения;

на Фиг. 25 показано схематическое изображение антенны в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на Фиг. 26 показана принципиальная схема одного из вариантов выполнения фронтальной части устройства обнаружения, изображенного на Фиг. 11;

на Фиг. 27 показан вид в поперечном разрезе одного из вариантов выполнения антенны, изображенной на Фиг. 25, выполненном вдоль линии 17-17 на Фиг. 26;

на Фиг. 28 показан один из вариантов выполнения системы герметизации;

на Фиг. 29 показан один из вариантов выполнения системы ограничения зоны;

на Фиг. 30 показан другой вариант выполнения системы ограничения пространства;

на Фиг. 31 показано схематическое изображение одного из вариантов выполнения подвижной системы;

на Фиг. 32 показано схематическое изображение нескольких векторов перемещения объектов в соответствии с одним из примеров;

на Фиг. 33 показано схематическое изображение одного из примеров использования устройства обнаружения, изображенного на Фиг. 11, в медицинском учреждении;

На Фиг. 34 показано двухмерное изображение людей в соответствии с одним из примеров применения системы, изображенной на Фиг. 11;

на Фиг. 35 показано схематическое изображение другого варианта выполнения системы обнаружения;

на Фиг. 36 показано схематическое изображение еще одного варианта выполнения системы обнаружения;

на Фиг. 37А-В показан один из вариантов осуществления способа определения разделяющих расстояний до целевого объекта и/или

обнаружения движения целевого объекта;

на Фиг. 38 показано схематическое изображение системы обнаружения в соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения;

на Фиг. 39 показано схематическое представление данных о поперечных размерах целевого объекта, получаемых системой обнаружения, изображенной на Фиг. 38; и

на Фиг. 40 показан еще один вид устройства обнаружения и целевого объекта, изображенного на Фиг. 38 и 39.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Если говорить обобщенно, настоящее изобретение позволяет использовать различные технологии для выполнения действий на основании считывания расстояния, и далее оно будет раскрыто более полно со ссылкой на Фиг. 1-40, где показаны некоторые варианты осуществления настоящего изобретения. Однако настоящее изобретение можно реализовать во многих различных формах, и не следует считать, что оно в обязательном порядке ограничено только теми вариантами осуществления, которые раскрыты в настоящем документе. Правильнее сказать, что эти варианты осуществления приведены для того, чтобы раскрытие изобретения было полным и всесторонним и позволяло полностью передать различные идеи реализации настоящего изобретения специалистам в данной области техники.

Следует отметить, что различные термины, используемые здесь, могут подразумевать прямое или косвенное, полное или частичное, временное или постоянное действие или бездействие. Например, когда говорится, что элемент «подключен», «соединен» или «связан» с другим элементом, то элемент может быть непосредственно подключен, соединен или связан с другим элементом или могут присутствовать промежуточные элементы, включая косвенные или прямые варианты взаимодействия. Напротив, когда говорится, что элемент «непосредственно соединен» или «непосредственно связан» с другим элементом, это означает, что промежуточные элементы отсутствуют.

Аналогичным образом, используемый здесь термин «или» обозначает инклюзивное «или», а не исключительное «или». То есть, если не указано иное или не ясно из контекста, выражение «Х использует А или В» означает любую из естественных инклюзивных комбинаций. То есть, выражение «Х использует А или В» будет верно в любом из следующих случаев: Х использует А; Х использует В; или Х использует и А, и В. Кроме того, признаки, описанные в отношении определенных вариантов осуществления изобретения, могут быть объединены в различных вариантах или с различными другими вариантами осуществления изобретения любым перестановочным или комбинаторным способом. Различные особенности или элементы иллюстративных вариантов осуществления изобретения, раскрываемых в настоящем документе, могут быть объединены аналогичным образом. Термины «комбинация», «комбинаторный» или «их комбинации», используемые здесь, относятся ко всем перестановкам и комбинациям перечисляемых элементов, предшествующих данному термину. Например, выражение «А, В, С или их комбинации» обозначает включение по меньшей мере одного из сочетаний: А, В, С, АВ, АС, ВС или АВС, и, если в данном контексте важен порядок, также ВА, СА, СВ, СВА, ВСА, АСВ, ВАС или САВ. Продолжая этот пример, сюда же явно включены комбинации, содержащие повторы одного или нескольких элементов или терминов, такие как ВВ, ААА, АВ, ВВС, АААВСССС, СВВААА, САВАВВ и т. д. Специалист в данной области техники поймет, что в большинстве случаев нет ограничений на количество предметов или терминов в любой комбинации, если из контекста явно не следует иное.

Аналогичным образом, используемая в настоящем документе форма единственного числа распространяется также и на форму множественного числа, если из контекста явно не следует иное. Например, термин «один» означает «один или несколько», даже несмотря на то, что в настоящем документе также используется фраза «один или несколько».

Кроме того, термины «содержит», «включает в себя» или

«содержащий», «включающий в себя», когда они используются в настоящем описании изобретения, указывают на наличие определенных признаков, целочисленных значений, этапов, операций, элементов или компонентов, но это не исключает наличия и/или добавления одного или нескольких других признаков, целочисленных значений, этапов, операций, элементов, компонентов или их групп. Кроме того, когда в настоящем изобретении указано, что что-то «основано» на чем-то другом, то такое утверждение относится к основанию, которое также может быть основано на одном или нескольких других признаках. Другими словами, если прямо не указано иное, выражение «основанный на», используемое здесь, означает «основанный по меньшей мере частично на».

Кроме того, несмотря на то что термины «первый», «второй» и другие могут здесь использоваться для описания различных элементов, компонентов, областей, слоев или секций, эти элементы, компоненты, области, слои или секции не обязательно должны ограничиваться такими терминами. Правильнее сказать, что эти термины используются для того, чтобы отличить один элемент, компонент, область, слой или секцию от другого элемента, компонента, области, слоя или секции. Соответственно, первый элемент, компонент, область, слой или секция, обсуждаемые ниже, могут быть названы вторым элементом, компонентом, областью, слоем или секцией, не отступая от сути настоящего изобретения.

Также, если не указано иное, все термины (включая технические и научные термины), используемые в настоящем документе, имеют общеупотребительное значение понятное специалисту в данной области техники, к которой относится настоящее изобретение. Таким образом, термины, определенные в широко используемых словарях, должны интерпретироваться как имеющие значение, согласующееся с их значением в контексте соответствующей области техники, и не должны интерпретироваться в идеализированном или слишком формальном смысле, если только это явно не указано в настоящем документе.

На Фиг. 1 показана принципиальная схема варианта выполнения устройства с датчиком расстояния в соответствии с настоящим изобретением. В частности, система 100 содержит корпус 102, процессор 104, память 106, датчик расстояния (DSU – Distance Sensing Unit) 108, датчик расстояния 110 и устройство вывода 112.

Процессор 104, память 106, датчик расстояния 108, датчик расстояния 110 и устройство 112 вывода размещены в корпусе 102. Перечисленные элементы могут располагаться снаружи, внутри или в других местах корпуса 102, например, тогда, когда корпус 102 физически соединен по меньшей мере с одним из таких элементов, например, посредством крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения. Корпус 102 может быть жестким, гибким, эластичным, сплошным, перфорированным или другим. Например, корпус 102 может содержать пластик, металл, резину, дерево, драгоценный металл, драгоценный камень, ткань, редкоземельный элемент или другие. Например, корпус 102 может содержать перечисленные далее устройства, физически или электрически соединяться с ними, быть их компонентом или быть выполненным в виде рабочего стола, ноутбука, планшета, смартфона, джойстика, игровой консоли, камеры, микрофона, динамика, клавиатуры, мыши, сенсорной панели, трекпада, датчика, дисплея, принтера, аддитивного или субтрактивного производственного станка, пригодного для ношения устройства, транспортного средства, предмета мебели, сантехнического инструмента, строительного инструмента, коврика, огнестрельного оружия или винтовки, лазерной указки, микроскопа, бинокля, электрического инструмента, дрели, ударного инструмента, фонарика, двигателя, привода, соленоида, игрушки, насоса и др. Например, к пригодному для ношения устройству относятся шлем-дисплей (например, гарнитура виртуальной реальности или гарнитура дополненной реальности), часы, трекер физической активности на запястье, шляпа, шлем, микронаушники, слуховой

аппарат, наушники, оправа прибора для ношения на глазах, линзы для глаз, бандаж, одежда, обувь, ювелирное изделие, медицинское устройство, трекер физической активности, плавательный костюм, купальник, дыхательная трубка, дыхательный аппарат для подводного плавания, ласты, наручники, протез или любое другое устройство, которое можно носить на теле (включая волосы) или в теле человека, будь то мужчина или женщина, пожилой или взрослый человек, подросток, малыш, младенец, а также на теле или в теле животного, например, собаки, кошки, птицы, рыбы или любого другого, будь то домашнее или дикое животное, и др. Например, к предмету одежды могут относиться пиджак, рубашка, галстук, пояс, бандаж, шорты, брюки, носки, нижняя рубашка, предмет нижнего белья, бюстгальтер, майка, юбка, платье, блузка, свитер, шарф, перчатка, бандана, налокотник, наколенник, пижама, халат или др. Например, к ювелирному изделию могут относиться серьга, ожерелье, кольцо, браслет, булавка, брошь или другие предметы, независимо от того, носят ли их на теле или на одежде. Например, к обуви могут относиться модельные туфли, кроссовки, ботинки, туфли на каблуках, роликовые коньки или др.

В некоторых вариантах осуществления изобретения память 106, датчик расстояния 108, датчик расстояния 110 и устройство 112 вывода закреплены по меньшей мере на одной платформе или раме. Например, по меньшей мере одна платформа или рама может обеспечивать поддержку снаружи, внутри или другим способом, когда платформа или рама физически соединена по меньшей мере с одним из таких элементов, например, посредством крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения. Платформа или рама может быть жесткой, гибкой, эластичной, сплошной, перфорированной или др. Например, платформа или рама может содержать пластик, металл, резину, дерево, драгоценный металл, драгоценный камень, ткань, редкоземельный элемент или др.

Процессор 104 может представлять собой одноядерный или многоядерный процессор. Процессор 104 может содержать систему на кристалле (SOC – System-on-chip) или прикладную интегральную схему (ASIC – Application Specific Integrated Circuit). Процессор 104 получает питание от аккумулятора, такого как батарея или другое устройство, при этом аккумулятор может находиться внутри корпуса 102 или снаружи. Процессор 104 взаимодействует с памятью 106, датчиком расстояния 108, датчиком расстояния 110 и устройством 112 вывода.

Память 106 может включать в себя постоянное запоминающее устройство (ROM – Read-only Memory), оперативное запоминающее устройство (RAM – Random Access Memory), жесткий диск, флэш-память или др. Память 106 получает питание от аккумулятора, такого как батарея или другое устройство, при этом аккумулятор может находиться внутри корпуса 102 или снаружи.

Устройство 112 вывода может содержать источник света, источник звука, источник радиоволн, источник вибрации, дисплей, динамик, принтер, передатчик, приемопередатчик или другие устройства. Устройство 112 вывода получает питание от аккумулятора, такого как батарея или другое устройство, при этом аккумулятор может находиться внутри корпуса 102 или снаружи.

Датчик расстояния 108 может содержать по меньшей мере один радиолокационный блок, лидарный блок, гидроакустический блок или другие, проводные или беспроводные. Например, радиолокационный блок может представлять собой цифровой радиолокационный блок (DRU – Digital Radar Unit), раскрытый в патенте США 9,019,150, содержание которого во всех отношениях включено в настоящий документ посредством ссылки, включая любые системы датчиков расстояния и цифровых радиолокационных блоков, их структуры, среды, конфигурации, методы, алгоритмы или другие особенности. Например, цифровой радиолокационный блок может быть реализован так, как это раскрыто в патенте США 9,019,150,

начиная с колонки 7, строки 33 по колонку 17, строку 3; а также с колонки 30, строки 38 по колонку 32, строку 30; и с колонки 41, строки 60 по колонку 44, строку 46 совместно с чертежами, в соответствии с Фиг. 2, 3А, 3В, 14, 27А и 27В указанного патента. Например, датчик расстояния может быть основан на прямой видимости или не основываться на прямой видимости. Например, датчик расстояния может основываться на радиосигнале, оптическом сигнале, звуковом сигнале или других способах воздействия, используемых при обнаружении. Следует отметить, что система 100 может включать в себя более одного датчика расстояния 108, а именно вплоть до n датчиков расстояния 110. Например, система 100 может включать по меньшей мере два, три, четыре, пять, шесть, семь, восемь, девять, десять, двадцать, пятьдесят, десятки, сотни, тысячи, миллионы или более датчиков расстояния 108, обозначенных как датчик расстояния 110 под номером n . Следовательно, в таких конфигурациях по меньшей мере два из датчиков расстояния не синхронизированы друг с другом и не создают помех друг другу, но при этом они способны принимать отраженные сигналы или сигналы друг от друга, как описано в патенте США 9,019,150, упомянутом выше, содержание которого во всех отношениях включено в настоящий документ посредством ссылки, включая любые системы датчиков расстояния и цифровых радиолокационных блоков, их структуры, среды, конфигурации, методы, алгоритмы или другие особенности. Например, датчики расстояния 108-110 n могут быть идентичны или отличаться друг от друга по структуре, функциям, работе, способу взаимодействия, позиционированию, материалам или другим параметрам.

На Фиг. 2 показана принципиальная схема примера заданной области, содержащей устройство и объект, в соответствии с настоящим изобретением. В частности, система 200 содержит корпус 202, объект 204 и заданную область 206. Корпус 202 и объект 204 находятся внутри заданной области. Например, в качестве заданной области 206 может рассматриваться территория, огороженная физически, цифровым способом, способом

геозонирования, а также здание (жилое или коммерческое), гараж, подвал, транспортное средство (наземное, морское, воздушное или спутник), закрытое помещение, открытая площадка, торговый центр, школа, система боксов, подсобное помещение, холодильник, ресторан, кафе, метро, автобус или железнодорожный вокзал, аэропорт, казарма, кемпинг, церковь, бензозаправочная станция, нефтяное месторождение, нефтеперерабатывающий завод, склад, ферма, лаборатория, библиотека, пункт долгосрочного хранения, промышленное предприятие, почта, транспортный узел или станция, супермаркет, розничный магазин, магазин хозяйственных товаров, автостоянка, магазин игрушек, производственный завод, фабрика по переработке, бассейн, больница, медицинское учреждение, энергоустановка, ядерный реактор и др. Корпус 202 может представлять собой корпус 102 или другой объект. Корпус 202 может быть подвижным или стационарным в пределах заданной области 206 относительно объекта 204 или заданной области 206. Корпус 202 может быть закреплен в пределах заданной области 206, например, путем крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения с заданной областью 206 или объектом, расположенным внутри или входящим в заданную область 206. Объект 204 может быть зафиксирован в пределах заданной области 206, например, путем крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения с заданной областью 206 или другим объектом, расположенным внутри или входящим в заданную область 206. Объектом 204 может быть корпус 102 или другой объект. Например, объектом 204 может быть заданная область 206. Объект 204 может быть подвижным или стационарным в пределах заданной области 206 относительно корпуса 202 или заданной области 206. Заданная область 206 может быть подвижной относительно корпуса 202 или объекта 204. Объект 204 может формировать границу заданной области 206 или быть ее

частью. Например, заданная область 206 может представлять собой огороженную область, а забор быть объектом 204, формирующим границу.

На Фиг. 3 показана блок-схема варианта осуществления способа выполнения действий на основании информации о положении устройства в пределах заданной области в соответствии с настоящим изобретением. В частности, способ 300 предполагает наличие корпуса 202, расположенного в пределах заданной области 206, и объекта 204, также расположенного в пределах заданной области 206. Корпус 202 выполнен в виде корпуса 102. Например, корпус 202 представляет собой шлем-дисплей или прибор, носимый на глазу, объектом 204 является предмет мебели, а заданная область 206 представляет собой комнату.

В блоке 302 процессор 104 запрашивает датчик расстояния 108 для получения показания по объекту 204. Показание может быть основано на отраженном сигнале, получаемом через датчик расстояния 108 от объекта 204, когда датчик расстояния 108 излучает сигнал, направленный на объект 204. Показание может быть основано на сигнале, излучаемом самим объектом 204. Как только датчик расстояния 108 получает показание, это показание становится доступным процессору 104.

В блоке 304 процессор 104 определяет положение корпуса 202 относительно объекта 204 в пределах заданной области 206 на основании полученного показания датчика. Например, если показание основано на отраженном сигнале, получаемом через датчик расстояния 108, положение определяется на основании времени прохождения сигнала. Следует отметить, что положение может оцениваться или уточняться, когда становится доступна другая информация о местоположении, например, если она предварительно задана.

В блоке 306 процессор 104 выполняет действие на основании полученной информации о положении. Действие может включать в себя считывание структуры данных, запись данных в структуру данных, изменение данных в структуре данных, удаление данных из структуры

данных, выдачу команды устройству ввода на выполнение действия, выдачу команды устройству вывода на выполнение действия, формирование сигнала, отправку сигнала, прием сигнала и др. Например, устройство ввода может представлять собой камеру, микрофон, пользовательский интерфейс ввода, сенсорный дисплей, приемник, приемопередатчик, датчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, устройство вывода может представлять собой дисплей, динамик, вибратор, привод, клапан, насос, передатчик, приемопередатчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, сигнал может отправляться за пределы заданной области 206 или в пределах заданной области 206. Например, сигнал может быть отправлен объекту 204, заданной области 206 или другому устройству, независимо от того, локальное оно или удаленное относительно корпуса 202, объекта 204 или заданной области 206, или принят от них. Данные, например, могут содержать информацию о положении или другую информацию. Например, действие, основанное на информации о положении, может включать в себя изменение скорости на основании определенного или измеренного внешнего параметра, такого как одно из положений в зависимости от времени (скорость), скорость в зависимости от времени (ускорение), путь объекта, траектория или другие параметры.

В блоке 308 процессор 104 может давать команду на вывод контента, например, через устройство 112 вывода. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент может представлять собой аудиофайл, содержащий предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др.

В блоке 310 процессор 104 может дать команду на изменение контента, например, хранящегося в памяти 106 или выдаваемого через устройство 112 вывода. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент представлять собой графическое изображение, содержащее

предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др. Например, к информации о положении может относиться по меньшей мере один из таких параметров, как положение в зависимости времени (скорость), скорость в зависимости времени (ускорение), путь объекта, траектория или другие параметры.

В блоке 312 процессор 104 может дать команду на формирование карты заданной области 206 на основании информации о положении, которая может формироваться в режиме реального времени. На карте может быть символически изображен периметр или границы заданной области 206, а также корпус 202 или объект 204 внутри периметра или границ. Карта может сохраняться в памяти 106 или удаленно вне корпуса 202, например, через объект 204, или вне заданной области 206, например, через сервер или другие устройства. Карта, когда она сформирована, может быть представлена через устройство 112 вывода. Например, карта может отображаться через устройство 112 вывода.

В блоке 314 процессор 104 может инициировать определение пути корпуса 202 или объекта 204 в пределах заданной области 206 на основании информации о положении, что может выполняться в режиме реального времени. Например, путь может быть символически изображен на карте. Путь может соответствовать пути, уже пройденному корпусом 202 или объектом 204 в пределах заданной области 206. Путь может соответствовать пути, по которому корпус 202 должен перемещаться относительно объекта 204 в пределах заданной области 206 или вне заданной области 206. Например, путь может позволять пользователю корпуса 202 перемещаться в заданную или заранее определенную точку в пределах заданной области 206 или вне заданной области 206.

В блоке 316 контент, выдаваемый через устройство 112 вывода, представляет собой контент дополненной реальности, основанный на информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой по меньшей мере изображения или звуковой

сигнал на основании информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент дополненной реальности может корректироваться в зависимости от положения в режиме реального времени.

В блоке 318 контент, выдаваемый через устройство 112 вывода, представляет собой контент виртуальной реальности на основании информации о положении. Например, контент виртуальной реальности может представлять собой по меньшей мере изображения или звуковой сигнал на основании информации о положении. Например, контент виртуальной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент виртуальной реальности может корректироваться в зависимости от положения в режиме реального времени. Например, когда корпус 202 представляет собой шлем-дисплей или прибор для ношения на глазах (например, очки), контент виртуальной реальности может помочь пользователю шлема-дисплея или прибора для ношения на глазах отслеживать свое положение (например, отслеживать снаружи, находясь внутри, и наоборот отслеживать внутри, находясь снаружи, с помощью маркеров, без маркеров) или избегать препятствий, например, минимизируя попадание в препятствие, такое как объект 204, заданная область 206 или другие препятствия.

На Фиг. 4 показана принципиальная схема примера заданной области, содержащей объект, в соответствии с настоящим изобретением. В частности, система 400 содержит заданную область 402, совокупность датчиков расстояния 404-410, объект 412 и процессор 414. Заданная область 402 может

представлять собой заданную область 206, описанную выше, или другую область. Заданная область 402 содержит датчики расстояния 404-410 и объект 412. Процессор 414 является внешним по отношению к заданной области 402, но может быть и внутренним по отношению к заданной области 402. Датчики расстояния 404-410 могут быть такими же, как датчики расстояния 108 или 110, описанные выше, или другими. Датчики расстояния 404-410 могут быть идентичными или отличаться друг от друга по структуре, функциям, работе, способу взаимодействия, позиционированию, материалам или другим параметрам. Датчики расстояния 404-410 не синхронизированы друг с другом и не создают помех друг другу, но при этом они способны принимать отраженные сигналы или сигналы друг от друга, как описано в патенте США 9,019,150, упомянутом выше, содержание которого во всех отношениях включено в настоящий документ посредством ссылки, включая любые системы датчиков расстояния, их структуры, среды, конфигурации, методы, алгоритмы или другие особенности. Например, датчик расстояния может быть реализован так, как это раскрыто в патенте США 9,019,150, начиная с колонки 7, строки 33 по колонку 17, строку 3; а также с колонки 30, строки 38 по колонку 32, строку 30; и с колонки 41, строки 60 по колонку 44, строку 46 с использованием чертежей, в соответствии с Фиг. 2, 3А, 3В, 14, 27А и 27В указанного патента. По меньшей мере один из датчиков расстояния 404-410 может быть зафиксирован в пределах заданной области 402, например, посредством крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения с заданной областью 402 или другим объектом, расположенным внутри или входящим в заданную область 402. Объект 412 может представлять собой корпус 202, объект 204 или другой, как было описано выше. Объект 412 может быть зафиксирован в пределах заданной области 402, например, путем крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов

физического соединения с заданной областью 402 или другим объектом, расположенным внутри или входящим в заданную область 402. Процессор 414 может быть выполнен в виде центрального процессора (CPU – Central Processing Unit) или в виде процессора 104, описанного выше. Процессор 414 связан с датчиками расстояния 404-410 проводным или беспроводным способом. Заданная область 402 может быть подвижной относительно объекта 412, датчиков расстояния 404-410 или процессора 414.

На Фиг. 5 показана блок-схема одного из вариантов осуществления способа выполнения действий на основании информации о положении объекта в пределах заданной области в соответствии с настоящим изобретением. В частности, способ 500 реализуется с помощью системы 400.

В блоке 502 процессор 414 направляет запрос по меньшей мере одному из датчиков расстояния 404-410 для получения показания по объекту 412, находящемуся в пределах заданной области 402. Показание может быть основано на отраженном сигнале, полученном от объекта 412 через по меньшей мере один из датчиков расстояния 404-410, когда один из датчиков расстояния 404-410 излучает сигнал, направленный на объект 412. Показание может быть основано на сигнале, излучаемом самим объектом 412. Как только по меньшей мере один из датчиков расстояния 404-410 получает показание, то это показание становится доступным для процессора 414.

В блоке 504 процессор 414 на основании полученного показания определяет положение объекта 412 относительно по меньшей мере одного из датчиков расстояния 404-410 в пределах заданной области 402. Например, положение определяется на основании времени прохождения сигнала, когда показание основано на отраженном сигнале, получаемом по меньшей мере через один из датчиков расстояния 404-410. Следует отметить, что положение может оцениваться или уточняться, когда становится доступной другая информация о местоположении, например, если она предварительно задана.

В блоке 506 процессор 414 выполняет действие, основанное на информации о положении. Действие может включать в себя считывание

структуры данных, запись данных в структуру данных, изменение данных в структуре данных, удаление данных из структуры данных, выдачу команды устройству ввода на выполнение действия, выдачу команды устройству вывода на выполнение действия, формирование сигнала, отправку сигнала, прием сигнала и др. Например, устройство ввода может представлять собой камеру, микрофон, пользовательский интерфейс ввода, сенсорный дисплей, приемник, приемопередатчик, датчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, устройство вывода может представлять собой дисплей, динамик, вибратор, привод, клапан, насос, передатчик, приемопередатчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, сигнал может быть отправлен за пределы заданной области 402 или в пределах заданной области 402. Например, сигнал может быть отправлен объекту 412, заданной области 402 или другому устройству, независимо от того, локальное оно или удаленное относительно объекта 412 или заданной области 402, или принят от них. Данные, например, могут содержать информацию о положении или другую информацию.

В блоке 508 процессор 414 может инициировать определение пути объекта 412 в пределах заданной области 402 на основании полученной информации о положении, что может выполняться в режиме реального времени. Например, путь может быть символически изображен на карте. Путь может соответствовать пути, уже пройденному объектом 412 в пределах заданной области 402. Путь может соответствовать пути, по которому объект 412 должен перемещаться относительно заданной области 402 в пределах заданной области 402 или вне заданной области 402. Например, путь может позволять пользователю объекта 412 перемещаться в заданную или заранее определенную точку в пределах заданной области 402 или вне заданной области 402.

В блоке 510 процессор 414 может инициировать формирование карты заданной области 402 на основании информации о положении, которая может формироваться в режиме реального времени. На карте может быть

символически изображен периметр или граница заданной области 402 и объект 412 внутри периметра или границы. Карта может сохраняться локально или удаленно от процессора 414 или от объекта 412 или вне заданной области 402, например, через сервер или другие устройства. Карта, когда она сформирована, может быть представлена через устройство вывода, связанное с процессором 414, например, через устройство 112 вывода. Например, карта может отображаться через устройство 112 вывода.

В блоке 512 каждый из датчиков расстояния 404-410 представляет собой кластер из датчиков расстояния. Таким образом, процессор 414 может дать команду датчикам расстояния 404-410 на одновременное получение множества показаний, при этом множество положений от каждого из датчиков 404-410 будет определяться относительно друг друга. Например, если объект 412 перемещается между парой датчиков расстояния внутри кластера датчиков расстояния или между парой кластеров датчиков расстояния, то пара датчиков расстояния или пара кластеров датчиков расстояния могут каждый передавать свои собственные показания, а процессор 414 может определять два положения относительно объекта 412 пары датчиков расстояния или пары кластеров датчиков расстояния. Процессор может сравнить показания от датчиков расстояния 404-410, чтобы определить положение датчиков расстояния 404-410. Процессор запрограммирован таким образом, что датчики расстояния 404-410 следят за одним и тем же объектом, хотя возможны вариации, например, когда датчики расстояния 404-410 следят за разными объектами, включая или не включая интересующий объект. Если процессор 414 уже знает, где находится объект 412 в пределах заданной области 402, то процессор 414 может определить два положения пары датчиков расстояния или пары кластеров датчиков расстояния относительно заданной области 402. Аналогичным образом, если объект 412 перемещается вдоль пары датчиков расстояния внутри кластера датчиков расстояния или между парой кластеров датчиков расстояния таким образом, что пара датчиков расстояния внутри кластера датчиков расстояния

или пара кластеров датчиков расстояния находятся по одну сторону от объекта 412, то в этом случае процессор может определить положения аналогично. Можно обратить внимание, что кластер из датчиков расстояния эффективно снижает необходимость в настроечной позиционной калибровке, т. е. по меньшей мере два датчика расстояния внутри кластера работают в режиме триангуляции. Также по меньшей мере два кластера из датчиков расстояния могут обмениваться данными друг с другом или отправлять данные процессору 414, например, на сервер или другое устройство, в таком случае процессор 414 может получать информацию о положении и ориентации по меньшей мере двух кластеров, что эффективно снижает необходимость в настроечной позиционной калибровке. Кроме того, следует отметить, что набор данных, получаемых от кластера датчиков расстояния, может быть объединен с набором данных, получаемых от инерциального измерительного блока (IMU – Inertial Measurement Unit), который может входить в сам объект 412 или кластер датчиков расстояния, чтобы улучшить или дополнительно уточнить набор данных, получаемых от кластера датчиков расстояния. Кроме того, следует отметить, что кластер датчиков расстояния или множество кластеров датчиков расстояния могут быть сконфигурированы или использоваться в виде многосвязной сети датчиков расстояния. Кроме того, сервер может получать набор данных датчика расстояния от объекта 412, относящийся к датчикам расстояния 404-410 или заданной области 402 для уточнения или обновления информации о положении датчиков расстояния 404-410 относительно объекта 412 или заданной области 402, или о положении объекта 412 относительно датчиков расстояния 404-410 или заданной области 402, или о положении заданной области 402 относительно датчиков расстояния 404-410 или объекта 412. Кроме того, объект 412 может собирать свой собственный набор данных датчика расстояния, относящийся к датчикам расстояния 404-410 или заданной области 402, для уточнения или обновления своего собственного набора данных датчика расстояния. Кроме того, сервер может получать набор

данных датчика расстояния от объекта 412, относящийся к датчикам расстояния 404-410 или заданной области 402, или объект 412 может собирать свой собственный набор данных датчика расстояния, относящийся к датчикам расстояния 404-410, или заданная область 402 может использоваться для идентификации расположения не взаимодействующих между собой целей или слежения за объектом 412, когда объект 412 находится вне зоны действия встроенных датчиков. Сервер может быть запрограммирован на отслеживание одного объекта, такого как объект 412, например, когда этот объект приближается к датчикам расстояния 404-410 или удаляется от датчиков расстояния 404-410, независимо от того, находится ли объект на противоположной стороне или вдоль датчиков расстояния 404-410. Эта функция сервера может быть расширена за счет слежения за несколькими объектами, даже если эти объекты движутся в разных направлениях друг от друга, при этом такой способ программирования сервера ускорит процесс отслеживания объектов. В некоторых вариантах осуществления изобретения объект не должен находиться в движении, если присутствует более одного объекта.

Если объект 412 движется и только один датчик из датчиков расстояния 404-410 измеряет расстояние до объекта 412, а другой датчик из датчиков расстояния 404-410 не измеряет расстояние до объекта 412, то процессор 414 может быть запрограммирован на исключение зоны охвата второго датчика (того, который не обнаружил объект 412) среди датчиков расстояния 404-410 из области 402. Если объект 412 движется по некоторому пути или траектории и один из датчиков расстояния 404-410 обнаруживает объект 412 в один момент времени, а затем другой датчик расстояния из датчиков расстояния 404-410 – в другой момент времени, например, через 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 секунд или более, то затем путь или траектория могут быть экстраполированы или интерполированы, а также могут быть получены положения датчиков расстояния 404-410 (первого датчика расстояния, обнаружившего объект 412, и второго датчика расстояния, обнаружившего

объект 412 в другой момент времени). Например, если наземное транспортное средство, такое как автомобиль, мотоцикл, трактор, робот или другой движущийся объект, движется по прямой дороге или какой-либо другой определенной поверхности или пути, то это наземное транспортное средство является объектом 412. Два или более датчиков расстояния 404-410 могут быть размещены на обочине дороги, встроены в дорогу или размещены над дорогой, в том числе висеть над дорогой, чтобы наблюдать за наземным транспортным средством или другими движущимися объектами на дороге. Два датчика из датчиков расстояния 404-410 не должны следить за наземным транспортным средством одновременно или в один и тот же момент, если наземное транспортное средство перемещается или движется по дороге, или по какой-либо другой определенной поверхности, или пути, например, по улице, по прямой линии приблизительно с постоянной скоростью. Последующие проходы наземного транспортного средства могут помочь уточнить одну или несколько оценок положения (положений) по меньшей мере двух датчиков из датчиков расстояния 404-410. Следует отметить, что дорога, или какая-либо другая определенная поверхность, или путь могут быть прямолинейными или криволинейными, например, дугообразными, синусоидальными, пульсирующими, зигзагообразными или другими, симметричными или асимметричными, разомкнутыми или замкнутыми.

Если один или несколько датчиков из датчиков расстояния 404-410 осуществляют мониторинг области, и объект 412 сообщает процессору 414, что объект 412 присутствует или движется в любом направлении вдоль любой плоскости, но датчик расстояния из датчиков расстояния 404-410 не обнаруживает объект 412, то процессор 414 может определить, что область, контролируемая одним из датчиков 404-410, свободна от препятствий. Например, если беспилотному летательному аппарату необходимо приземлиться в некоторой области, а датчики расстояния 404-410 не обнаруживают объект в зоне посадки, то беспилотный летательный аппарат может свободно приземлиться. Следует отметить, что датчики расстояния

404-410 могут как размещаться на беспилотном летательном аппарате, так и не размещаться на нем, быть наземными, находиться в море или в воздухе, например, на другом транспортном средстве или опорной конструкции соответствующего типа. Например, в качестве другого транспортного средства может использоваться автомобиль, робот, лодка, вертолет, квадрокоптер, вместо него можно использовать башню, столб, раму, платформу или др.

На Фиг. 6А показана принципиальная схема примера совокупности кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся вдоль этих кластеров датчиков расстояния, в соответствии с настоящим изобретением. На Фиг. 6В показана принципиальная схема примера совокупности кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся между кластерами датчиков расстояния, в соответствии с настоящим изобретением. В частности, каждая из систем 600А и 600В содержит первый кластер 602 датчиков расстояния, описанных выше, второй кластер 604 датчиков расстояния, описанных выше, и объект 606. Первый кластер 602 датчиков расстояния и второй кластер 604 датчиков расстояния взаимодействуют с процессором, таким как процессор 414, сервером или другим устройством. Объект 606 может представлять собой корпус 202, объект 204, объект 412 или другой объект. Как показано на Фиг. 6А, в системе 600А первый кластер 602 датчиков расстояния и второй кластер 604 датчиков расстояния расположены по одну сторону от объекта 606, как описано выше, независимо от того, движется ли объект 606 относительно первого кластера 602 датчиков расстояния и второго кластера 604 датчиков расстояния, или наоборот. Как показано на Фиг. 6В, в системе 600В объект 606 расположен между первым кластером 602 датчиков расстояния и вторым кластером 604 датчиков расстояния, как описано выше, независимо от того, движется ли объект 606 относительно первого кластера 602 датчиков расстояния и второго кластера 604 датчиков расстояния, или наоборот. Следовательно, в соответствии с Фиг. 6А и 6В, если объект 606 движется по пути перемещения

608 относительно первого кластера 602 датчиков расстояния и второго кластера 604 датчиков расстояния или наоборот, то первый кластер 602 датчиков расстояния и второй кластер 604 датчиков расстояния могут одновременно получать множество показаний, основанных на положении объекта 606, движущегося по пути перемещения 608, и отправлять показания в процессор. Таким образом, процессор может определять положение первого кластера 602 датчиков расстояния и второго кластера 604 датчиков расстояния относительно объекта 606 в режиме реального времени, в то время как объект 606 движется по траектории перемещения 608, благодаря обмену данными через процессор. Следует отметить, что по меньшей мере одна из систем 600А или 600В может находиться внутри или снаружи заданной области, или заданная область, описанная выше, может отсутствовать. Также следует отметить, что когда объект 606 имеет датчик расстояния, как описано выше, объект 606 может определять свое местоположение относительно по меньшей мере одного из кластеров, а именно относительно первого кластера 602 датчиков расстояния или второго кластера 604 датчиков расстояния, например, входящих в систему 600А и систему 600В. Этот способ также работает там, где первый кластер 602 датчиков расстояния и второй кластер 604 датчиков расстояния не перекрывают зону охвата друг друга, как описано выше.

В некоторых вариантах осуществления изобретения процессор 414 может давать команду на вывод контента, как описано выше. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент может представлять собой аудиофайл, содержащий предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др. Процессор 414 может давать команду на изменение контента, как описано выше. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент может представлять собой графическое изображение, содержащее

предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др. Выдаваемый контент может включать в себя контент дополненной реальности на основании информации о положении. Например, контент дополненной реальности может включать в себя по меньшей мере одно из изображений или звуковой сигнал, основанный на информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент дополненной реальности может корректироваться в зависимости от положения в режиме реального времени. Выдаваемый контент может включать в себя контент виртуальной реальности на основании информации о положении. Например, контент виртуальной реальности может представлять собой по меньшей мере изображения или звуковой сигнал на основании информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент виртуальной реальности может корректироваться в зависимости от положения в режиме реального времени. Например, когда объект 412 представляет собой шлем-дисплей или прибор для ношения на глазах, контент виртуальной реальности может помочь пользователю шлема-дисплея или прибора для ношения на глазах отслеживать свое положение (например, отслеживать снаружи, находясь внутри, и наоборот отслеживать внутри, находясь снаружи, с помощью маркеров, без маркеров) или избегать препятствий, например, минимизируя попадание в препятствие, такое как заданная область 402 или другие препятствия.

На Фиг. 7 показана принципиальная схема примера заданной области,

содержащей датчик расстояния, взаимодействующий с процессором, и объект с датчиком расстояния, взаимодействующим с процессором, согласно настоящему изобретению. В частности, система 700 включает в себя заданную область 702, процессор 704, датчик расстояния 706 и объект 708. Заданная область 702 содержит процессор 704, датчик расстояния 706 и объект 708, как описано выше. Заданная область 702 может представлять собой заданную область 402, описанную выше, или другую область. Процессор 704 может находиться вне заданной области 702. Процессор 704 может быть выполнен как процессор 414, описанный выше. В качестве датчика расстояния 706 может использоваться как любой из датчиков расстояния 404-410, описанных выше, так и другой датчик. Объект 708 может представлять собой как объект 412, описанный выше, так и другой объект. Объект 708 содержит датчик расстояния, как описано выше. Процессор 704 взаимодействует с датчиком расстояния 706 и объектом 708. По меньшей мере один процессор 704, датчик расстояния 706 или объект 708 могут быть зафиксированы в пределах заданной области 702, например, путем крепления, сопряжения, блокировки, приклеивания, намагничивания, всасывания, сшивания, скрепления скобами, забивания гвоздей или других видов физического соединения с заданной областью 702 или объектом, расположенным внутри или входящим в заданную область 702. Заданная область 702 может перемещаться относительно процессора 704, датчика расстояния 706 или объекта 708.

На Фиг. 8 показана блок-схема одного из вариантов осуществления способа выполнения действий на основании множества показаний от совокупности датчиков расстояния в соответствии с настоящим изобретением. В частности, способ 800 реализуется с помощью системы 700.

В блоке 802 процессор 704 получает первое показание датчика расстояния от датчика расстояния 706, основанное на информации об объекте 708, движущемся в пределах заданной области 702. Первое показание может быть основано на отраженном сигнале, получаемом от объекта 708 через

датчик расстояния 706, когда датчик расстояния 706 излучает сигнал, направленный на объект 708. Первое показание может быть основано на сигнале, излучаемом самим объектом 708. Как только датчик расстояния 706 получает первое показание, это показание становится доступным процессору 704.

В блоке 804 процессор 704 получает второе показание датчика расстояния от объекта 708, основанное на информации об объекте 708, движущемся в пределах заданной области 702. Второе показание датчика расстояния может быть основано на отраженном сигнале, получаемом через датчик расстояния объекта 708 от заданной области 702, когда объект 708 излучает сигнал, направленный к заданной области 702. Второе показание может быть основано на сигнале, излучаемом датчиком расстояния 706. Как только датчик расстояния объекта 708 получает второе показание датчика расстояния, это показание становится доступным процессору 704.

В блоке 806 процессор 704 выполняет действие на основании первого показания датчика расстояния и второго показания датчика расстояния. Действие может включать в себя определение положения объекта 708 относительно заданной области 702 или датчика расстояния 706 или положения заданной области 702 или датчика расстояния 706 относительно объекта 708. Например, положение может быть определено на основании времени прохождения сигнала, когда по меньшей мере первое показание датчика расстояния или второе показание датчика расстояния основано на отраженном сигнале, получаемом по меньшей мере датчиком расстояния 706 или датчиком расстояния объекта 708. Следует отметить, что положение может оцениваться или уточняться, когда становится доступна другая информация о местоположении, например, если она предварительно задана. Процессор 704 может выполнить действие, основанное на информации о положении. Действие может включать в себя считывание структуры данных, запись данных в структуру данных, изменение данных в структуре данных, удаление данных из структуры данных, выдачу команды устройству ввода на

выполнение действия, выдачу команды устройству вывода на выполнение действия, формирование сигнала, отправку сигнала, прием сигнала и др. Например, устройство ввода может представлять собой камеру, микрофон, пользовательский интерфейс ввода, сенсорный дисплей, приемник, приемопередатчик, датчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, устройство вывода может представлять собой дисплей, динамик, вибратор, привод, клапан, насос, передатчик, приемопередатчик, аппаратный сервер или другое устройство. Например, сигнал может быть отправлен за пределы заданной области 702 или в пределах заданной области 702. Например, сигнал может быть отправлен объекту 708, заданной области 702 или другому устройству, независимо от того, локальное оно или удаленное относительно объекта 708 или заданной области 702, или принят от них. Данные, например, могут содержать информацию о положении или другую информацию.

В блоке 808 процессор 704 может инициировать определение пути объекта 708 в пределах заданной области 702 на основании информации о положении, что может выполняться в режиме реального времени. Например, путь может быть символически изображен на карте. Путь может соответствовать пути, уже пройденному объектом 708 в пределах заданной области 702. Путь может соответствовать тому пути, по которому объект 708 должен перемещаться относительно заданной области 702 в пределах заданной области 702 или вне заданной области 702. Например, путь может позволять пользователю объекта 708 перемещаться в заданную или заранее определенную точку в пределах заданной области 702 или вне заданной области 702.

В блоке 810 процессор 704 может инициировать формирование карты заданной области 702 на основании информации о положении, которая может формироваться в режиме реального времени. На карте может быть символически изображен периметр или граница заданной области 702 и объект 708 внутри периметра или границы. Карта может сохраняться

локально или удаленно от процессора 704 или от объекта 708 или вне заданной области 702, например, через сервер или другие устройства. Карта, когда она сформирована, может быть представлена через устройство вывода, связанное с процессором 704, например, через устройство 112 вывода. Например, карта может отображаться через устройство 112 вывода.

В блоке 812 датчик расстояния 706 входит в первый кластер датчиков расстояния, описанный выше. Соответственно, процессор 704 может определить положение первого кластера датчиков расстояния относительно второго кластера датчиков расстояния, описанного выше.

В некоторых вариантах осуществления изобретения процессор 704 может инициировать вывод контента, как описано выше. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент может представлять собой аудиофайл, содержащий предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др. Процессор 704 может выдавать команду на изменение контента, как описано выше. Выдаваемый контент может основываться на положении или включать в себя информацию о положении. Например, выдаваемый контент может представлять собой графическое изображение, содержащее предупреждающее сообщение, сообщение о направлении, навигационную информацию, инструктивную информацию или др. Выдаваемый контент может включать в себя контент дополненной реальности, основанный на информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой по меньшей мере изображения или звуковой сигнал на основании информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент дополненной реальности может корректироваться в зависимости

от положения в режиме реального времени. Выдаваемый контент может включать в себя контент виртуальной реальности, основанный на информации о положении. Например, контент виртуальной реальности может представлять собой по меньшей мере изображения или звуковой сигнал на основании информации о положении. Например, контент дополненной реальности может представлять собой навигационную информацию, предупреждающую информацию, информацию о направлении, инструктивную информацию, контент для видеоигр, контент для создания эффекта погружения, образовательный контент, информацию о покупках или др. Контент виртуальной реальности может корректироваться в зависимости от положения в режиме реального времени. Например, когда объект 708 представляет собой шлем-дисплей или носимое на глазах устройство, контент виртуальной реальности может помочь пользователю шлема-дисплея или наглазного устройства отслеживать свое положение (например, отслеживать снаружи, находясь внутри, и наоборот отслеживать внутри, находясь снаружи, с помощью маркеров, без маркеров) или избегать препятствий, например, минимизируя попадание в препятствие, такое как заданная область 702 или другие препятствия.

На Фиг. 9 показана структурная схема примера заданной области, содержащей совокупность кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся между кластерами датчиков расстояния внутри заданной области, в соответствии с настоящим изобретением. На Фиг. 10 показана структурная схема варианта выполнения заданной области, содержащей совокупность кластеров датчиков расстояния, отслеживающих объект, движущийся вдоль кластеров датчиков расстояния внутри заданной области, в соответствии с настоящим изобретением. В частности, каждая из систем 900А и 900В содержит первый кластер 904 из датчиков расстояния, описанный выше, второй кластер 906 из датчиков расстояния, описанный выше, и объект 908. Первый кластер 602 датчиков расстояния и второй кластер 604 датчиков расстояния взаимодействуют с процессором, таким как

процессор 704, сервером или другим устройством. Объект 908 может представлять собой корпус 202, объект 204, объект 412 или другой объект. На объекте 908 размещен датчик расстояния. Как показано на Фиг. 10, в системе 900В первый кластер 904 датчиков расстояния и второй кластер 906 датчиков расстояния расположены по одну сторону от объекта 908, как описано выше, независимо от того, движется ли объект 908 относительно первого кластера 904 датчиков расстояния и второго кластера 906 датчиков расстояния или наоборот. Как показано на Фиг. 9, в системе 900А объект 908 расположен между первым кластером 904 датчиков расстояния и вторым кластером 906 датчиков расстояния, как описано выше, независимо от того, движется ли объект 908 относительно первого кластера 904 датчиков расстояния и второго кластера 906 датчиков расстояния или наоборот. Следовательно, в соответствии с Фиг. 9-10, если объект 908 движется по пути перемещения 910 относительно первого кластера 904 датчиков расстояния и второго кластера 906 датчиков расстояния или наоборот, то первый кластер 904 датчиков расстояния и второй кластер 906 датчиков расстояния могут одновременно получать множество показаний на основании положения объекта 908, движущегося по пути перемещения 910, и отправлять показания в процессор. Таким образом, процессор может определять положение первого кластера 904 датчиков расстояния и второго кластера 906 датчиков расстояния относительно объекта 908 в режиме реального времени, в то время как объект 908 движется по траектории перемещения 910, благодаря обмену данными через процессор. Следует отметить, что по меньшей мере одна из систем 900А или 900В может находиться внутри или снаружи заданной области, или заданная область, описанная выше, может отсутствовать. Также следует отметить, что когда объект 908 имеет датчик расстояния, как описано выше, объект 908 может определять свое местоположение относительно по меньшей мере одного из кластеров, а именно относительно первого кластера 904 датчиков расстояния или второго кластера 906 датчиков расстояния, например, входящих в систему 900А и систему 900В. Этот способ также

работает там, где первый кластер 904 датчиков расстояния и второй кластер 906 датчиков расстояния не перекрывают зону охвата друг друга, как описано выше.

В некоторых вариантах осуществления изобретения объект может представлять собой наземное транспортное средство, такое как автомобиль, мотоцикл, автобус, грузовик, скейтборд, мопед, мотороллер, велосипед, танк, трактор, железнодорожный вагон, локомотив или другое, при этом датчик расстояния размещен на самом наземном транспортном средстве. Наземное транспортное средство может собирать набор данных от датчика расстояния и передавать этот набор данных дальше, в том числе в режиме реального времени, с помощью элемента инфраструктуры наземного транспорта, такого как заправочная станция, зарядная станция, пункт оплаты, парковочный счетчик, пункт торговли с автораздачей, автомобиль аварийной службы, автомобиль, работающий через протокол V2V, гараж, парковочное место, гидрант, уличный знак, светофор, датчик нагрузки, дорожное беспроводное индукционное зарядное устройство, забор, дождеватель и другие элементы. Когда элемент инфраструктуры наземного транспорта также содержит датчик расстояния, то этот датчик расстояния также может собирать набор данных и обмениваться этим набором данных, в том числе в режиме реального времени, с наземным транспортным средством, описанным выше. Такие конфигурации позволяют обнаруживать несоответствия, например объекты, о которых у элемента инфраструктуры наземного транспорта нет информации или информация о них недостаточна. Также, как пояснено выше, наземное транспортное средство с датчиком расстояния может обнаруживать и тем самым следить за коммуникационными устройствами пользователей, будь то внутреннее или внешнее наземное транспортное средство, например, за устройствами с поддержкой Wi-Fi, такими как смартфоны, планшеты, переносные электронные устройства, информационно-развлекательный блок, игровые приставки, игрушки или другие устройства, с целью определения собственного местоположения или положения коммуникационного

устройства пользователя. Например, наземное транспортное средство с датчиком расстояния может отслеживать свое местоположение относительно множества коммуникационных устройств пользователей на основании информации о том, где стандартно расположены коммуникационные устройства пользователей. Таким образом, когда плотность или частота коммуникационных устройств пользователей увеличивается или уменьшается относительно их стандартного количества, то наземное транспортное средство с датчиком расстояния может предпринять какое-либо действие или избежать выполнения действия, такого как изменение скорости, замедление, ускорение, остановка, управление элементом транспортного средства, таким как окно, информационно-развлекательная система, звуковой сигнал, сирена или сигнализация, открытие или закрытие двери, багажника, капота, включение стеклоочистителей, включение обычных фар или фар дальнего света, включение или отключение стояночного тормоза, передвижение по дороге, отклонение от курса, поворот и др.

Один или несколько вариантов осуществления предмета изобретения, раскрываемые в настоящем документе, относятся к системам и способам определения расстояния и/или обнаружения движения, таким как радиолокационные и/или оптические системы и способы дистанционного обнаружения.

Известные радиолокационные системы передают аналоговые электромагнитные волны в направлении целей и получают отраженные волны, отражающиеся от целей. В зависимости от расстояния между антеннами, передающими аналоговые волны, и целевыми объектами и/или траекториями движения целевых объектов интенсивность и/или частота принимаемых отраженных сигналов могут изменяться. Интенсивность, частота и/или время прохождения отраженных сигналов могут использоваться для определения расстояния до целей и/или обнаружения движения целей.

Некоторые известные радиолокационные системы имеют ограничение

по точности, с которой они могут измерять расстояния до целей. Например, разрешение, при котором эти системы могут вычислять расстояние до целей, может быть относительно большим. Кроме того, некоторые из этих систем могут иметь электрическую схему, например, для переключателя режимов передачи и приема, контролирующего, когда системы передают волны или принимают отраженные сигналы. Переключателю может потребоваться ненулевой период времени, чтобы дать возможность системам переключиться с передачи волн на прием отраженных сигналов. Этот период времени может стать препятствием к использованию систем для измерения расстояний до относительно близких целей, поскольку передаваемые волны могут отражаться от целей обратно к приемным антеннам еще до того, как системы смогут переключиться с передачи на прием. Кроме того, некоторые известные системы имеют потери энергии на пути от передающей антенны к приемной. Эти потери энергии могут препятствовать и/или затруднять измерение расстояний до целей и/или обнаружение движения.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложен способ (например, способ измерения разделяющего расстояния до целевого объекта). Данный способ включает в себя передачу первого передаваемого электромагнитного сигнала от передающей антенны к целевому объекту, отстоящему от передающей антенны на разделяющее расстояние. Первый передаваемый сигнал содержит первый шаблон передачи, представляющий собой первую последовательность цифровых битов. Способ также включает в себя прием первого отражения первого передаваемого сигнала, отраженного от целевого объекта, преобразование первого отраженного сигнала в первый оцифрованный отраженный сигнал и сравнение первого шаблона приема, представляющего собой вторую последовательность цифровых битов, с первым оцифрованным отраженным сигналом для определения времени прохождения первого передаваемого сигнала и отраженного сигнала.

В другом варианте осуществления изобретения предложена система (например, система обнаружения), содержащая передатчик, приемник и

коррелятор. Передатчик предназначен для формирования первого передаваемого электромагнитного сигнала, который передается от передающей антенны к целевому объекту, отстоящему от передающей антенны на разделяющее расстояние. Первый передаваемый сигнал содержит первый шаблон передачи, представляющий собой последовательность цифровых битов. Приемник предназначен для формирования первого оцифрованного отраженного сигнала, основанного на отражении первого передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта. Коррелятор предназначен для сравнения первого шаблона приема, представляющего собой вторую последовательность цифровых битов, с первым оцифрованным отраженным сигналом для определения времени прохождения первого передаваемого сигнала и отраженного сигнала.

В другом варианте осуществления изобретения предложен другой способ (например, для измерения разделяющего расстояния до целевого объекта). Способ включает в себя передачу первого передаваемого сигнала, содержащего импульсы, задающие первый шаблон передачи, состоящий из цифровых битов, и формирование первого оцифрованного отраженного сигнала на основании первого принимаемого отраженного сигнала, получаемого из первого передаваемого сигнала. Первый оцифрованный отраженный сигнал включает в себя импульсы, представляющие собой поток данных из цифровых битов. Способ также включает в себя сравнение первого шаблона приема из цифровых битов со множеством различных выборок из потока данных в виде цифровых битов в первом оцифрованном отраженном сигнале для идентификации искомой выборки, наиболее точно соответствующей первому шаблону приема по сравнению с другой или другими выборками. Способ дополнительно включает в себя идентификацию времени прохождения первого передаваемого сигнала и первого принимаемого отраженного сигнала на основании временной задержки между началом потока данных в первом оцифрованном отраженном сигнале и искомой выборкой.

В соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления раскрываемого здесь предмета изобретения предложены системы и способы определения расстояний между устройством обнаружения и одной или несколькими целями. Расстояния можно определить путем измерения времени прохождения передаваемых сигналов (например, радиолокационных, световых или других сигналов), отражающихся от целей. В качестве одного примера, передается сигнал, содержащий известный или определенный шаблон передачи (например, импульсы, представляющие собой последовательность битов), а затем принимается отраженный сигнал, получаемый из этого сигнала. Этот шаблон передачи можно назвать шаблоном передачи этапа грубого определения. Отраженные сигналы могут содержать информацию о шаблоне, содержащемся в передаваемом сигнале. Например, для идентификации последовательности или потока данных могут приниматься и оцифровываться отраженные сигналы, содержащие информацию о шуме, частичных отражениях передаваемого сигнала от одного или нескольких объектов, отличных от цели, и отражениях от цели.

Шаблон приема, используемый на этапе грубого определения, может сравниваться с оцифрованным потоком данных, получаемым на основании принимаемых отраженных сигналов, для того чтобы определить время прохождения передаваемого сигнала. Шаблон приема, используемый на этапе грубого определения, может быть таким же, как шаблон передачи, или отличаться от шаблона передачи по длине и/или последовательностью битов (например, 0 и 1). Шаблон приема, используемый на этапе грубого определения, сравнивают с различными частями оцифрованного потока данных, чтобы определить, какая часть потока данных более точно соответствует шаблону приема по сравнению с другой или другими частями. Например, шаблон приема для этапа грубого определения может сдвигаться (например, по времени) относительно потока данных, чтобы идентифицировать часть потока данных, соответствующую шаблону приема для этапа грубого определения. Временная задержка между началом потока

данных и частью, совпадающей с шаблоном приема для этапа грубого определения, может представлять собой время прохождения передаваемого сигнала. Это измерение времени прохождения сигнала может использоваться для расчета разделяющего расстояния до цели. Как описано ниже, этот процесс измерения времени прохождения сигнала можно назвать этапом грубого определения времени прохождения сигнала. Этап грубого определения может использоваться один или несколько раз для измерения времени прохождения сигнала. Например, для измерения времени прохождения сигнала может использоваться один «пакет» передаваемого сигнала или несколько «пакетов» передаваемых сигналов (имеющих одинаковые или различные шаблоны передачи).

В дополнение к этапу грубого определения или вместо него может использоваться этап точного определения. Этап точного определения может включать в себя передачу одного или нескольких дополнительных сигналов (например, «пакетов») в направлении к цели и формирование одного или нескольких основополосных отраженных сигналов на основании принимаемых отраженных сигналов. Дополнительные сигналы могут содержать шаблон передачи для этапа точного определения, совпадающий или отличающийся от шаблона передачи, используемого на этапе грубого определения. На этапе точного определения может использоваться время прохождения сигнала, измеренное на этапе грубого определения (или вводимое оператором в качестве входных данных), и производиться сравнение шаблона приема для этапа точного определения, имеющего задержку равную измеренному времени прохождения сигнала, с соответствующей частью потока данных. Например, вместо смещения шаблона приема, используемого на этапе точного определения, вдоль всего основополосного отраженного сигнала или его значительной части шаблон приема для этапа точного определения (или его часть) может смещаться по времени на величину, равную временной задержке или определенную на основании временной задержки, измеренной на этапе грубого определения. В

качестве альтернативного варианта, шаблон приема, используемый на этапе точного определения, может смещаться вдоль всего основополосного отраженного сигнала или вдоль значительной его части. Шаблон приема, используемый для этапа точного определения, со сдвигом во времени можно сравнить с основополосным отраженным сигналом, чтобы определить величину наложения или, наоборот, величину рассогласования между импульсами, относящимися к шаблону приема, используемому для этапа точного определения, со сдвигом во времени, и основополосным отраженным сигналом. Это величина наложения или рассогласования может быть пересчитана в дополнительную временную задержку. Дополнительная временная задержка может быть добавлена к временной задержке, измеренной на этапе грубого определения, для расчета временной задержки на этапе точного определения. Затем временная задержка, вычисленная на этапе точного определения, может использоваться для расчета времени прохождения сигнала и разделяющего расстояния до цели.

В одном варианте осуществления изобретения в дополнение или вместо этапа грубого определения и/или этапа точного определения может использоваться этап сверхточного определения. Этап сверхточного определения может включать в себя тот же самый процесс, который используют на этапе точного определения, но с применением другой составляющей шаблона приема и/или потока данных. Например, на этапе точного определения может исследоваться синфазная (I) составляющая или синфазный (I) канал шаблона приема и потока данных для измерения наложения или рассогласования между шаблоном приема и потоком данных. На этапе сверхточного определения может использоваться квадратурная (Q) составляющая или квадратурный (Q) канал шаблона приема и потока данных для измерения дополнительной величины наложения или рассогласования между импульсами шаблона приема и потоком данных. В качестве альтернативного варианта, на этапе сверхточного определения может отдельно исследоваться синфазный I-канал и квадратурный Q-канал шаблона

приема и потока данных. Использование I-каналов и Q-каналов или составляющих предложено в качестве одного из примеров реализации. В качестве альтернативного варианта можно использовать один или несколько других каналов или составляющих. Например, первая составляющая или канал и вторая составляющая или канал могут использоваться там, где первая и вторая составляющие или каналы сдвинуты по фазе относительно друг друга на величину отличную от девяноста градусов.

Величины наложения или рассогласования, вычисленные на этапе сверхточного определения могут использоваться для расчета дополнительной временной задержки, которую можно добавить к временным задержкам, получаемым на этапах грубого и/или точного определения, для того чтобы определить время прохождения сигнала и/или разделяющее расстояние до цели. В качестве альтернативы или дополнительно, величина наложения или рассогласования между импульсами по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу может исследоваться для определения фаз отраженных сигналов с целью обнаружения движения цели.

В качестве альтернативного варианта или дополнительно, этап сверхточного определения может включать в себя процесс аналогичный тому, который используют на этапе грубого определения. Например, на этапе грубого определения можно исследовать синфазный I-канал шаблона приема и потока данных, чтобы определить корреляционные значения различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и соответствующее время прохождения сигнала, как здесь описано. На этапе сверхточного определения можно использовать квадратурный Q-канал шаблона приема и потока данных для определения корреляционных значений различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и время прохождения сигнала. Значения времени прохождения сигнала, полученные по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу, можно объединить (например, усреднить) для расчета времени прохождения сигнала

и/или разделяющего расстояния до цели. Корреляционные значения, вычисленные на этапе сверхточного определения могут использоваться для расчета дополнительной временной задержки, которую можно добавить к временным задержкам, полученным на этапах грубого и/или точного определения, для того чтобы определить время прохождения сигнала и/или разделяющее расстояние до цели. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, корреляционные значения импульсов по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу могут исследоваться для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

Этапы грубого, точного и сверхточного определения могут выполняться независимо (например, без выполнения одного или нескольких этапов) и/или вместе. Этапы точного и сверхточного определения могут выполняться параллельно (например, при исследовании синфазного I-канала на этапе точного определения, а квадратурного Q-канала на этапе сверхточного определения) или последовательно (например, при исследовании на этапе сверхточного определения как синфазного I-канала, так и квадратурного Q-канала). Этапы грубого и сверхточного определения могут выполняться параллельно (например, при исследовании синфазного I-канала на этапе грубого определения, а квадратурного Q-канала на этапе сверхточного определения) или последовательно (например, при исследовании на этапе сверхточного определения как синфазного I-канала, так и квадратурного Q-канала).

В одном из вариантов осуществления изобретения на оцифрованный поток данных может накладываться маска шаблона приема для удаления (например, отключения) или иного изменения одной или нескольких частей или сегментов потока данных. Затем замаскированный поток данных может сравниваться с шаблоном приема соответствующего этапа определения (например, на этапе грубого, точного или сверхточного определения) для измерения времени прохождения сигнала, как здесь описано.

В одном из вариантов осуществления изобретения различные шаблоны (например, шаблон передачи на этапе грубого определения, шаблон передачи на этапе точного определения, шаблон приема на этапе грубого определения, шаблон приема на этапе точного определения и/или маска шаблона приема) могут быть одинаковыми. В качестве альтернативного варианта один или несколько (или все) из перечисленных шаблонов могут отличаться друг от друга. Например, различные шаблоны могут включать в себя различные последовательности битов и/или содержать последовательности разной длины. Различные шаблоны (например, шаблон передачи на этапе грубого определения, шаблон передачи на этапе точного определения, шаблон приема на этапе грубого определения, шаблон приема на этапе точного определения и/или маска шаблона приема), используемые на этапе сверхточного определения, также могут отличаться от тех, которые используются только на этапе грубого или точного определения, а также друг от друга.

На Фиг. 11 показана принципиальная схема одного из вариантов осуществления системы 100 обнаружения. Система 100 может использоваться для определения расстояний между устройством обнаружения 102 и одним или несколькими объектами 104 и/или для идентификации движения одного или нескольких целевых объектов 104, причем положения целевых объектов 104 могут изменяться или быть неизвестными. В одном из вариантов осуществления устройство обнаружения 102 содержит радиолокационную систему, передающую последовательности электромагнитных импульсов в виде передаваемых сигналов 106 в направлении целевого объекта 104, по меньшей мере частично отражающиеся в виде отраженных сигналов 108. В качестве альтернативного варианта, устройство обнаружения 102 может содержать оптическую систему обнаружения, такую как лазерная система обнаружения и измерения дальности (ЛИДАР), которая направляет световые пучки к целевому объекту 104 в виде передаваемых сигналов 106 и принимает отраженные световые пучки от целевого объекта 104 в виде отраженных сигналов 108. В другом

варианте осуществления изобретения может использоваться другой способ передачи, такой как гидролокационный, для передачи передаваемых сигналов 106 и приема отраженных сигналов 108.

Время прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108 представляет собой временную задержку между передачей передаваемых сигналов 106 и приемом отраженных сигналов 108 от целевого объекта 104. Время прохождения сигналов может быть пропорционально расстоянию между устройством обнаружения 102 и целевым объектом 104. Устройство обнаружения 102 может измерять время прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108 и вычислять разделяющее расстояние 110 между устройством обнаружения 102 и целевым объектом 104 на основании времени прохождения сигнала.

Система 100 обнаружения может содержать блок управления 112 (внешний блок управления на Фиг. 11), управляющий работой устройства обнаружения 102. Блок управления 112 может содержать одно или несколько логических аппаратных устройств, например, один или несколько процессоров, контроллеров и аналогичных устройств. Блок управления 112, показанный на Фиг. 11, может представлять собой аппаратное обеспечение (например, процессоры) и/или логическую часть аппаратного обеспечения (например, один или несколько наборов инструкций для управления операциями аппаратного обеспечения, которые хранятся на материальном и долговременном машиночитаемом носителе информации, таком как программное обеспечение компьютера, хранящееся в памяти компьютера). Блок управления 112 может взаимодействовать (например, соединяться с возможностью передачи сигналов данных) с устройством обнаружения 102 посредством одного или нескольких проводных и/или беспроводных соединений. Блок управления 112 может располагаться удаленно от устройства обнаружения 102, например, на расстоянии нескольких метров, в другом помещении здания, в другом здании, в другом городском квартале, в другом городе, в другом округе, штате или стране (или на другой

географической границе) и т. п.

В одном из вариантов осуществления изобретения блок управления 112 может взаимодействовать с несколькими устройствами обнаружения 102, расположенными в одном месте или в разных местах. Например, несколько устройств обнаружения 102, удаленных друг от друга, могут взаимодействовать с общим блоком управления 112. Блок управления 112 может отдельно посылать управляющие сообщения каждому из устройств обнаружения 102 для индивидуальной активации (например, включения) или деактивации (например, выключения) устройств обнаружения 102. В одном из вариантов осуществления изобретения блок управления 112 может выдавать команды устройству обнаружения 102 на периодическое выполнение измерений разделяющего расстояния 110, а затем отключать его, переводя в режим ожидания для экономии энергии.

В одном из вариантов осуществления изобретения блок управления 112 может давать команду устройству 102 на активацию (например, включение) и/или деактивацию (например, выключение) для передачи передаваемых сигналов 106 и приема отраженных сигналов 108 и/или для измерения разделяющих расстояний 110.

В качестве альтернативного варианта блок управления 112 может вычислять разделяющее расстояние 110 на основании времени прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108, измеряемого устройством обнаружения 102 и отправляемого в блок управления 112. Блок управления 112 может взаимодействовать с устройством ввода 114, таким как клавиатура, электронная мышь, сенсорный экран, микрофон, сенсорное перо и т. п., и/или устройством вывода 116, таким как монитор компьютера, сенсорный экран (например, тот же сенсорный экран, который используется в качестве устройство ввода 114), динамик, световая сигнализация и т. п. Устройство ввода 114 может принимать входные данные от оператора, например, команды для активации или деактивации устройства обнаружения 102. Устройство вывода 116 может предоставлять оператору информацию,

например, разделяющие расстояния 110 и/или значения времени прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108. Устройство вывода 116 также может подключаться к коммуникационной сети, например, к Интернету.

Форма устройства обнаружения 102 может быть разнообразной в зависимости от области применения или использования системы 100. Устройство обнаружения 102 может размещаться в одном корпусе 1602, например, во внешнем корпусе. Форма корпуса 1602 может зависеть от разных факторов, включая потребности в источнике питания (например, в батарее и/или других силовые соединениях), требования охраны окружающей среды и/или наличие других коммуникационных устройств (например, сетевых устройства для передачи измерений или передачи (приема) других сообщений), но не ограничиваясь ими. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения устройство обнаружения 102 выполнено в форме прямоугольной коробки. Размер устройства обнаружения 102 может быть относительно небольшим, например, 3х6х2 дюйма (7,6х15,2х5,1 см), 70х140х10 мм или др. В качестве альтернативного варианта устройство обнаружения 102 может иметь один или несколько отличающихся размеров.

На Фиг. 12 показана структурная схема одного из вариантов выполнения устройства обнаружения 102. Устройство обнаружения 102 может представлять собой радиолокационное устройство прямой последовательности с широким спектром, использующее относительно высокоскоростную последовательность цифровых импульсов, непосредственно модулирующую несущий сигнал, который затем передается в виде передаваемых сигналов 106 в направлении целевого объекта 104. Отраженные сигналы 108 могут сопоставляться с одной и той же последовательностью импульсов в передаваемых сигналах 106 для определения времени прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108. Это время прохождения сигналов затем можно

использовать для расчета разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11).

Устройство обнаружения 102 имеет фронтальную часть 200 и оконечную часть 202. Фронтальная часть 200 может содержать схему и/или другое аппаратное обеспечение, отправляющее передаваемые сигналы 106 и принимающее отраженные сигналы 108. Оконечная часть 202 может содержать схему и/или другое аппаратное обеспечение, формирующее последовательности импульсов для передаваемых сигналов 106 или генерирующее управляющие сигналы, под воздействием которых фронтальная часть 200 формирует последовательности импульсов для их включения в передаваемые сигналы 106, и/или обрабатывающее (например, анализирующее) отраженные сигналы 108, принимаемые во фронтальной части 200. И фронтальная часть 200, и оконечная часть 202 могут находиться в общем корпусе. Например (и как описано ниже), фронтальная часть 200 и оконечная часть 202 могут располагаться относительно близко друг к другу (например, в пределах нескольких сантиметров или метров) и/или находиться в одном корпусе. В качестве альтернативного варианта фронтальная часть 200 может располагаться удаленно относительно оконечной части 202. Элементы фронтальной части 200 и/или оконечной части 202, соединенные линиями и/или стрелками, схематически показаны на Фиг. 12, они могут представлять собой проводящие соединения (например, провода, шины и т. п.) и/или беспроводные соединения (например, беспроводные сети).

Фронтальная часть 200 включает в себя передающую антенну 204 и приемную антенну 206. Передающая антенна 204 передает передаваемые сигналы 106 в направлении целевого объекта 104, а приемная антенна 206 принимает отраженные сигналы 108, по меньшей мере частично отраженные от целевого объекта 104. В качестве примера, передающая антенна 204 может передавать радиочастотные (РЧ) электромагнитные сигналы в качестве передаваемых сигналов 106, например, РЧ-сигналы, имеющие частоту $24 \text{ ГГц} \pm 1,5 \text{ ГГц}$. В качестве альтернативного варианта, передающая антенна 204 может передавать другие виды сигналов, например, световой пучок, и/или

сигналы на другой частоте. В случае передачи светового пучка антенна может быть заменена на лазер, светодиод или другое устройство. Приемник можно заменить на фотодетектор или фотодиод.

Передатчик 208 фронтальной части («радиочастотная фронтальная часть», «передатчик» и/или «ТХ» на Фиг. 12), расположенный во фронтальной части 200, связан с передающей антенной 204. Передатчик 208 из фронтальной части формирует и подает передаваемый сигнал 106 на передающую антенну 204, чтобы передающая антенна 204 могла транслировать (передавать) передаваемый сигнал 106. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения передатчик 208 из фронтальной части содержит микшеры 210А, 210В и усилитель 212. В качестве альтернативного варианта передатчик 208 из фронтальной части может быть выполнен без усилителя 212. Микшеры 210А, 210В объединяют (например, модулируют) последовательность импульсов или шаблон, формируемый задней частью 202, с периодическим сигналом 216 (например, несущим сигналом) для формирования передаваемого сигнала 106, который передается передающей антенной 204. В одном из вариантов осуществления изобретения микшеры 210А, 210В умножают сигналы-шаблоны 230А, 230В («основополосный сигнал» на Фиг. 12), получаемые от одного или нескольких генераторов 228А, 228В шаблонов передачи (ТХ), на периодический сигнал 216. Сигнал-шаблон 230 содержит шаблон, сформированный генератором 228 кода шаблона. Как описано ниже, сигнал-шаблон 230 может содержать несколько битов, расположенных в известной или определенной последовательности.

Генератор колебаний 214 («осциллятор» на Фиг. 12) фронтальной части 200 генерирует периодический сигнал 216, передаваемый в микшеры 210А, 210В. К примеру, генератор колебаний 214 может содержать или представлять собой управляемый напряжением генератор (VCO – Voltage Controlled Oscillator), генерирующий периодический сигнал 216 на основании сигнала напряжения, подаваемого на генератор колебаний 214, например,

источником питания (например, батареей), установленным в устройстве обнаружения 102, и/или выдаваемого блоком управления 112 (показан на Фиг. 11). Усилитель 212 может увеличить интенсивность (например, коэффициент усиления) передаваемого сигнала 106.

В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения микшер 210А принимает синфазную (I) составляющую или синфазный (I) канал сигнала-шаблона 230А и объединяет I-составляющую или I-канал сигнала-шаблона 230А с периодическим сигналом 216 для формирования I-составляющей или I-канала передаваемого сигнала 106. Микшер 210В принимает квадратурную (Q) составляющую или квадратурный (Q) канал сигнала-шаблона 230В и объединяет Q-составляющую или Q-канал сигнала-шаблона 230В с периодическим сигналом 216 для формирования Q-составляющей или Q-канала передаваемого сигнала 106.

Передаваемый сигнал 106 (например, один или оба канала I и Q) генерируется, когда основополосный передаваемый сигнал 230 поступает в микшеры 210. Цифровой выходной вентиль 250 может располагаться между генератором шаблона передачи и микшерами 210 для дополнительного управления основополосным передаваемым сигналом 230. После того передающей антенной 204 был передан пакет из одного или нескольких передаваемых сигналов 106, устройство обнаружения 102 может переключиться из режима передачи (например, включающего в себя передачу передаваемых сигналов 106) в режим приема для приема отраженных сигналов 108 от целевого объекта 104. В одном из вариантов осуществления изобретения устройство обнаружения 102 не может принимать или воспринимать отраженные сигналы 108, когда находится в режиме передачи, и/или не может передавать передаваемые сигналы 106, когда находится в режиме приема. Когда устройство обнаружения 102 переключается из режима передачи в режим приема, цифровой выходной вентиль 250 может уменьшить время, в течение которого передаваемый сигнал 106 генерируется передатчиком 208 до такой степени, что он устраняется (например,

уменьшается до нулевой интенсивности). Например, клапан 250 может иметь функциональность трех состояний и дифференциальный фильтр высоких частот (представлен клапаном 250). Основополосный сигнал 230 проходит через фильтр до того, как достигает микшера 210, осуществляющего преобразование с повышением частоты. Клапан 250 может иметь коммуникационную связь с блоком управления 112 (показан на Фиг. 11), для того чтобы блок управления 112 мог управлять фильтром клапана 250, переводя его в режим трех состояний (например, в высокоимпедансное состояние), когда происходит передача передаваемого сигнала 106 (или пакета из нескольких передаваемых сигналов 106) и устройство обнаружения 102 должно переключиться на прием отраженных сигналов 108. Фильтр высоких частот через дифференциальные выходы клапана 250 может относительно быстро уменьшать входной передаваемый сигнал 106 после перехода в режим трех состояний. В результате блокируется прохождение передаваемого сигнала 106 к передающей антенне 204 и/или его пропуск к приемной антенне 206, когда устройство обнаружения 102 принимает отраженные сигналы 108.

Приемник 218 из фронтальной части («радиочастотная фронтальная часть», «приемник» и/или «RX»), расположенный во фронтальной части 200, взаимодействует с приемной антенной 206. Приемник 218 из фронтальной части принимает отраженный сигнал 224, представляющий собой отраженные сигналы 108 (или данные, представляющие собой отраженные сигналы 108) от приемной антенны 206. В одном из вариантов осуществления изобретения отраженный сигнал 224 может представлять собой аналоговый сигнал. Приемная антенна 206 может генерировать отраженный сигнал 224 на основании принятых отраженных сигналов 108. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения между приемной антенной 206 и приемником 218 во фронтальной части может располагаться усилитель 238. Приемник 218 во фронтальной части может содержать усилитель 220 и микшеры 222А, 222В. В качестве альтернативного

варианта один или несколько усилителей 220, 238 могут не использоваться. Усилители 220, 238 могут увеличивать интенсивность (например, коэффициент усиления) отраженного сигнала 224. Микшеры 222А, 222В могут содержать или представлять собой одно или несколько смесительных устройств, принимающих различные составляющие или каналы отраженного сигнала 224 для объединения с периодическим сигналом 216 (или копией периодического сигнала 216) от генератора колебаний 214. Например, микшер 222А может объединять аналоговый отраженный сигнал 224 и синфазную I-составляющую периодического сигнала 216 для извлечения синфазной I-составляющей из отраженного сигнала 224 с целью получения первого основополосного отраженного сигнала 226А, передаваемого в оконечную часть 202 устройства обнаружения 102. Первый основополосный отраженный сигнал 226А может содержать синфазную I-составляющую или синфазный I-канал основополосного отраженного сигнала. Микшер 222В может объединять аналоговый отраженный сигнал 224 и квадратурную Q-составляющую периодического сигнала 216 для извлечения квадратурной Q-составляющей из отраженного сигнала 224 с целью получения второго основополосного отраженного сигнала 226В, передаваемого в оконечную часть 202 устройства обнаружения 102. Второй основополосный отраженный сигнал 226В может содержать квадратурную Q-составляющую или квадратурный Q-канал основополосного отраженного сигнала. В одном из вариантов осуществления изобретения отраженные сигналы 226А, 226В можно обобщенно назвать основополосным отраженным сигналом 226. В одном из вариантов осуществления изобретения микшеры 222А, 222В могут умножать отраженный сигнал 224 на I- и Q-составляющие периодического сигнала 216 для формирования основополосных отраженных сигналов 226А, 226В.

Оконечная часть 202 устройства обнаружения 102 содержит генератор 228 кода шаблона передачи (ТХ), генерирующий сигнал-шаблон 230 для его последующего наложения на передаваемый сигнал 106. Генератор 228 кода

шаблона передачи включает в себя генераторы 228А, 228В кода передачи. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения генератор 228А кода передачи генерирует сигнал-шаблон 230А для синфазной I-составляющей или синфазного I-канала («шаблон передачи для канала I» на Фиг. 12), тогда как генератор 228В кода передачи генерирует сигнал-шаблон 230В для квадратурной Q-составляющей или квадратурного Q-канала («шаблон передачи для канала Q» на Фиг. 12). Шаблоны передачи, генерируемые генератором 228 кода шаблона передачи, могут содержать последовательность цифровых импульсов с известной или определенной последовательностью двоичных символов или битов. Бит содержит единицу информации, которая может принимать одно из двух значений, например, значение единицы или нуля, высокое или низкое значение, ВКЛЮЧЕНО или ВЫКЛЮЧЕНО, +1 или -1 и т. п. В качестве альтернативного варианта, бит можно заменить цифрой, единицей информации, которая может принимать одно из трех или более значений и т. п. Последовательность импульсов может быть выбрана оператором системы 100, показанной на Фиг. 11 (например, с помощью устройства ввода 114, показанного на Фиг. 11), может быть реализована аппаратно, запрограммирована в логику генератора 228 кода шаблона или установлена иным образом.

Генератор 228 кода шаблона передачи создает шаблон из битов и передает шаблон с помощью сигналов-шаблонов 230А, 230В в передатчик 208, расположенный во фронтальной части. Для сигналов-шаблонов 230А, 230В можно использовать отдельные обозначения или называть их обобщенно сигналом-шаблоном 230. В одном из вариантов осуществления изобретения сигнал-шаблон 230 может передаваться в передатчик 208, расположенный во фронтальной части, на частоте, не превышающей 3 ГГц. В качестве альтернативного варианта сигнал-шаблон 230 может передаваться в передатчик 208, расположенный во фронтальной части, на большей частоте. Генератор 228 кода шаблона передачи также передает сигнал-шаблон 230 в коррелятор 232 («коррелятор» на Фиг. 12). Например, генератор 228 кода

шаблона может генерировать копию сигнала-шаблона, отправляемую в коррелятор 232.

Секция 202 оконечной части может содержать или представлять собой аппаратное обеспечение (например, один или несколько процессоров, контроллеры или аналогичные устройства) и/или логическую часть аппаратного обеспечения (например, один или несколько наборов инструкций для управления операциями аппаратного обеспечения, которые хранятся на материальном и долговременном машиночитаемом носителе информации, таком как программное обеспечение компьютера, хранящееся в памяти компьютера). Секция 202В приема (RX), расположенная в оконечной части, принимает сигнал-шаблон 230 от генератора 228 кода шаблона и основополосный отраженный сигнал 226 (например, один или несколько сигналов 226А, 226В) от приемника 200 из фронтальной части. В оконечной секции 202В приема может выполняться один или несколько этапов анализа основополосного отраженного сигнала 226 для определения разделяющего расстояния 110, а также отслеживания и/или обнаружения движения целевого объекта 104.

Этапы анализа могут включать в себя этап грубого определения, этап точного определения и/или этап сверхточного определения, описанные выше. На этапе грубого определения процессор 232 основной полосы частот сравнивает сигнал-шаблон 230 с основополосным отраженным сигналом 226 для определения приближенного или расчетного времени прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108. Например, процессор 232 основной полосы частот может измерять искомую временную задержку между временем передачи передаваемого сигнала 106 и последующим моментом времени, когда шаблон в сигнале-шаблоне 230 (или в его части) и основополосный отраженный сигнал 226 совпадают или в значительной мере совпадают друг с другом, как описано ниже. Искомая временная задержка может использоваться в качестве расчетной оценки времени прохождения передаваемого сигнала 106 и соответствующего

отраженного сигнала 108.

На этапе точного определения устройство обнаружения 102 может сравнивать дублированную копию сигнала-шаблона 230 с основополосным отраженным сигналом 226. Дублированная копия сигнала-шаблона 230 может представлять собой сигнал, содержащий сигнал-шаблон 230 с временной задержкой, измеренной на этапе грубого определения. Устройство обнаружения 102 сравнивает дублированную копию сигнала-шаблона 230 с основополосным отраженным сигналом 226, чтобы определить величину или степень наложения или рассогласования по времени между дублированным сигналом-шаблоном и основополосным отраженным сигналом 226. Это наложение или рассогласование по времени может представлять собой дополнительную часть времени прохождения сигнала, которая может быть добавлена ко времени прохождения сигнала, рассчитанному на этапе грубого определения. В одном из вариантов осуществления изобретения на этапе точного определения исследуются I- и/или Q-составляющие основополосного отраженного сигнала 226 и дублированного сигнала-шаблона.

На этапе сверхточного определения устройство обнаружения 102 также может анализировать I- и/или Q-составляющие основополосного отраженного сигнала 226 и дублированного сигнала-шаблона для определения наложения или рассогласования по времени между I- и/или Q-составляющими основополосного отраженного сигнала 226 и дублированного сигнала-шаблона. Наложение или рассогласование Q-составляющих основополосного отраженного сигнала 226 и дублированного сигнала-шаблона по времени может представлять собой дополнительную временную задержку, которая может быть добавлена ко времени прохождения сигнала, вычисленному на этапах грубого и точного определения (например, путем исследования I- и/или Q-составляющих), чтобы получить относительно точную оценку времени прохождения сигнала. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, может использоваться этап сверхточного определения для точного отслеживания и/или обнаружения

движения целевого объекта 104 в пределах интересующего бита. Понятия «точный» и «сверхточный» используются для обозначения того, что точный этап может обеспечивать более достоверный и/или точный (например, с большим разрешением) расчет времени прохождения сигнала (t_F) и/или разделяющего расстояния 110 по сравнению с этапом грубого определения, а этап сверхточного определения может обеспечивать более достоверный и/или точный (например, с большим разрешением) расчет времени прохождения сигнала (t_F) и/или разделяющего расстояния 110 по сравнению с этапом точного определения и этапом грубого определения. В качестве альтернативного варианта или дополнительно может исследоваться временной сдвиг импульсов по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

Как описано выше, этап сверхточного определения может включать в себя процесс, аналогичный используемому на этапе грубого определения. Например, на этапе грубого определения можно исследовать синфазный I-канал шаблона приема и потока данных для определения корреляционных значений различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и соответствующее время прохождения сигнала, как здесь описано. На этапе сверхточного определения можно использовать синфазный I-канал и/или квадратурный Q-канал шаблона приема и потока данных для определения корреляционных значений различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и время прохождения сигнала. Значения времени прохождения сигнала, полученные по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу, можно объединить (например, усреднить) для расчета времени прохождения сигнала и/или разделяющего расстояния до цели. Корреляционные значения, вычисленные на этапе сверхточного определения могут использоваться для расчета дополнительной временной задержки, которую можно добавить к временным

задержкам, полученным на этапах грубого и/или точного определения, для того чтобы определить время прохождения сигнала и/или разделяющее расстояние до цели. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, корреляционные значения импульсов по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу могут исследоваться для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

Оконечная секция 202 может содержать первый процессор 232А основной полосы частот («процессор основной полосы частот для канала I» на Фиг. 12) и второй процессор 232В основной полосы частот («процессор основной полосы частот для канала Q» на Фиг. 12). Первый процессор 232А основной полосы частот может проверять I-составляющую или I-канал отраженного сигнала 226А, а второй процессор 232В основной полосы частот может проверять Q-составляющую или Q-канал отраженного сигнала 226В. Оконечная секция 202 может выдавать измерительный сигнал 234 в качестве результата анализа основополосного отраженного сигнала 226. В одном из вариантов осуществления изобретения измерительный сигнал 234 содержит измерительный сигнал 234А синфазной I-составляющей или синфазного I-канала от первого процессора 232А основной полосы частот и измерительный сигнал 234В квадратурной Q-составляющей или квадратурного Q-канала от второго процессора 232В основной полосы частот. Измерительный сигнал 234 может содержать информацию о разделяющем расстоянии 110 и/или времени прохождения сигнала. Общая оценка 260 положения может быть передана в блок управления 112 (показан на Фиг. 11), чтобы блок управления 112 мог использовать данные или информацию о разделяющем расстоянии 110 и/или времени прохождения сигнала для одной или нескольких различных задач, расчетов и т. п. и/или для выдачи оператору на устройство вывода 116 (показано на Фиг. 11).

Как описано ниже, окно корреляции, также содержащее шаблон (например, последовательность импульсов битов) или его часть, которое

было передано в передаваемом сигнале 106, может сравниваться с основополосным отраженным сигналом 226. Окно корреляции может последовательно сдвигаться или задерживаться относительно некоторого положения в рамках основополосного отраженного сигнала 226, определяющего начало отраженного сигнала 226 (например, время, соответствующее времени передачи передаваемого сигнала 106, при этом оно может быть или не быть точным началом основополосного отраженного сигнала) и последовательно или в любом другом порядке сравниваться с различными выборками или частями основополосного отраженного сигнала 226. Затем могут быть вычислены корреляционные значения, характеризующие степень наложения между последовательностью импульсов в окне корреляции и выборками или частями основополосного отраженного сигнала 226, и на основании разницы по времени между началом основополосного отраженного сигнала 226 и одним или несколькими максимальными или относительно высокими значениями корреляции может быть определена искомая временная задержка (например, ориентировочное время прохождения сигнала). Максимальное или относительно высокое корреляционное значение может характеризовать по меньшей мере частичное отражение передаваемых сигналов 106 от целевого объекта 104 и может быть названо искомым корреляционным значением.

Используемые здесь понятия «максимум», «минимум» и их формы не ограничены абсолютными наибольшими и наименьшими значениями, соответственно. Например, наряду с тем, что «максимальное» корреляционное значение может представлять собой максимально возможное корреляционное значение, «максимальное» корреляционное значение также может представлять собой корреляционное значение, которое больше, чем одно или несколько других корреляционных значений, но не обязательно является максимально возможным корреляционным значением, которое может быть получено. Аналогичным образом, наряду с тем, что «минимальное» корреляционное значение может представлять собой

минимально возможное корреляционное значение, «минимальное» корреляционное значение также может представлять собой корреляционное значение, которое меньше, чем одно или несколько других корреляционных значений, но не обязательно является минимально возможным корреляционным значением, которое может быть получено.

Затем искомая временная задержка может использоваться для расчета разделяющего расстояния 110 на этапе грубого определения. Например, в одном из вариантов осуществления изобретения разделяющее расстояние 110 можно оценить или рассчитать по формуле:

$$d = \frac{t_F \times c}{2} \quad \text{Уравнение №1}$$

где d – разделяющее расстояние 110, t_F – искомая временная задержка (вычисленная как время от начала основополосного отраженного сигнала 226 до идентификации искомого корреляционного значения) и c – скорость света. В качестве альтернативного варианта c может представлять собой скорость, с которой передаваемые сигналы 106 и/или отраженные сигналы 108 проходят через среду или среды, находящиеся между устройством обнаружения 102 и целевым объектом 104. В другом варианте осуществления изобретения значение t_F и/или c может быть изменено с помощью калибровочного коэффициента или другого коэффициента для учета составляющих задержки между передачей передаваемых сигналов 106 и получением отраженных сигналов 108, не связанных с временем прохождения передаваемых сигналов 106 и/или отраженных сигналов 108.

Продолжая ссылаться на устройство обнаружения 102, представленное на Фиг. 12, на Фиг. 13А и 13В показаны схематические изображения этапа грубого определения времени прохождения передаваемого сигнала 106 и соответствующего отраженного сигнала 108 согласно одному из вариантов осуществления изобретения. Под «грубым» понимается выполнение одного или нескольких дополнительных измерений или анализ одного и того же или другого отраженного сигнала 224 (показан на Фиг. 12), формируемого на

основании отраженных сигналов 108, для обеспечения более достоверного и/или точного измерения времени прохождения сигнала (t_F) и/или разделяющего расстояния 110. Использование термина «грубый» не означает, что вышеописанная методика измерения является недостоверной или неточной. Как описано выше, задняя секция 202В приема принимает шаблон, генерируемый генератором 228 кода шаблона, и основополосный отраженный сигнал 226. Основополосный отраженный сигнал 226 может быть сформирован путем смещения (например, умножения) отраженного сигнала 224 с периодическим сигналом 216 для преобразования отраженного сигнала 224 в основополосный сигнал.

На Фиг. 13А показана прямоугольная форма передаваемого сигнала 322, характеризующая передаваемый сигнал 106 (изображенный на Фиг. 11), и оцифрованный отраженный сигнал 226. Отраженный сигнал 226, показанный на Фиг. 13А, может представлять собой синфазную I-составляющую или синфазный I-канал отраженного сигнала 226 (например, сигнал 226А). Сигналы 322, 226 показаны рядом с горизонтальными осями 304 времени. Передаваемый сигнал 322 включает в себя сегменты 326 сигнала-шаблона, несущие информацию о шаблоне, содержащемся в передаваемом сигнале 106. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения сегменты 326 сигнала-шаблона соответствуют битовому шаблону 101011, где 0 соответствует низкому значению 328 передаваемого сигнала 322, а 1 соответствует высокому значению 330 передаваемого сигнала 322. Каждое из значений: и низкое 328, и высокое 330 – наблюдается в течение битового интервала 332. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения каждый сегмент 326 сигнала-шаблона содержит шесть битов (например, шесть нулей и единиц) с таким расчетом, чтобы каждый сегмент 326 сигнала-шаблона занимал ровно шесть битовых интервалов 332. В качестве альтернативного варианта один или несколько сегментов 326 сигнала-шаблона могут содержать другую последовательность низких или высоких значений 328, 330 и/или повторяться в течение другого

количества битовых интервалов 332.

Основополосный отраженный сигнал 226 содержит в одном варианте выполнения последовательность прямоугольных импульсов (например, низкие и высокие значения 328, 330), но импульсы могут иметь и другую форму. Отраженный сигнал 226 может быть представлен в виде цифрового отраженного сигнала 740 (показан и описан ниже со ссылкой на Фиг. 13В). Как описано ниже, различные части или выборки из цифрового отраженного сигнала 740 можно сравнивать с последовательностью шаблона передаваемого сигнала 106 (например, сегменты 326 сигнала-шаблона) для определения искомой временной задержки или расчетного времени прохождения сигнала. Как показано на Фиг. 13А, прямоугольные импульсы (например, низкие и высокие значения 328, 330) основополосного отраженного сигнала 226 могут не точно совпадать с битовыми интервалами 332 передаваемого сигнала 322.

На Фиг. 13В изображен оцифрованный отраженный сигнал 740 с Фиг. 13А вдоль оси 304 времени. Как показано на Фиг. 13В, оцифрованный отраженный сигнал 740 можно схематически показать в виде последовательности битов 300, 302. Каждый бит 300, 302 в оцифрованном отраженном сигнале 740 может представлять собой низкое или высокое значение 328, 330 (показанное на Фиг. 13А) оцифрованного отраженного сигнала 740. В качестве примера, бит 300 (например, равный 0) может представлять собой низкие значения 328 оцифрованного отраженного сигнала 740, а бит 302 (например, равный 1) может представлять собой высокие значения 330 оцифрованного отраженного сигнала 740.

Основополосный отраженный сигнал 226 начинается в момент времени по оси 304, соответствующий передаче. Время передачи может соответствовать времени, когда устройство обнаружения 102 передает передаваемый сигнал 106. В качестве альтернативного варианта время передачи может соответствовать другому моменту времени: до или после того времени, когда передается передаваемый сигнал 106.

Процессор 232 основной полосы частот получает от генератора 228 шаблона сигнал 240 с шаблоном приема, аналогичным шаблону передачи (например, в сигнале 230), включенному в передаваемый сигнал 106, сигнал 240 с шаблоном приема может содержать сигнал, представляющий собой последовательность битов, например, шаблон 306 приема в виде последовательности цифровых импульсов, показанный на Фиг. 13.

Процессор 232 основной полосы частот сравнивает шаблон 306 приема с отраженным сигналом 226. В одном из вариантов осуществления изобретения шаблон 306 приема является копией шаблона передачи битов, включенного в передаваемый сигнал 106 от генератора 228 кода шаблона, как описано выше. В качестве альтернативного варианта шаблон 306 приема может отличаться от шаблона передачи, включенного в передаваемый сигнал 106. Например, шаблон 306 приема может иметь другую последовательность битов (например, содержать один или несколько различных импульсов, представляющих собой другую последовательность битов) и/или содержать более длинную или более короткую последовательность битов по сравнению с шаблоном передачи. Шаблон 306 приема может быть представлен одним или несколькими сегментами 326 сигнала-шаблона или его частью, показанными на Фиг. 13А.

Процессор 232 основной полосы частот использует весь шаблон 306 приема или его часть в качестве окна 320 корреляции, которое сравнивают с различными частями оцифрованного отраженного сигнала 740 для вычисления корреляционных значений (КЗ) в различных точках. Корреляционные значения представляют собой различные степени соответствия между шаблоном приема 306 и оцифрованным отраженным сигналом 740 для различных выборок битов из оцифрованного отраженного сигнала 740. В примере, показанном на Фиг. 13, окно 320 корреляции содержит шесть битов 300, 302. В качестве альтернативного варианта окно 320 корреляции может содержать другое количество битов 300, 302. Коррелятор 731 может сдвигать по времени окно 320 корреляции вдоль

отраженного сигнала 740 для того, чтобы определить, где наблюдается наиболее точное совпадение с шаблоном в окне 320 корреляции (например, какая выборка из отраженного сигнала 226) по сравнению с одной или несколькими другими (или всеми) частями отраженного сигнала 740. В одном из вариантов осуществления изобретения при выполнении этапа грубого определения первый процессор 232А основной полосы частот сравнивает окно 320 корреляции с синфазной I-составляющей или синфазным I-каналом отраженного сигнала 226.

Например, коррелятор 731 может сравнивать биты в окне 320 корреляции с первой выборкой 308 битов 300, 302 из оцифрованного отраженного сигнала 740. Например, коррелятор 731 может сравнивать шаблон 306 приема с первыми шестью битами 300, 302 оцифрованного отраженного сигнала 740. В качестве альтернативного варианта коррелятор 731 может начать со сравнения шаблона 306 приема с другими выборками из оцифрованного отраженного сигнала 740. Коррелятор 731 вычисляет первое корреляционное значение для первой выборки 308 битов из оцифрованного отраженного сигнала 740 путем определения того, насколько точно последовательность битов 300, 302 в первой выборке 308 соответствует последовательности битов 300, 302 из шаблона 306 приема.

В одном из вариантов осуществления изобретения коррелятор 731 присваивает первое значение (например, +1) тем сравниваемым с окном 320 корреляции битам 300, 302 в выборке из оцифрованного отраженного сигнала 740, которые соответствуют последовательности битов 300, 302 в окне 320 корреляции, и другое, второе значение (например, -1) присваивает тем исследуемым битам 300, 302 в выборке из оцифрованного отраженного сигнала 740, которые не соответствуют последовательности битов 300, 302 в окне 320 корреляции. В качестве альтернативного варианта можно использовать и другие значения. Затем коррелятор 731 может суммировать эти присвоенные значения для выборки из оцифрованного отраженного сигнала 740, чтобы получить корреляционное значение для выборки.

Что касается первой выборки 308 битов из оцифрованного отраженного сигнала, то только четвертый бит (например, ноль) и пятый бит (например, один) соответствуют четвертому биту и пятому биту в окне 320 корреляции. Оставшиеся четыре бита в первой выборке 308 не совпадают с соответствующими битами в окне 320 корреляции. В результате, если совпадающим битам присваивают значение +1, а несовпадающим битам – значение -1, то вычисленное корреляционное значение для первой выборки 308 из оцифрованного отраженного сигнала 740 будет равно -2. С другой стороны, если значение +1 присваивают совпадающим битам, а 0 присваивают несовпадающим битам, то вычисленное корреляционное значение для первой выборки 308 из оцифрованного отраженного сигнала 740 будет равно +2. Как описано выше, вместо +1 и/или -1 можно использовать другие значения.

Затем коррелятор 731 сдвигает окно 320 корреляции путем сравнения последовательности битов 300, 302 в окне 320 корреляции с другой (например, более поздней или следующей) выборкой из оцифрованного отраженного сигнала 740. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения коррелятор 731 сравнивает окно 320 корреляции с шестым и седьмым битами 300, 302 из оцифрованного отраженного сигнала 740 для вычисления другого корреляционного значения. Как показано на Фиг. 13, выборки, с которыми сравнивают окно 320 корреляции, могут, по меньшей мере частично, перекрываться друг с другом. Например, каждая из выборок, с которыми сравнивают окно 320 корреляции, может перекрываться с любой другой выборкой всеми битами из каждой выборки за исключением одного. В другом примере каждая из выборок может перекрываться друг с другом на меньшее число битов из каждой выборки или даже не перекрываться совсем.

Коррелятор 731 может продолжать сравнивать окно 320 корреляции с различными выборками из оцифрованного отраженного сигнала 740 для вычисления корреляционных значений для этих выборок. В продолжение приведенного выше примера, коррелятор 731 вычисляет корреляционные

значения, показанные на Фиг. 13, для различных выборок из оцифрованного отраженного сигнала 740. На Фиг. 13 сдвигаемое окно 320 корреляции показано ниже той выборки, с которой сравнивают окно 320 корреляции, а корреляционное значение выборки, с которой сравнивают окно 320 корреляции, приведено справа от окна 320 корреляции (здесь использованы значение +1 для совпадений и -1 для несоответствий). Как показано в проиллюстрированном примере, корреляционное значение, связанное с пятым по десяти битам 300, 302 в оцифрованном отраженном сигнале 226, больше, чем одно или несколько других корреляционных значений для других выборок, или является наибольшим из корреляционных значений (например, +6).

В другом варианте осуществления изобретения шаблон 306 приема, включенный в окно 320 корреляции и сравниваемый с выборками из оцифрованного отраженного сигнала 740, может содержать часть шаблона передачи, включенную в передаваемый сигнал 106 (показан на Фиг. 11), но не полностью весь шаблон передачи. Например, если шаблон передачи в передаваемом сигнале 106 содержит сигнал, представляющий собой последовательность цифровых импульсов из тринадцати (или другого количества) битов 300, 302, коррелятор 731 может использовать шаблон 306 приема, включающий в себя менее тринадцати (или другого количества) битов 300, 302, входящих в шаблон передачи.

В одном из вариантов осуществления изобретения коррелятор 731 может сравнивать лишь часть шаблона 306 приема с выборками, накладывая маску на шаблон 306 приема для формирования окна 320 корреляции (также называемого замаскированным шаблоном приема). Что касается шаблона 306 приема, показанного на Фиг. 13, коррелятор 731 может накладывать маску, содержащую последовательность 000111 (или другую маску) на шаблон 306 приема для исключения первых трех битов 300, 302 из шаблона 306 приема, чтобы сравнивать только последние три бита 300, 302 с различными выборками из оцифрованного отраженного сигнала 740. Маска может

накладываться путем умножения каждого бита в маске на соответствующий бит в шаблоне 306 приема. В одном из вариантов осуществления одну и ту же маску накладывают на каждую выборку из оцифрованного отраженного сигнала 740, когда окно 320 корреляции сравнивают с выборками.

Коррелятор 731 может идентифицировать искомое корреляционное значение 312, являющееся наибольшим, которое больше одного или нескольких других корреляционных значений и/или больше заданного порога. В проиллюстрированном примере пятое корреляционное значение (например, +6) может представлять собой искомое корреляционное значение 312. Выборка или выборки битов из оцифрованного отраженного сигнала 740, соответствующие искомому корреляционному значению 312, могут быть идентифицированы как искомая выборка 314 или искомые выборки. В проиллюстрированном примере искомая выборка 314 включает в себя с пятого по десятый биты 300, 302 из оцифрованного отраженного сигнала 740. В этом примере, если начало искомой выборки используется для ее идентификации, то искомая задержка будет равна пяти. Там, где передаваемые сигналы 106 (показаны на Фиг. 11) отражаются от нескольких целевых объектов 104 (показаны на Фиг. 11), например, различных целевых объектов 104, расположенных на разных разделяющих расстояниях 110 от устройства обнаружения 102, могут идентифицироваться несколько искомых выборок.

Каждая выборка из оцифрованного отраженного сигнала 740 может быть связана с временной задержкой (t_d) между началом оцифрованного отраженного сигнала 740 (например, t_0) и началом первого бита в каждой выборке из оцифрованного отраженного сигнала 740. В качестве альтернативного варианта, начало временной задержки (t_d) для выборки может быть измерено относительно другого начального момента времени (например, от момента времени до или после начала оцифрованного отраженного сигнала 740) и/или конец временной задержки (t_d) может попадать на другую позицию в выборке, например, в середину или на другой

бит выборки.

Временная задержка (t_d), связанная с искомой выборкой, может характеризовать время прохождения (t_F) передаваемого сигнала 106, отраженного от целевого объекта 104. На основании приведенного выше уравнения (1) время прохождения сигнала можно использовать для расчета разделяющего расстояния 110 между устройством обнаружения 102 и целевым объектом 104. В одном из вариантов осуществления изобретения расчет времени прохождения сигнала (t_F) может основываться на приведенной временной задержке (t_d), например, временной задержке, приведение которой осуществляют с помощью калибровочного коэффициента для получения времени прохождения сигнала (t_F). К примеру, время прохождения сигнала (t_F) может быть скорректировано с учетом распространения сигналов и/или другой обработки или анализа. На расчет времени прохождения сигнала (t_F) могут влиять распространение отраженного сигнала 224, формирование основополосного отраженного сигнала 226, распространение основополосного отраженного сигнала 226 через элементы устройства обнаружения 102 и аналогичные процессы. Временная задержка, связанная с искомой выборкой из основополосного отраженного сигнала 226, может включать в себя время прохождения передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108, а также может включать в себя время распространения различных сигналов в аналоговом и цифровом блоках системы 100 (например, в корреляторе 731, и/или в генераторе 228 кода шаблона, и/или в микшерах 210, и/или в усилителе 238).

Чтобы определить время распространения данных и сигналов через эти элементы, можно использовать процедуру калибровки. Измерение может проводиться на известном расстоянии до цели. Например, один или несколько передаваемых сигналов 106 могут быть направлены на целевой объект 104, находящийся на известном разделяющем расстоянии 110 от передающей и/или приемной антенн 204, 206. Расчет времени прохождения передаваемых сигналов 106 может быть выполнен, как описано выше, а

время прохождения сигнала может использоваться для определения расчетного разделяющего расстояния 110. На основе разницы между фактическим известным разделяющим расстоянием 110 и расчетным разделяющим расстоянием 110 можно вычислить погрешность измерения, учитывающую время распространения через элементы устройства обнаружения 102. Это время распространения можно затем использовать для последующей коррекции (например, уменьшения) значений времени прохождения сигнала, вычисляемых с помощью устройства обнаружения 102.

В одном из вариантов осуществления изобретения устройство обнаружения 102 может передавать несколько пакетов передаваемых сигналов 106, а коррелятор 731 может вычислять несколько корреляционных значений для оцифрованных отраженных сигналов 740, основанных на отраженных сигналах 108, получаемых из передаваемых сигналов 106. Корреляционные значения для нескольких передаваемых сигналов 106 могут быть сгруппированы по общим временным задержкам (t_d), например, путем вычисления математического ожидания, среднего значения или другой статистической меры корреляционных значений, рассчитанных для одинаковых или приблизительно одинаковых временных задержек (t_d). Сгруппированные корреляционные значения, которые превышают другие корреляционные значения или являются наибольшими, могут использоваться для более точного расчета времени прохождения сигнала (t_F) и разделяющего расстояния 110 по сравнению с использованием только одного корреляционного значения и/или пакета.

На Фиг. 14 показан один пример расчета корреляционных значений, вычисленных и усредненных по нескольким передаваемым сигналам, изображенным на Фиг. 11. Корреляционные значения 400 показаны рядом с горизонтальной осью 402, соответствующей оси времени (например, временным задержкам или значениям времени прохождения сигнала), и вертикальной осью 404, по которой откладываются корреляционные значения

400. Как показано на Фиг. 14, на основании нескольких корреляционных значений 400, сгруппированных по нескольким передаваемым сигналам 106, можно идентифицировать несколько пиков 406, 408. Пики 406, 408 могут быть связаны с одним или несколькими целевыми объектами 104 (показаны на Фиг. 11), от которых отражаются передаваемые сигналы 106. Временные задержки, связанные с одним или несколькими пиками 406, 408 (например, значения времени по горизонтальной оси 402), могут использоваться для вычисления разделяющего расстояния (расстояний) 110 до одного или нескольких целевых объектов 104, связанных с пиками 406, 408, как описано выше.

На Фиг. 15 приведена еще одна принципиальная схема устройства обнаружения 102, изображенного на Фиг. 12. На Фиг. 15 показано, что устройство обнаружения 102 имеет радиочастотную фронтальную часть 500 и процессорную оконечную часть 502. Радиочастотная фронтальная часть 500 может содержать по меньшей мере некоторые элементы, входящие во фронтальную часть 200 (показанную на Фиг. 12) устройства обнаружения 102, а процессорная оконечная часть 502 может содержать по меньшей мере некоторые элементы оконечной части 202 (показанной на Фиг. 12) устройства обнаружения 102 и/или один или несколько элементов (например, передатчик 208 из фронтальной части и/или приемник 218, показанные на Фиг. 12), расположенные во фронтальной части 200.

Как описано выше, принимаемый отраженный сигнал 224 может быть согласован с помощью цепей 506 (например, приемника 218 из фронтальной части, показанного на Фиг. 12), используемых для высокоскоростных оптических систем связи в одном из вариантов осуществления изобретения. Это согласование может включать в себя только усиление и/или квантование. Затем сигнал 224 может передаваться в цифратор 730, формирующий цифровой сигнал на основании сигнала 224, который затем передается в коррелятор 731 (описанный ниже) для сравнения с исходной последовательностью передачи, чтобы извлечь информацию о времени

прохождения сигнала. Коррелятор 731 и согласующие цепи можно обобщенно назвать секцией обработки основной полосы частот устройства обнаружения 102.

Кроме того, как описано выше, генератор 228 кода шаблона генерирует шаблон (например, последовательность цифровых импульсов), передаваемую в сигнале-шаблоне 230. Цифровая последовательность импульсов может иметь относительно высокую скорость, чтобы получить более короткие импульсы и повысить достоверность и/или точность системы 100 (показанной на Фиг. 11), и/или распространять передаваемую энергию радиоизлучения в очень широком диапазоне частот. Если импульсы достаточно короткие, полоса частот может быть достаточно широкой, чтобы ее классифицировать как сверхширокую полосу пропускания (UWB — Ultra-wideband). В результате, система 100 может работать в сверхшироком диапазоне частот 22-27 ГГц и/или 3-10 ГГц, доступном по всему миру (с региональными вариациями) и не требующем лицензии для работы.

В одном из вариантов осуществления изобретения последовательность цифровых импульсов генерируют одна или несколько цифровых схем, таких как относительно маломощная программируемая пользователем вентильная матрица (FPGA – Field-Programmable Gate Array) 504. Программируемая пользователем вентильная матрица 504 может представлять собой интегральную схему, предназначенную для настройки пользователем или проектировщиком после ее изготовления для реализации цифровой или логической системы. Как показано на Фиг. 15, программируемая пользователем вентильная матрица 504 может быть реализована с возможностью выполнения функций генератора 228 импульсного кода и коррелятора 731. Последовательность импульсов может буферизироваться и/или согласовываться с помощью одной или нескольких цепей 508, а затем передаваться непосредственно в передающий радиочастотный блок, расположенный в фронтальной части 500 (например, в передатчик 208 фронтальной части).

На Фиг. 16 показана структурная схема одного из вариантов исполнения фронтальной части 200 устройства 200 обнаружения, изображенного на Фиг. 12. Фронтальная часть 200 устройства обнаружения 102 может иметь альтернативные названия: радиочастотная фронтальная секция 500 (показана на Фиг. 15) или радиочастотный блок устройства обнаружения 102. В одном из вариантов осуществления изобретения фронтальная часть 200 содержит передатчик 600 прямого преобразования («микросхема передатчика» на Фиг. 16) и приемник 602 («микросхема приемника» на Фиг. 16) с генератором общей опорной частоты 604 («микросхема управляемого напряжением генератора» на Фиг. 16). Передатчик 600 может содержать или представлять собой передатчик 208 фронтальной части (показан на Фиг. 12), а приемник 602 может содержать или представлять собой приемник 218 фронтальной части (показан на Фиг. 12).

Генератор 604 общей опорной частоты может представлять собой или содержать генератор колебаний 214, показанный на Фиг. 12. Генератор 604 общей опорной частоты может представлять собой управляемый напряжением генератор, выдающий опорный сигнал частоты в виде периодического сигнала 216. В одном из вариантов осуществления изобретения частота опорного сигнала 216 составляет половину заданной или желаемой несущей частоты передаваемого сигнала 106 (показан на Фиг. 11). В качестве альтернативного варианта опорный сигнал 216 может иметь другую частоту, например, совпадающую с несущей частотой, кратную несущей частоте или пропорционально меньшую и т. д.

В одном из вариантов осуществления генератор 604 опорного сигнала излучает сигнал 216 опорной частоты, представляющий собой синусоидальную волну с частотой равной половине несущей частоты. Опорный сигнал разделяется поровну и подается на передатчик 600 и приемник 602. Несмотря на то, что генератор 604 опорного сигнала может позволять изменять частоту опорного сигнала 216 в соответствии с входным

управляющим напряжением, генератор 604 опорного сигнала может работать при фиксированном управляющем напряжении, это делается для того, чтобы опорный генератор 604 выдавал опорный сигнал 216 фиксированной частоты. Это допустимо, поскольку частотная когерентность между передатчиком 600 и приемником 602 может поддерживаться автоматически. Кроме того, это устройство может обеспечить когерентность между передатчиком 600 и приемником 602 без использования фазовой подстройки частоты (PLL – Phase Locked Loop) или другой схемы управления, которая может снизить точность и/или скорость работы устройства обнаружения 102. В другом варианте осуществления изобретения фазовая подстройка частоты может быть добавлена для других целей, например, для стабилизации несущей частоты или для другого управления несущей частотой.

Опорный сигнал 216 может разделяться и направляться в передатчик 600 и приемник 602. Опорный сигнал 216 приводит в действие передатчик 600 и приемник 602, как описано выше. Передатчик 600 может приводить в действие (например, активировать для передачи передаваемого сигнала 106, показанного на Фиг. 11) передающую антенну 204 (показанную на Фиг. 12)

Приемник 602 может принимать обратный отраженный сигнал через приемную антенну 206 (показана на Фиг. 12), расположенную отдельно от передающей антенны 204. Это может устранить потребность в переключателе режимов T/R (передача/прием), расположенном между передатчиком 600 и приемником 602. Передатчик 600 может преобразовывать с повышением частоты синхронизирующий опорный сигнал 216 и передавать радиочастотный передаваемый сигнал 606 через передающую антенну 204 для приведения в действие передающей антенны 204 и передачи передаваемого сигнала 106 (показан на Фиг. 11). В одном из вариантов осуществления изобретения выходной сигнал передатчика 600 может иметь максимальную частоту или частоту, превышающую одну или несколько других частот в устройстве обнаружения 102 (показано на Фиг. 11). Например, передаваемый сигнал 606 от передатчика 600 может передаваться

на несущей частоте. Этот передаваемый сигнал 606 может подаваться непосредственно на передающую антенну 204 для минимизации или уменьшения потерь передающего сигнала 606.

В одном из вариантов осуществления изобретения передатчик 600 может принимать отдельные синфазные (I) и квадратурные (Q) цифровые шаблоны или сигналы от генератора 604 шаблона и/или генератора 228 кодов шаблона (показан на Фиг. 12). Это может обеспечить повышенную гибкость формирования передаваемого сигнала 606 и/или изменять передаваемый сигнал 606 в процессе обработки или во время передачи передаваемых сигналов 106.

Как описано выше, приемник 602 также может принимать копию сигнала 216 опорной частоты от генератора 604 опорного сигнала. Возвращающиеся отраженные сигналы 108 (показаны на Фиг. 11) принимаются приемной антенной 206 (показана на Фиг. 12) и могут подаваться непосредственно на приемник 602 в виде отраженного сигнала 224. Такое расположение может обеспечить максимально возможное или повышенное отношение входного сигнала к шуму (SNR – Signal to Noise Ratio) в системе, поскольку отраженный сигнал 224 распространяется на минимальное или относительно небольшое расстояние до того, как этот отраженный сигнал 224 поступит в приемник 602. Например, отраженный сигнал 224 не может распространяться или в других случаях проходить через переключатель, например, переключатель режимов передачи/приема (TX/RX).

Приемник 602 может преобразовывать с понижением частоты относительно широкий блок частотного спектра, центрированный на несущей частоте, для получения основополосного сигнала (например, основополосного отраженного сигнала 226, показанного на Фиг. 12). Затем основополосный сигнал может обрабатываться в аналоговой секции основной полосы частот устройства обнаружения 102 (показанного на Фиг. 11), например, коррелятором 731 (показан на Фиг. 12) и/или в одним или

несколькими другими элементами, чтобы извлечь информацию о времени прохождения сигнала (t_F). Как описано выше, этот принимаемый отраженный сигнал 224 содержит копию сигнала шаблона передачи с задержкой. Задержка может характеризовать и/или представлять собой измерение времени прохождения передаваемого сигнала 106 и соответствующего отраженного сигнала 108 туда и обратно.

Сигнал 216 опорной частоты может содержать или содержит два или более отдельных сигнала, например, I- и Q-составляющие, сдвинутые по фазе одна относительно другой. Сигналы со сдвигом фаз также могут генерироваться внутри передатчика 600 и приемника 602. Например, сгенерированный сигнал 216 может содержать две или более составляющие со сдвигом фаз (например, I- и Q-составляющие или каналы) или сигнал может быть сгенерирован, а позже модифицирован так, чтобы он содержал две или более составляющие со сдвигом фаз.

В одном из вариантов осуществления изобретения фронтальная часть 200 обеспечивает относительно высокую степень гальванической развязки между передающим сигналом 606 и отраженным сигналом 224. Эта гальваническая развязка может достигаться одним или несколькими способами. Во-первых, передающие и принимающие элементы (например, передатчик 600 и приемник 602) могут физически располагаться в отдельных микросхемах, цепях или в другом оборудовании. Во-вторых, генератор 604 опорного сигнала может работать на частоте равной половине несущей частоты, за счет чего может быть уменьшено проникание сигнала. В-третьих, передатчик 600 и приемник 602 могут иметь выделенные (например, отдельные) антенны 204, 206, также физически изолированные друг от друга. Эта изоляция позволяет исключить переключатель режимов передачи/приема, который в иных случаях может входить в систему 100. Отказ от использования переключателя режимов передачи/приема также может устранить задержку на время переключения между передачей передаваемых сигналов 106 и приемом отраженных сигналов 108, показанных на Фиг. 11.

Сокращение времени переключения может позволить системе 100 более достоверно и/или точно измерять расстояния до относительно близких целевых объектов 104. Например, сокращение времени переключения может уменьшить пороговое расстояние, которое может потребоваться между устройством обнаружения 102 и целевым объектом 104 для того, чтобы устройство обнаружения 102 измерило разделяющее расстояние 110, показанное на Фиг. 11, прежде чем передаваемые сигналы 106 будут приняты в виде отраженных сигналов 108.

На Фиг. 17 представлена коммутационная схема одного из вариантов выполнения системы 232 обработки основной полосы частот для системы 100, изображенной на Фиг. 11. В одном из вариантов осуществления изобретения система 232 обработки основной полосы частот включена в устройство обнаружения 102 (показано на Фиг. 11) или отделена от системы 100, но при этом оперативно связана с системой 100 для передачи одного или нескольких сигналов между системами 100, 232. Например, система 232 обработки основной полосы частот может быть соединена с приемником 218 в фронтальной части (показан на Фиг. 12) для приема отраженного сигнала 226 (например, отраженного сигнала 226А и/или 226В). Например, по меньшей мере часть системы 232 может располагаться между приемником 218 в фронтальной части и блоком 270 управления и обработки (CPU – Control and Processing Unit), показанным на Фиг. 17. Система 232 обработки основной полосы частот может обеспечивать выполнение этапов грубого, и/или точного, и/или сверхточного определения, описанных выше.

В одном из вариантов осуществления изобретения система 100 (показанная на Фиг. 11) использует точный шаблон передачи (например, шаблон передачи для этапа точного определения) в передаваемом сигнале 106 после этапа грубого определения. Например, после передачи первого шаблона передачи в первом передаваемом сигнале 106 (или в одном или нескольких пакетах из нескольких передаваемых сигналов 106) для использования на этапе грубого определения и вычисления временной

задержки отраженного сигнала 226 (и/или времени прохождения сигнала), второй шаблон передачи может быть включен в последующий второй передаваемый сигнал 106 для этапа точного определения времени прохождения сигнала (или его части). Шаблон передачи на этапе грубого определения может быть таким же, как шаблон передачи на этапе точного определения. В качестве альтернативного варианта шаблон передачи на этапе точного определения может отличаться от шаблона передачи на этапе грубого определения, например, за счет включения одного или нескольких различных импульсов или битов в шаблон из последовательности импульсов передаваемого сигнала 106.

Система 232 обработки основной полосы частот принимает отраженный сигнал 226 (например, синфазную I-составляющую или синфазный I-канал отраженного сигнала 226А и/или квадратурную Q-составляющую или квадратурный Q-канал отраженного сигнала 226В от приемника 218 из фронтальной части (показан на Фиг. 11). Отраженный сигнал 226, принимаемый от приемника 218 в фронтальной части, на Фиг. 17 обозначен как «основополосный сигнал по каналам I или Q». Как описано ниже, система 232 также может принимать сигнал 728 с шаблоном приема (шаблон для точного совмещения I- или Q-составляющих на Фиг. 17) от генератора 228 шаблона приема (показан на Фиг. 12). Хотя это не показано на Фиг. 12 или 17, генератор 228 кода шаблона и система 232 могут соединяться одним или несколькими проводниками (например, шинами, проводами, кабелями и т. д.) для обеспечения коммуникационного взаимодействия между ними. Система 232 может выдавать выходные сигналы 702А, 702В (в совокупности или по отдельности называемые выходным сигналом 702 и на Фиг. 17 обозначенные как «цифровые оценки энергии для каналов I и Q»). В одном из вариантов осуществления изобретения система 232 обработки основной полосы частот представляет собой аналоговую систему обработки. В другом варианте осуществления изобретения система 232 обработки основной полосы частот представляет собой гибридную аналого-цифровую

систему, состоящую из элементов и сигналов, являющихся аналоговыми и/или цифровыми по своему характеру.

Оцифрованный отраженный сигнал 226, принимаемый системой 232, может быть согласован с помощью согласующих элементов, предусмотренных в системе 232 обработки основной полосы частот, например, путем преобразования сигналов с использованием усилителя-преобразователя 704 (например, усилителя, который преобразует основополосный отраженный сигнал 226 за счет преобразования тока в сигнал напряжения). В одном из вариантов осуществления изобретения усилитель-преобразователь 704 содержит или представляет собой трансимпедансный усилитель, показанный на Фиг. 17). К согласующим элементам может относиться второй усилитель 706 (например, усилитель-ограничитель, показанный на Фиг. 17). Усилитель-преобразователь 704 может работать с относительно малым входным сигналом, который может представлять собой асимметричный (например, недифференциальный) сигнал, используемый для получения дифференциального сигнала 708 (который также может быть усилен и/или буферизован усилителем-преобразователем 704 и/или одним или несколькими другими элементами). Этот дифференциальный сигнал 708 при этом может быть относительно небольшим по амплитуде. В одном из вариантов осуществления изобретения дифференциальный сигнал 708 затем подается на второй усилитель 706, увеличивающий коэффициент усиления дифференциального сигнала 708. В качестве альтернативного варианта второй усилитель 706 может не использоваться в системе 232, если усилитель-преобразователь 704 выдает достаточно большой (например, с точки зрения амплитуды и/или энергии) выходной дифференциальный сигнал 710. Второй усилитель 706 может обеспечить относительно большой коэффициент усиления и пропускает выходные сигналы 710 в режиме насыщения. Во втором усилителе 706 может предусматриваться внутренняя положительная обратная связь, так что даже относительно небольшие входные разности в дифференциальном сигнале 708

могут давать большой выходной сигнал 710. В одном из вариантов осуществления второй усилитель 706 квантует амплитуду принимаемого дифференциального сигнала 708 для получения выходного сигнала 710.

Второй усилитель 706 может использоваться для определения знака входного дифференциального сигнала 708 и количества изменений знака при переходе от одного значения к другому. Например, второй усилитель 706 может функционировать как аналого-цифровой преобразователь только с точностью до одного бита в одном из вариантов осуществления изобретения. В качестве альтернативного варианта второй усилитель 706 может представлять собой высокоскоростной аналого-цифровой преобразователь, который периодически дискретизирует дифференциальный сигнал 708 с относительно высокой скоростью. В качестве альтернативного варианта второй усилитель может функционировать как амплитудный квантователь, сохраняя при этом временные характеристики основополосного сигнала 226. Использование усилителя-ограничителя в качестве второго усилителя 706 может обеспечить относительно высокий коэффициент усиления и относительно большой входной динамический диапазон. В результате, из относительно небольших дифференциальных сигналов 708, подаваемых на усилитель-ограничитель, можно получить достаточный выходной сигнал 710 (например, с относительно высокой амплитудой и/или высоким отношением сигнала к шуму). Кроме того, при более мощных дифференциальных сигналах 708 (например, имеющих относительно высокие амплитуды и/или энергии), в ином случае способных вызвать перегрузку другого усилителя, получают контролируемые условия вывода сигнала (например, за счет ограничивающего действия усилителя-ограничителя). Второй усилитель 706 может иметь относительно короткое время восстановления или не иметь его, вследствие чего второй усилитель 706 может не переходить в состояние ошибки или насыщения и может продолжать реагировать на дифференциальные сигналы 708, поступающие на второй усилитель 706. Когда входной дифференциальный сигнал 708 возвращается к допустимому

уровню (например, к более низкой амплитуде и/или энергии), второму усилителю 706 может не потребоваться время, необходимое другим усилителям для восстановления из состояния перегрузки (вызванного входным дифференциальным сигналом 708). За счет этого можно избежать потери поступающих входных сигналов во втором усилителе 706 в течение времени восстановления.

Переключающее устройство 712 («переключатель» на Фиг. 17), принимающий выходной дифференциальный сигнал 710 (например, от второго усилителя 706), может управлять тем, куда посылается выходной дифференциальный сигнал 710. Например, переключающее устройство 712 может поочередно переключаться между состояниями, когда в одном состоянии (например, на этапе сбора или грубого определения) переключающее устройство 712 направляет выходной дифференциальный сигнал 710 по первому тракту 716 на цифратор 730, а затем на коррелятор 731. Цифратор 730 содержит один или несколько аналоговых или цифровых элементов, таких как процессор, контроллер, буферы, цифровые вентили, линии задержки, дискретизаторы и аналогичные элементы, преобразующие принимаемые сигналы в цифровой сигнал, например, цифровой отраженный сигнал 740, описанный выше со ссылкой на Фиг. 13В. Первый тракт 716 используется для выполнения этапа грубого определения времени прохождения сигнала, как описано выше. В одном из вариантов осуществления изобретения сигналы 710 могут проходить через другой усилитель 714 и/или один или несколько других элементов перед тем, как они достигнут коррелятора 731, при выполнении этапа грубого определения. В другом состоянии переключающее устройство 712 направляет выходной дифференциальный сигнал 710 по другому, второму тракту 718 к одному или нескольким другим элементам (описанным ниже). Второй тракт 718 используется для этапа точного определения времени прохождения сигнала в представленном варианте осуществления изобретения.

Переключающее устройство 712 может чередовать направление потока

сигналов (например, выходного дифференциального сигнала 710) с первого тракта 716 на второй тракт 718. Управление переключающим устройством 712 может осуществляться с помощью блока управления 112 (показан на Фиг. 11). Например, блок управления 112 может передавать управляющие сигналы на переключающее устройство 712 для управления тем, куда поступают сигналы после прохождения через переключающее устройство 712.

Выходные дифференциальные сигналы 710, принимаемые переключающим устройством 712, могут передаваться на устройство 720 сравнения через второй тракт 718. В качестве альтернативного варианта, переключающее устройство 712 (или другой элемент) может преобразовывать дифференциальные сигналы 710 в асимметричный сигнал, подаваемый в устройство сравнения 720. Устройство 720 сравнения также принимает сигнал 728 с шаблоном приема от генератора 228 шаблона (показан на Фиг. 12). Сигнал 728 с шаблоном приема на Фиг. 17 обозначен как «шаблон точного совмещения по каналам I или Q». Сигнал 728 с шаблоном приема может содержать копию того же шаблона передачи, который передается в передаваемом сигнале 106, используемом для формирования отраженного сигнала 226, анализируемого системой 232. В качестве альтернативного варианта сигнал 728 с шаблоном приема может отличаться от сигнала с шаблоном передачи, который передается в передаваемом сигнале 106, используемом для формирования отраженного сигнала 226, анализируемого системой 232.

Устройство сравнения 720 сравнивает сигналы, получаемые от переключающего устройства 712, с сигналом 728, содержащим шаблон приема, для выявления различий между отраженным сигналом 226 и сигналом 728 с шаблоном приема.

В одном из вариантов осуществления изобретения сигнал 728 с шаблоном приема содержит шаблон, запаздывающий на величину временной задержки (например, на время прохождения сигнала), идентифицируемую на этапе грубого определения. Устройство 720 сравнения затем может

сравнивать этот запаздывающий по времени шаблон в сигнале-шаблоне 728 с отраженным сигналом 226 (например, преобразованным с помощью усилителей 704, 710) для выявления наложений или рассогласований между сигналом-шаблоном 728 с временной задержкой и отраженным сигналом 226.

В одном из вариантов осуществления изобретения устройство 720 сравнения может содержать или представлять собой усилитель-ограничитель, функционирующий как относительно высокоскоростной вентиль «исключающее ИЛИ». Элемент «исключающее ИЛИ» содержит устройство, принимающее два сигнала и формирующее первый выходной сигнал (например, «высокий» сигнал), когда два сигнала отличаются, и второй выходной сигнал (например, «низкий» сигнал) или отсутствие сигнала, когда оба сигнала одинаковые.

В другом варианте осуществления изобретения система может содержать только схемы 716 грубой обработки основной полосы частот или схемы 718 точной обработки основной полосы частот. В этом случае переключатель 712 также может не использоваться. Например, это может быть сделано для снижения стоимости или сложности всей системы в целом. В качестве другого примера, от системы может не требоваться высокая точность, а требоваться быстрая реакция секции 716 грубого определения. Этапы грубого, точного и сверхточного определения могут использоваться в любой комбинации в разное время, чтобы сбалансировать различные показатели производительности. Интеллектуальное управление может обеспечиваться оператором вручную или осуществляться автоматически процессором или контроллером (таким как блок управления 112), автономно управляющим устройством 102 на основании одного или нескольких наборов инструкций (например, программных модулей или программ), хранящихся на материальном машиночитаемом носителе информации (таком как компьютерная память). Интеллектуальное управление может вручную или автоматически переключаться между используемыми этапами и/или временем, когда они используются, на основании обратной связи с одним или

несколькими другими этапами. Например, на основании результатов этапа грубого определения (например, расчетного времени прохождения сигнала или разделяющего расстояния) устройство обнаружения 102 может вручную или автоматически переключаться на этап точного и/или сверхточного определения для дальнейшего уточнения времени прохождения сигнала или разделяющего расстояния и/или для контроля движения целевого объекта 104.

В продолжение ссылки на Фиг. 17, на Фиг. 18 показано схематическая диаграмма одного примера того, как устройство 720 сравнения сравнивает часть 800 основополосного отраженного сигнала 226 с частью 802 запаздывающего по времени сигнала-шаблона 728 в одном из вариантов осуществления изобретения. Хотя показаны только части 800, 802 сигнала-шаблона 728 и отраженного сигнала 226, устройство 720 сравнения может сравнивать большую часть или весь отраженный сигнал 226 с сигналом-шаблоном 728. Часть 800 отраженного сигнала 226 и часть 802 сигнала-шаблона 728 показаны друг над другом и над горизонтальной осью 804 времени. Выходной сигнал 806 представляет собой сигнал, выдаваемый устройством 720 сравнения. Выходной сигнал 806 представляет собой разности (например, временной сдвиг, величину наложения или другой показатель) между частью 800 отраженного сигнала 226 и частью 802 сигнала-шаблона 728. Устройство 720 сравнения может выдавать в качестве выходного сигнала 806 асимметричный выходной сигнал 806 или дифференциальный сигнал (имеющий составляющие 806А и 806В, как показано на Фиг. 18).

В одном из вариантов осуществления изобретения устройство 720 сравнения генерирует выходной сигнал 806 на основании разностей между частью 800 отраженного сигнала 226 и частью 802 запаздывающего по времени сигнала-шаблона 728. Например, когда величина или амплитуда обеих частей 800, 802 является «высокой» (например, имеет положительное значение) или когда величина или амплитуда обеих частей 800, 802 является

«низкой» (например, имеет нулевое или отрицательное значение), устройство 720 сравнения может генерировать выходной сигнал 806, имеющий первое значение. В приведенном примере это первое значение равно нулю. Когда величины или амплитуды обеих частей 800, 802 различаются (например, одна имеет высокое значение, а другая – нулевое или низкое), устройство 720 сравнения может генерировать выходной сигнал 806 со вторым значением, например, высоким.

В примере, представленном на Фиг. 18, часть 800 отраженного сигнала 226 и часть 802 сигнала-шаблона 728 имеют одинаковое или сходное значение, за исключением временных интервалов 808, 810. В течение этих временных интервалов 808, 810 устройство 720 сравнения генерирует выходной сигнал 806, имеющий «высокое» значение. Каждый из этих временных интервалов 808, 810 может представлять собой временной сдвиг или временную задержку между частями 800, 802. В течение других временных интервалов устройство 720 сравнения генерирует выходной сигнал 806, имеющий другое значение, например, «низкое» или нулевое значение, как показано на Фиг. 18. Аналогичные выходные сигналы 806 могут быть сгенерированы и для других частей отраженного сигнала 226 и сигнала-шаблона 728.

На Фиг. 19 показан еще один пример того, как устройство 720 сравнения сравнивает часть 900 основополосного отраженного сигнала 226 с частью 902 сигнала-шаблона 728. Части 900, 902 имеют одинаковые или сходные значения, за исключением временных интервалов 904, 906. В течение этих временных интервалов 904, 906 устройство 720 сравнения генерирует выходной сигнал 806, имеющий «высокое» значение. В течение других временных интервалов устройство 720 сравнения генерирует выходной сигнал 806, имеющий другое значение, например, «низкое» или нулевое значение. Как описано выше, устройство сравнения 720 может сравнивать дополнительные части основополосного сигнала 226 с сигналом-шаблоном 728 для генерации дополнительных частей или импульсов в

выходном сигнале 806.

На Фиг. 20 показан еще один пример того, как устройство 720 сравнения сравнивает часть 1000 основополосного отраженного сигнала 226 с частью 1002 сигнала-шаблона 728. Части 1000, 1002 имеют одинаковые или сходные значения в течение интервала времени, показанного на Фиг. 20. В результате, выходной сигнал 806, сгенерированный устройством 720 сравнения, не содержит никаких «высоких» значений, характеризующих различия в частях 1000, 1002. Как описано выше, устройство сравнения 720 может сравнивать дополнительные части основополосного сигнала 226 с сигналом-шаблоном 728 для генерации дополнительных частей или импульсов в выходном сигнале 806. Выходные сигналы 806, показанные на Фиг. 18, 19, 20, приведены исключительно в качестве примеров и не предназначены для ограничения всех вариантов осуществления изобретения, раскрываемых в настоящем документе.

Выходные сигналы 806, генерируемые устройством 720 сравнения, представляют собой временное рассогласование между основополосным отраженным сигналом 226 и сигналом-шаблоном 728, запаздывающим на время прохождения сигнала или временную задержку, измеряемую на этапе грубого определения. Временное рассогласование может представлять собой дополнительную часть (например, подлежащую добавлению) ко времени прохождения передаваемых сигналов 106 (показаны на Фиг. 11) и отраженных сигналов 108 (показаны на Фиг. 11) для определения разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11).

Рассогласование по времени между основополосным сигналом 226 и сигналом-шаблоном 728 может быть названо временным сдвигом. Временной сдвиг может быть представлен временными интервалами 808, 810, 904, 906. Например, временной сдвиг потока данных 226, показанный на Фиг. 18, может представлять собой время, совпадающее с временным интервалом 808 или 810, или время, на которое часть 802 основополосного сигнала 226 запаздывает (например, отстает) относительно части 800 сигнала-шаблона

728. Аналогичным образом, временной сдвиг части 902 основополосного сигнала 226 может представлять собой временной интервал 904 или 906. Что касается примера, показанного на Фиг. 20, то часть 1000 основополосного сигнала не отстает от части 1002 сигнала-шаблона 728. Как описано выше, путем сравнения большей части основополосного сигнала 226 с запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728 может быть измерено несколько временных сдвигов.

Для измерения временного рассогласования между основополосным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном выходные сигналы 806 могут передаваться от преобразовательного устройства 720 к одному или нескольким фильтрам 722. В одном из вариантов осуществления изобретения фильтры 722 представляют собой фильтры низких частот. Фильтры 722 генерируют энергетические сигналы 724, пропорциональные энергии выходных сигналов 806. Энергия выходных сигналов 806 представлена размером (например, шириной) импульсов 812, 910 в выходных сигналах 806. По мере увеличения временного рассогласования между основополосным сигналом 226 и сигналом-шаблоном 728 увеличивается размер (и энергия) импульсов 812, 910. В результате амплитуда и/или энергия, передаваемая или распространяемая энергетическими сигналами 724, увеличивается. И наоборот, по мере уменьшения временного рассогласования между основополосным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728 размер, амплитуда, и/или энергия импульсов 812, 910 также уменьшаются. В результате, амплитуда и/или энергия, передаваемая или распространяемая энергетическими сигналами 724, уменьшается.

В качестве другого примера, рассмотренная выше система может быть реализована с использованием противоположной полярности, например с помощью устройства сравнения, выполняющего операцию «исключающее НЕ-ИЛИ» и выдающего «высокие» сигналы, когда основополосный сигнал 226 и запаздывающий по времени сигнал-шаблон 728 одинаковые, и

«низкие», когда они различаются. В этом примере по мере увеличения временного рассогласования между основополосным сигналом 226 и сигналом-шаблоном 728 уменьшается размер (и энергия) импульсов 812, 910. В результате амплитуда и/или энергия, передаваемая или распространяемая энергетическими сигналами 724, уменьшается. И наоборот, по мере уменьшения временного рассогласования между основополосным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728 размер, амплитуда и/или энергия импульсов 812, 910 увеличиваются. В результате, энергия, передаваемая или распространяемая энергетическими сигналами 724, увеличивается.

Энергетические сигналы 724 могут передаваться на измерительные устройства 726 (аналого-цифровые преобразователи (АЦП) на Фиг. 17). Измерительные устройства 726 могут измерять значения энергии энергетических сигналов 724. Измеренные значения энергии затем могут использоваться для определения дополнительной составляющей времени прохождения сигнала, определяемой временным рассогласованием между основополосным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728. В одном из вариантов осуществления изобретения измерительное устройство 726 периодически дискретизирует значения энергии и/или амплитуды энергетических сигналов 724 для измерения значений энергии энергетических сигналов 724. Например, измерительные устройства 726 могут содержать или представлять собой аналого-цифровые преобразователи (АЦП), дискретизирующие амплитуду и/или энергию энергетических сигналов 724 для измерения или оценки степени совмещения (или рассогласования) между отраженным сигналом 226 и сигналом-шаблоном 728. Дискретизированные значения энергии могут передаваться измерительными устройствами 726 в виде выходного сигнала 702 на блок управления 112 или другое устройство вывода или элемент (обозначены на Фиг. 17 как «цифровые оценки энергии для каналов I или Q»).

Блок управления 112 (или другой элемент, принимающий выходной

сигнал 710) может анализировать измеренную энергию энергетических сигналов 724 и вычислять дополнительную составляющую времени прохождения сигнала, определяемую временным рассогласованием между основополосным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728. Блок управления 112 также может вычислять дополнительную часть разделяющего расстояния 110, связанную с временным рассогласованием. В одном из вариантов осуществления изобретения блок управления 112 сравнивает измеренную энергию с одним или несколькими пороговыми значениями энергии. Различные пороговые значения энергии могут быть связаны с различными величинами временного рассогласования. На основе сравнения можно определить временное рассогласование и добавить его ко времени прохождения сигнала, рассчитанному с использованием этапа грубого определения, раскрытого выше. Затем на основании комбинации этапа грубого определения времени прохождения сигнала и дополнительной составляющей времени прохождения сигнала, полученной на этапе точного определения, может быть рассчитано разделяющее расстояние 110.

На Фиг. 21 показаны примеры выходных сигналов 724, подаваемых на измерительные устройства 726, и пороговые значения энергии, используемые блоком управления 112 или другим элементом или устройством (показан на Фиг. 12) в соответствии с одним из примеров. Выходные сигналы 702 показаны рядом с горизонтальной осью 1102 времени и вертикальной осью 1104, по которой отложены значения энергии. Над горизонтальной осью 1102 показано несколько пороговых значений энергии. Несмотря на то, что здесь показано восемь выходных сигналов 724А-Н и восемь пороговых значений 1106А-Н энергии, в качестве альтернативного варианта может использоваться другое количество выходных сигналов 724 и/или пороговых значений 1106 энергии.

Измерительные устройства 726 могут оцифровывать энергетические сигналы 724 для получения выходных сигналов 702, содержащих

информацию об энергии. При поступлении в блок 270 управления и обработки выходных сигналов 702 от измерительных устройств 726 (показаны на Фиг. 17) выходные сигналы 706 могут сравниваться с пороговыми значениями 1106 энергии, чтобы определить, какие из пороговых значений 1106 энергии превышены выходными сигналами 702, если таковые имеются. Например, выходные сигналы 702, обладающие меньшей энергией (например, имеющие меньшую величину) по сравнению с энергией выходного сигнала 702А, не могут превысить ни одно из пороговых значений 1106, в то время как выходной сигнал 702А приближается или достигает порогового значения 1106А. Выходной сигнал 702В определенно превышает пороговое значение 1106А, но не превышает пороговое значение 1106В. Как показано на Фиг. 21, другие выходные сигналы 702 могут превышать некоторые пороговые значения 1106, но при этом не превышая другие пороговые значения 1106.

Различные пороговые значения 1106 энергии связаны с различными временными рассогласованиями между отраженным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728 в одном из вариантов осуществления изобретения. Например, пороговое значение 1106А энергии может соответствовать временному рассогласованию в 100 пикосекунд, пороговое значение 1106В энергии может соответствовать временному рассогласованию в 150 пикосекунд, пороговое значение 1106С энергии может соответствовать временному рассогласованию в 200 пикосекунд, пороговое значение 1106D энергии может соответствовать временному рассогласованию в 250 пикосекунд и т. д. Например, сигнал 724В может быть результатом ситуации, показанной на Фиг. 18, а сигнал 724Е может быть результатом ситуации, показанной на Фиг. 19.

Измеренную энергию выходного сигнала 702 можно сравнивать с пороговыми значениями 1106, чтобы определить, превышает ли измеренная энергия одно или несколько пороговых значений 1106. Рассогласование по времени, связанное с наибольшим пороговым значением 1106, к которому

приближается или которое достигается или характеризуется энергией выходного сигнала 702, может быть идентифицировано как рассогласование по времени между отраженным сигналом 226 и запаздывающим по времени сигналом-шаблоном 728. В одном из вариантов осуществления изобретения невозможно идентифицировать совмещение по времени для выходных сигналов 702, имеющих или характеризующих энергии меньше порогового значения 1106А.

Пороговые значения 1106 энергии могут быть установлены путем размещения целевых объектов 104 (показан на Фиг. 11) на известном разделяющем расстоянии 110 (показано на Фиг. 11) от устройства обнаружения 102 (показано на Фиг. 11) и экспериментального определения уровней энергии, которые представлены или достигаются, или к которым приближаются выходные сигналы 702.

В качестве альтернативного варианта или в дополнение к выполнению этапа точного определения времени прохождения сигнала может использоваться сверхточный этап для уточнения (например, увеличения разрешения) измерения времени прохождения сигнала, отслеживания движения и/или обнаружения движения целевого объекта 104 (показан на Фиг. 11). В одном из вариантов осуществления изобретения этап сверхточного определения включает в себя сравнение различных составляющих или каналов одних и тех же или различных отраженных сигналов 226, как на этапе точного определения. Например, в одном из вариантов осуществления изобретения на этапе грубого определения может измеряться время прохождения сигнала по отраженным сигналам 226, формирующимся на основании отраженных сигналов 108, получаемых при передаче первого набора или пакета одного или нескольких передаваемых сигналов 106, как описано выше. На этапе точного определения может измеряться величина временного рассогласования или наложения между отраженными сигналами 226, формирующимися на основании отраженных сигналов 108, получаемых при передаче последующего, второго набора или

пакета одного или нескольких передаваемых сигналов 106 (которые могут использовать тот же или другой шаблон передачи, что и первый набор или пакет передаваемых сигналов 106). На этапе точного определения может измеряться временное рассогласование между отраженными сигналами 226 из второго набора или пакета передаваемых сигналов 106 и сигналом с шаблоном приема (который может быть тем же самым или другим шаблоном приема, что используется на этапе грубого определения), поскольку это запаздывание по времени обусловлено временем прохождения сигнала, измеренным на этапе грубого определения, раскрываемого выше. В одном из вариантов осуществления изобретения на этапе точного определения исследуют синфазную I и/или квадратурную Q составляющие или каналы отраженных сигналов 226. На этапе сверхточного определения может измеряться временное рассогласование отраженных сигналов 226 из того же второго набора или пакета передаваемых сигналов 106, что и на этапе точного определения, или из последующего третьего набора или пакета передаваемых сигналов 106. На этапе сверхточного определения может измеряться временное рассогласование между отраженными сигналами 226 и сигналом с шаблоном приема (таким же или отличающимся от сигнала с шаблоном приема, используемого для этапа точного определения), запаздывающим на время прохождения сигнала, измеренное на этапе грубого определения.

В одном из вариантов осуществления изобретения на этапе сверхточного определения измеряется временное рассогласование I- и/или Q-составляющих или каналов отраженных сигналов 226, тогда как на этапе точного определения измеряется временное рассогласование Q- и/или I-составляющих или каналов тех же самых или других отраженных сигналов 226. Временное рассогласование синфазной I-составляющей может передаваться в блок управления 112(или в другой элемент или устройство) в виде выходных сигналов 702 (как описано выше), в то время как временное рассогласование Q-составляющей может передаваться в блок управления

112(или в другой элемент или устройство) в виде выходных сигналов 1228. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, может исследоваться временной сдвиг импульсов по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

Как описано выше, этап сверхточного определения в качестве альтернативного варианта или дополнительно может включать в себя процесс аналогичный тому, который используют на этапе грубого определения. Например, на этапе грубого определения можно исследовать синфазный I-канал шаблона приема и потока данных, чтобы определить корреляционные значения различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и соответствующее время прохождения сигнала, как здесь описано. На этапе сверхточного определения можно использовать квадратурный Q-канал шаблона приема и потока данных для определения корреляционных значений различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и время прохождения сигнала. Значения времени прохождения сигнала, полученные по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу, можно объединить (например, усреднить) для расчета времени прохождения сигнала и/или разделяющего расстояния до цели. Корреляционные значения, вычисленные на этапе сверхточного определения могут использоваться для расчета дополнительной временной задержки, которую можно добавить к временным задержкам, полученным на этапах грубого и/или точного определения, для того чтобы определить время прохождения сигнала и/или разделяющее расстояние до цели. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, корреляционные значения импульсов по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу могут исследоваться для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

На Фиг. 22 представлена коммутационная схема еще одного варианта

выполнения системы 1200 обработки основной полосы частот для системы 100, изображенной на Фиг. 11. В одном из вариантов осуществления изобретения система 1200 обработки основной полосы частот аналогична системе 232 обработки основной полосы частот (показанной на Фиг. 17). Например, система 1200 обработки основной полосы частот может быть включена в устройство обнаружения 102 (показанное на Фиг. 11) путем соединения с приемником 218 из фронтальной части, с генератором 228 кода шаблона и/или с процессором 232 основной полосы частот устройства обнаружения 102. Система 1200 обработки основной полосы частот содержит два или более параллельных тракта 1202, 1204, через которые могут проходить I- и Q-составляющие основополосного отраженного сигнала 226 и сигнала-шаблона для обработки и анализа. Например, первый тракт 1202 может обрабатывать и анализировать синфазные I-составляющие отраженного сигнала 224 и основополосного отраженного сигнала 226, а второй тракт 1204 может обрабатывать и анализировать квадратурные Q-составляющие отраженного сигнала 224 и основополосного отраженного сигнала 226. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения каждый из трактов 1202, 1204 содержит систему 232 обработки основной полосы частот, описанную выше. В качестве альтернативного варианта один или несколько трактов 1202, 1204 могут включать в себя один или несколько других элементов для обработки и/или анализа сигналов. В другом варианте осуществления изобретения только один тракт 1202 или 1204 может обрабатывать и/или анализировать несколько различных составляющих основополосного отраженного сигнала 224 и/или основополосного отраженного сигнала 226. Например, в тракте 1202 может исследоваться синфазная I-составляющая сигнала 224 и/или 226 в течение первого периода времени, а затем исследоваться квадратурная Q-составляющая сигнала 224 и/или 226 в течение второго, второго периода времени (например, последующего или предыдущего).

В процессе работы отраженный сигнал 224 принимается приемником

218, расположенным во фронтальной части, и раскладывается на отдельные I- и Q-сигналы 1206, 1208 (также называемые здесь каналами I и Q). Каждый отдельный I- и Q-сигнал 1206, 1208 содержит соответствующую I- или Q-составляющую отраженного сигнала 224 и может обрабатываться и анализироваться аналогично сигналам, описанным выше применительно к системе 232 обработки основной полосы частот, изображенной на Фиг. 17. Например, каждый из I- и Q-сигналов 1206, 1208 может приниматься и/или усиливаться усилителем-преобразователем 1210 (аналогичным усилителю-преобразователю 704) в каждом тракте 1202, 1204 для вывода дифференциального сигнала (например, аналогичного сигналу 708, показанному на Фиг. 17) к другому усилителю 1212 (например, аналогичному усилителю 706, показанному на Фиг. 17). Усилители 1212 могут выдавать сигналы с повышенным коэффициентом усиления (например, аналогичные сигналам 710, показанным на Фиг. 17), подаваемые на переключающие устройства 1214. Переключающие устройства 1214 могут быть выполнены аналогично переключающему устройству 712 (показано на Фиг. 17) и передавать сигналы от усилителей 1212 к усилителям 1216 (которые могут быть аналогичны усилителю 714, показанному на Фиг. 17) и/или коррелятору 232 для выполнения этапа грубого определения времени прохождения сигнала, как описано выше.

Аналогично описанному выше переключающему устройству 712 (показанному на Фиг. 17) переключающие устройства 1214 могут направлять сигналы от усилителей 1212 на устройства 1218 сравнения (которые могут быть аналогичны устройству 720 сравнения, показанному на Фиг. 17), фильтры 1220 (которые могут быть аналогичны фильтрам 722, показанным на Фиг. 17) и измерительные устройства 1222 (которые могут быть аналогичны измерительным устройствам 726, показанным на Фиг. 17). Каждое из устройств 1218 сравнения может принимать различные составляющие сигнала с шаблоном приема от генератора 228 кода шаблона. Например, устройство 1218 сравнения в первом тракте 1202 может

принимать синфазную I-составляющую 1224 сигнала с шаблоном приема для выполнения этапа точного определения, а устройство сравнения 1218 во втором тракте 1202 может принимать квадратурную Q-составляющую 1226 сигнала с шаблоном приема для выполнения этапа сверхточного определения. Устройства 1218 сравнения генерируют выходные сигналы, представляющие собой временные рассогласования между I- или Q-составляющими 1224, 1226 сигнала с шаблоном приема и I- или Q-составляющими отраженного сигнала 226, аналогично описанному выше устройству. Например, устройство 1218 сравнения в первом тракте 1202 может выдавать сигнал, имеющий энергию, которая характеризует рассогласование по времени (например, пропорциональна ему) между I-составляющей основополосного отраженного сигнала 226 и I-составляющей запаздывающего по времени сигнала 728 с шаблоном приема. Устройство 1218 сравнения во втором тракте 1204 может выдавать другой сигнал, имеющий энергию, которая характеризует рассогласование по времени между Q-составляющей основополосного отраженного сигнала 226 и Q-составляющей запаздывающего по времени сигнала 728 с шаблоном приема. В качестве альтернативного варианта может предусматриваться один тракт 700, как показано на Фиг. 17, который может разделяться на операции с I- и Q-составляющими. Это может достигаться путем попеременной подачи или переключения между I- и Q-составляющими 226А и 226В основополосного отраженного сигнала.

Как описано выше, энергии сигналов, выдаваемых из устройств 1218 сравнения, могут проходить через фильтры 1220 и измеряться измерительными устройствами 1222 для определения каждого временного рассогласования, связанного с I- и Q-составляющими отраженного сигнала 226 и сигнала с шаблоном приема. Эти временные рассогласования могут быть сложены вместе и добавлены ко времени прохождения сигнала, полученному на этапе грубого определения. Сумма временных рассогласований и времени прохождения сигнала, полученному на этапе

грубого определения, может использоваться процессор 232 основной полосы частот для вычисления разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11), как описано выше. Поскольку I- и Q-составляющие отраженного сигнала и запаздывающего по времени сигнала с шаблоном приема сдвинуты по фазе примерно на 90 градусов друг относительно друга, отдельное исследование I- и Q-составляющих позволяет вычислить несущую фазу возвращающегося сигнала 108 в соответствии с уравнением 2, приведенным ниже, и может обеспечить разрешение порядка одной восьмой или выше (меньше длины волны несущего сигнала) для передаваемых сигналов 106 и отраженных сигналов 108. В качестве альтернативного варианта может использоваться 3 или более составляющих, различающихся по фазе на величину, отличную от 90 градусов.

В одном из вариантов осуществления изобретения этап сверхточного определения, описанный выше, может использоваться для обнаружения относительно небольших перемещений, вызывающих изменение разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11). Например, этап сверхточного определения может использоваться для идентификации относительно небольших перемещений в пределах части разделяющего расстояния 110, связанной с искомой выборкой в основополосном отраженном сигнале 226.

На Фиг. 23 показаны проекции I- и Q- составляющих основополосного отраженного сигнала 226 в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. На этапе сверхточного определения процессор 232 основной полосы частот (показан на Фиг. 12) может проецировать характеристики I-и Q-составляющих основополосного отраженного сигнала 226 на вектор. На Фиг. 23 вектор 1300 показан рядом с горизонтальной осью 1302 и вертикальной осью 1304. Оконечная секция 202, блок управления 112 или другие устройства обработки или вычисления путем исследования информационных сигналов 234, 702, 1228, 260, либо других сигналов, либо комбинации из некоторых или из всех сигналов могут представлять вектор

1300 в виде проекции характеристики (например, амплитуды) I-составляющей 1320 отраженного сигнала вдоль горизонтальной оси 1302 и проекции характеристики (например, амплитуды) Q-составляющей 1321 отраженного сигнала вдоль вертикальной оси 1304. Например, координата вектора 1300 по горизонтальной оси 1302 может определять амплитуду I-составляющей отраженного сигнала, а координата по вертикальной оси 1304 может определять амплитуду Q-составляющей отраженного сигнала. Затем фазу несущего сигнала можно рассчитать по формуле:

$$\varphi = \arctan \frac{I}{Q} \quad \text{Уравнение 2}$$

где φ – фаза, I – проекция 1320 I-составляющей, а Q – проекция 1321 Q-составляющей. Фаза несущего сигнала или изменение фазы несущего сигнала может использоваться для вычисления расстояния или изменения расстояния с помощью формулы:

$$\text{расстояние} = \frac{\varphi \times \lambda}{360} \quad \text{Уравнение 3}$$

где λ – длина волны несущей частоты, а φ – фаза, выраженная в градусах и вычисленная по вышеприведенного уравнения 2.

Процессор 232 основной полосы частот (показан на Фиг. 12) затем может определять дополнительные векторы 1306, 1308 на основании отраженных сигналов 108 (показаны на Фиг. 11), получаемых из дополнительных передаваемых сигналов 106 (показаны на Фиг. 11). Основываясь на преобразовании вектора 1300 в вектор 1306 или вектор 1308, процессор 232 основной полосы частот может идентифицировать движение целевого объекта 104 (показанного на Фиг. 11) в пределах части разделяющего расстояния 110 (показанного на Фиг. 11), связанной с искомой выборкой. Например, вращение вектора 1300 по направлению 1310 против часовой стрелки в направлении расположения вектора 1306 может представлять собой перемещение целевого объекта 104 к устройству обнаружения 102, показанному на Фиг. 11 (или перемещение устройства обнаружения 102 к целевому объекту 104). Вращение вектора 1300 в

направлении 1312 по часовой стрелке к вектору 1308 может представлять собой отдаление целевого объекта 104 от устройства обнаружения 102 (или перемещение устройства обнаружения 102 к целевому объекту 104). В качестве альтернативного варианта перемещение вектора 1300 в направлении 1310 против часовой стрелки может представлять собой отдаление целевого объекта 104 от устройства обнаружения 102 (или перемещение устройства обнаружения 102 к целевому объекту 104), тогда как перемещение вектора 1300 в направлении 1312 по часовой стрелке может представлять собой движение целевого объекта 104 к устройству обнаружения 102, показанному на Фиг. 11 (или перемещение устройства обнаружения 102 к целевому объекту 104). Коррелятор 232 можно откалибровать путем перемещения целевого объекта 104 к устройству обнаружения 102 и от него, чтобы определить, какое направление движения приводит к вращению вектора 1300 в направлении 1312 по часовой стрелке или в направлении 1310 против часовой стрелки.

Этапы грубого, точного и/или сверхточного определения, описанные выше, могут использоваться в различных комбинациях. Например, этап грубого определения может использоваться для расчета разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11), даже если неизвестно приблизительное расстояние от устройства обнаружения 102 (показано на Фиг. 11) до целевого объекта 104 (показан на Фиг. 11). В качестве альтернативного варианта этап грубого определения может использоваться совместно с этапами точного и/или сверхточного определения для получения более точного расчета разделяющего расстояния 110. Этапы грубого, точного и сверхточного определения могут использоваться в любой комбинации в разное время, чтобы сбалансировать различные показатели производительности.

В качестве другого примера, если разделяющее расстояние 110 (показано на Фиг. 11) известно, то этапы точного или сверхточного определения могут быть инициированы без предварительной идентификации интересующего бита с использованием этапа грубого определения.

Например, система 100 (показанная на Фиг. 11) может находиться в режиме «слежения», когда изменения изначально известного разделяющего расстояния 110 идентифицируют и/или регистрируют с использованием этапа точного и/или сверхточного определения.

Возвращаясь к обсуждению системы 100, показанной на Фиг. 11, в другом варианте осуществления изобретения система 100 различает между собой отраженные сигналы 108, отражающиеся от различных целевых объектов 104. Например, в некоторых случаях использования системы 100 передаваемые сигналы 106 могут отражаться от нескольких целевых объектов 104. Если целевые объекты 104 расположены на разных разделяющих расстояниях 110 от устройства обнаружения 102, то один основополосный отраженный сигнал 226 (показан на Фиг. 12) может состоять из нескольких последовательностей битов, представляющих собой отраженные сигналы от различных целевых объектов 104. Как описано ниже, можно использовать маску для основополосного отраженного сигнала 226 и шаблона в окне корреляции, который сравнивают с основополосным отраженным сигналом 226, чтобы отличить различные целевые объекты 104.

На Фиг. 24 показан способ различения отраженных сигналов 108 (показаны на Фиг. 11), отражающихся от различных целевых объектов 104 (показан на Фиг. 11), в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Когда первый передаваемый сигнал 106, показанный на Фиг. 11 (или серия первых передаваемых сигналов 106), отражается от нескольких целевых объектов 104, последовательность цифровых импульсов (например, шаблон из битов) в сигнале-шаблоне 230 (показан на Фиг. 12) может модифицироваться относительно последовательности цифровых импульсов в первом передаваемом сигнале 106 при передаче второго передаваемого сигнала 106 (или серии вторых передаваемых сигналов 106). Отраженные сигналы 108 и соответствующий им основополосный отраженный сигнал 226 (показан на Фиг. 12), полученный из второго передаваемого сигнала 106, может сравниваться с модифицированной последовательностью цифровых

импульсов для различения множества целевых объектов 104 (например, для вычисления различных значений времени прохождения сигналов и/или разделяющих расстояний 110, связанных с различными целевыми объектами 104).

Первый оцифрованный отраженный сигнал 1400 на Фиг. 24 представляет собой последовательность битов, которая может генерироваться, когда передаваемый сигнал 106 (показанный на Фиг. 11) отражается от первого целевого объекта 104, расположенного на первом разделяющем расстоянии 110 (показано на Фиг. 11) от устройства обнаружения 102 (показано на Фиг. 11). Второй оцифрованный отраженный сигнал 1402 представляет собой последовательность битов, которая может генерироваться таким же образом, когда передаваемый сигнал 106 отражается от другого, второго целевого объекта 104, расположенного на другом, втором разделяющем расстоянии 110 от устройства обнаружения 102. Вместо того чтобы отдельно генерировать оцифрованные отраженные сигналы 1400, 1402, устройство обнаружения 102 может генерировать комбинированный оцифрованный отраженный сигнал 1404, представляющий собой комбинацию из отраженных сигналов 108 от различных целевых объектов 104. Комбинированный оцифрованный отраженный сигнал 1404 может представлять собой комбинацию из оцифрованных отраженных сигналов 1400, 1402.

Окно 1406 корреляции включает в себя последовательность 1414 битов, которую можно сравнивать с любым из оцифрованных отраженных сигналов 1400, 1402 для поиска искомой выборки, например, искомых выборок 1408, 1410, для того чтобы определить значения времени прохождения сигналов до соответствующих целевых объектов 104 (показанных на Фиг. 11), описанных выше. Однако, когда отраженные сигналы 108 (показаны на Фиг. 11) от целевых объектов 104 объединяют, и формируют комбинированный оцифрованный отраженный сигнал 1404, окно 1406 корреляции может быть недостаточно точным или не позволять определить время прохождения

сигнала к одному или нескольким целевым объектам 104. Например, в то время как сравнение окна 1406 корреляции с каждым из оцифрованных отраженных сигналов 1400, 1402 по отдельности может выдать в качестве результата корреляционные значения равные +6 для искомых выборок 1408, 1410, сравнение окна 1406 корреляции с комбинированным оцифрованным отраженным сигналом 1404 может выдать в качестве результата значения корреляции равные +5, +4 и +4 для выборок, содержащих с первого по шестой биты, с третьего по восьмой биты и с седьмого по двенадцатый биты в комбинированном оцифрованном отраженном сигнале 1404. В результате процессор 232 основной полосы частот (показан на Фиг. 12) может оказаться неспособным различать между собой различные целевые объекты 104 (показан на Фиг. 11).

В одном из вариантов осуществления изобретения на последовательность 1414 битов в окне 1406 корреляции может накладываться маска 1412 для изменения последовательности 1414 битов в окне 1406 корреляции. Маска 1412 может устранить или иным образом изменить значение одного или нескольких битов в окне 1406 корреляции. Маска 1412 может содержать последовательность 1416 битов, накладываемую на окно 1406 корреляции (например, путем умножения значений битов) для создания модифицированного окна 1418 корреляции, содержащего последовательность 1420 битов, отличающуюся от последовательности 1414 битов в окне 1406 корреляции. В проиллюстрированном примере маска 1412 содержит первую часть из первых трех битов (101) и вторую часть из последних трех битов (000). В качестве альтернативного варианта может использоваться другая маска 1412, имеющая другую последовательность битов и/или другую длину последовательности битов. Применение маски 1412 для окна 1406 корреляции удаляет последние три бита (011) из последовательности 1414 битов в окне 1406 корреляции. В результате последовательность 1420 битов в модифицированном окне 1418 корреляции содержит только первые три бита (101) из окна 1418 корреляции. В другом варианте осуществления

изобретения маска 1412 добавляет дополнительные биты в окно корреляции 1406 и/или изменяет значения битов в окне 1406 корреляции.

Последовательность 1420 битов в модифицированном окне 1418 корреляции может использоваться для изменения последовательности битов в сигнале-шаблоне 230 (показан на Фиг. 12), который передается в передатчик для включения в передаваемые сигналы 106 (показаны на Фиг. 11). Например, после приема комбинированного оцифрованного отраженного сигнала 1404 и невозможности отличить различные целевые объекты 104 (показан на Фиг. 11) последовательность битов в шаблоне, передаваемом по направлению к целевым объектам 104, может быть изменена путем включения последовательности 1420 битов или некоторой другой последовательности битов в модифицированное окно 1412 корреляции, чтобы облегчить распознавание различных целевых объектов 104. Дополнительный комбинированный оцифрованный отраженный сигнал 1422 может быть получен на основании отраженных сигналов 108, получаемых из передаваемых сигналов 106, содержащих последовательность 1420 битов.

Модифицированное окно 1418 корреляции затем можно сравнивать с дополнительным оцифрованным отраженным сигналом 1422 для идентификации искомых выборок, связанных с различными целевыми объектами 104 (показан на Фиг. 11). В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения модифицированное окно 1418 корреляции может сравниваться с различными выборками из оцифрованного отраженного сигнала 1422 для идентификации первой и второй искомых выборок 1424, 1426, как описано выше. Например, первая и вторая искомые выборки 1424, 1426 могут идентифицироваться как имеющие более высокие или самые высокие корреляционные значения по сравнению с другими выборками из оцифрованного отраженного сигнала 1422.

В процессе работы, когда передаваемые сигналы 106 отражаются от нескольких целевых объектов 104, шаблон, передаваемый в сигналах 106, может относительно быстро изменяться между последовательными пакетами

передаваемых сигналов 106, когда один или несколько целевых объектов 104 не могут идентифицироваться на основании анализа оцифрованного отраженного сигнала 226. Модифицированный шаблон затем может использоваться для различения целевых объектов 104 в оцифрованном отраженном сигнале 740 с помощью окна корреляции, включающего в себя модифицированный шаблон.

В другом варианте осуществления изобретения цифровая импульсная последовательность битов, включенная в передаваемый сигнал 106 (показан на Фиг. 11), может отличаться от цифровой импульсной последовательности битов, включенной в окно корреляции, и сравниваться с основополосным отраженным сигналом 226 (показан на Фиг. 12). Например, генератор 228 кода шаблона (показан на Фиг. 12) может создавать разнообразные шаблоны и передавать эти разнообразные шаблоны в сигналах-шаблонах 230 (показаны на Фиг. 12) к передатчику 208 и процессору 232 основной полосы частот. Передатчик 208 может смешивать первый шаблон из битов с передаваемым сигналом 106, а процессор 232 основной полосы частот может сравнивать другой, второй шаблон из битов с основополосным отраженным сигналом 226, формируемым на основании отраженных сигналов 108 (показаны на Фиг. 11), получаемых из передаваемых сигналов 106. Согласно примеру, описанному выше со ссылкой на Фиг. 24, последовательность 1414 битов в окне 1406 корреляции может быть включена в передаваемые сигналы 106, тогда как последовательность 1416 битов в маске 1412 или последовательность 1420 битов в модифицированном окне 1418 корреляции может сравниваться с оцифрованным отраженным сигналом 1422. Использование различных шаблонов указанным образом может позволить устройству обнаружения 102 (показанному на Фиг. 11) различать несколько целевых объектов 104, как описано выше. Использование различных шаблонов указанным образом может дополнительно позволить устройству обнаружения 102 (показанному на Фиг. 11) выполнять другие функции, включая ослабление помех, улучшение отношения сигнала к шуму, защиту от

помех, защиту от дезинформирующих помех, защиту от подслушивания и другие функции, но не ограничиваясь ими.

На Фиг. 25 показано схематическое изображение антенны 1500 в соответствии с одним из вариантов исполнения изобретения. Антенна 1500 может использоваться в качестве передающей антенны 204 и/или приемной антенны 206, обе из них показаны на Фиг. 12. В качестве альтернативного варианта, для передающей антенны 204 и/или приемной антенны 206 может использоваться и другая антенна. Антенна 1500 включает в себя многомерную (например, двумерную) решетку 1502 из элементарных ячеек 1504 антенны. Элементарные ячейки 1504 могут представлять собой или содержать микрополосковые патч-антенны. В качестве альтернативного варианта для элементарных ячеек 1504 может использоваться другой тип антенны. Несколько элементарных ячеек 1504 могут последовательно соединяться друг с другом, образуя решетку 1506 с последовательным возбуждением. В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения элементарные ячейки 1504 соединены в линейный ряд. В качестве альтернативного варианта элементарные ячейки 1504 могут соединяться по-другому.

В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения несколько решеток 1506 с последовательным возбуждением соединены электрически параллельно друг другу, образуя решетку 1502. Количество элементарных ячеек 1504 и количество решеток 1506 с последовательным возбуждением, показанных на Фиг. 15, приведено в качестве примеров. Антенна 1500 может содержать различное количество элементарных ячеек 1504 и/или решеток 1506. Антенна 1500 может использовать несколько элементарных ячеек 1504 для фокусировки энергии передаваемых сигналов 106 (показанных на Фиг. 11) посредством усиливающей и/или ослабляющей интерференции.

На Фиг. 26 показана принципиальная схема одного из вариантов выполнения фронтальной части 200 устройства обнаружения 102

(изображенного на Фиг. 11). Антенна 1500 может использоваться в качестве передающей антенны 204 и приемной антенны 206, как показано на Фиг. 26. Каждая антенна 1500 может соединяться с приемником 602 или передатчиком 600 напрямую (например, без каких-либо других элементов, расположенных между антенной 1500 и приемником 602 или передатчиком 600) посредством линии передачи 1600 относительно короткой длины.

Фронтальная часть 200 устройства обнаружения 102 может размещаться в корпусе 1602, например, в металлическом или ином проводящем корпусе, с радиопередающими окнами 1604 над антеннами 1500. В качестве альтернативного варианта фронтальная часть 200 может размещаться в неметаллическом (например, диэлектрическом) корпусе. Окна над антеннами 1500 можно не вырезать в самом корпусе 1602, а вместо этого они могут представлять собой части корпуса 1602, позволяющие передаваемым сигналам 106 и отраженным сигналам 108 проходить через окна 1604 от антенн 1500 или к антеннам 1500.

Корпус 1602 может располагаться вокруг антенн 1500 таким образом, чтобы антенны были спрятаны в проводящий корпус 1602 заподлицо, что может дополнительно улучшить изоляцию между антеннами 1500. В качестве альтернативного варианта, в случае использования непроводящего корпуса 1602 антенны 1500 могут полностью закрываться корпусом 1602 и дополнительной металлической фольгой и/или поглощающими материалами, либо можно использовать другие дополнительные меры для улучшения изоляции между антеннами 1500. В одном из вариантов осуществления изобретения, если уровень изоляции достаточно высокий, передающая и приемная антенны 1500 могут работать одновременно, если возвращающиеся отраженные сигналы 108 достаточно сильные. Это может происходить тогда, когда цель находится на очень близком расстоянии, и позволяет устройству обнаружения 102 работать без переключателя с режима передачи на прием.

На Фиг. 27 показан вид в поперечном разрезе одного из вариантов выполнения антенны 1500, выполненном вдоль линии 17-17, изображенной

на Фиг. 26. Антенна 1500 («плоская антенна» на Фиг. 27) содержит покровный слой 1700 («надложка» на Фиг. 27) из электроизоляционного материала (например, диэлектрика или другого непроводящего материала). В качестве примеров таких материалов, подходящих для покровного слоя 1700, можно привести кварц, сапфир, различные полимеры и т.п., хотя ими перечень не ограничивается.

Антенна 1500 может быть расположена на поверхности подложки 1706, поддерживающей антенну 1500. Проводящая заземляющая плоскость 1708 может располагаться на противоположной поверхности подложки 1706 или в другом месте.

Покровный слой 1700 может быть отделен от антенны 1500 воздушным зазором 1704 («воздух» на Фиг. 27). В качестве альтернативного варианта зазор между покровным слоем 1700 и антенной 1500 может быть, по меньшей мере частично, заполнен другим материалом, отличным от воздуха, или жидкостью. В качестве другого альтернативного варианта воздушный зазор можно не использовать, а покровный слой 1700 может опираться непосредственно на антенну 1500. Покровный слой 1700 может защитить антенну 1500 от воздействия окружающей среды и/или механических повреждений, вызванных внешними объектами. В одном из вариантов осуществления изобретения покровный слой 1700 создает линзовый эффект для фокусировки энергии передаваемых сигналов 106, излучаемых антенной 1500, в пучок или для фокусировки энергии отраженных сигналов 108 в направлении антенны 1500.

Этот линзовый эффект позволяет передаваемым сигналам 106 и/или отраженным сигналам 108 проходить через дополнительные слои 1702 материалов (например, изоляторов, таких как тефлон, поликарбонат или другие полимеры), расположенных между антенной 1500 и целевым объектом 104 (показан на Фиг. 11). Например, устройство обнаружения 102 может быть установлено на контролируемом объекте (например, на крышке резервуара с жидкостью, измеряемой устройством обнаружения 102), при

этом линзовый эффект позволяет устройству обнаружения 102 передавать сигналы 106 и принимать отраженные сигналы 108 через крышку резервуара без прорезания окон или отверстий в крышке резервуара.

В одном из вариантов осуществления изобретения толщина подложки 1708 между противоположными поверхностями может быть меньше длины волны несущего сигнала для передаваемых сигналов 106 и/или отраженных сигналов 108. Например, толщина подложки 1708 может составлять порядка $1/20$ от длины волны. Толщина воздушного зазора 1704 и/или надложки 1700 может быть больше, например, составлять $1/3$ от длины волны. Как воздушный зазор 1704, так и надложку 1700 можно полностью убрать и не использовать.

Один или несколько вариантов осуществления системы 100 и/или устройства обнаружения 102, раскрываемые в настоящем документе, могут применяться для различных задач, где используют разделяющее расстояние 110 и/или время прохождения сигнала, измеряемое устройством обнаружения 102. Здесь описано несколько конкретных примеров применения системы 100 и/или устройства обнаружения 102, однако все возможные задачи или области применения для системы 100 или устройства обнаружения 102 не ограничиваются только теми, которые представлены в настоящем документе. Например, многие прикладные задачи, где определяют разделяющее расстояние 110 (например, измеряют глубину), могут использовать или предусматривать установку системы 100 и/или устройства обнаружения 102.

На Фиг. 28 показан один из вариантов выполнения системы герметизации 1800. Система 1800 содержит устройство герметизации 1802, например, резервуар для жидкости, который удерживает или в котором хранят одну или несколько жидкостей 1806. Устройство обнаружения 102 может располагаться в верхней части 1804 устройства герметизации 1802 и направлять передаваемые сигналы 106 в сторону жидкости 1806. Устройство обнаружения 102 принимает отраженные сигналы 108 от жидкости 1806 для измерения разделяющего расстояния 110 между устройством обнаружения

102 и верхней поверхностью жидкости 1806. Расположение устройства обнаружения 102 может быть известно и откалибровано до нижней части устройства герметизации 1802, чтобы разделяющее расстояние 110 до жидкости 1806 можно было использовать для определения того, сколько жидкости 1806 находится в устройстве герметизации 1802. Устройство обнаружения 102 может позволять точно измерять разделяющее расстояние 110 с использованием одного или нескольких этапов определения, а именно этапов грубого, точного и/или сверхточного определения, раскрываемых в настоящем документе.

В качестве альтернативного варианта или дополнительно устройство обнаружения 102 может направлять передаваемые сигналы 106 в сторону отверстия (например, заливочного отверстия, через которое жидкость 1806 заливают в устройство герметизации 1802) и контролировать движение жидкости 1806 через отверстие или вблизи него. Например, если разделяющее расстояние 110 от устройства обнаружения 102 до отверстия известно, соответствующий бит отраженных сигналов 108 тоже известен, то этап сверхточного определения, описанный выше, может использоваться для определения того, есть ли движение жидкости 1806 через отверстие или вблизи него (например, турбулентное). Это движение может указывать на то, что жидкость 1806 втекает в устройство герметизации 1802 или вытекает из него. Устройство обнаружения 102 может использовать этот результат определения в качестве сигнализации или другого индикатора, когда жидкость 1806 втекает в устройство 1802 герметизации или вытекает из него. В качестве альтернативного варианта устройство обнаружения 102 может располагаться или направляться в другие стратегически важные места, где наличие или отсутствие турбулентности и/или интенсивности (например, степень или количество движения) могут указывать на различные условия эксплуатации и параметры (например, количество жидкости, движение жидкости и т. п.). Устройство обнаружения 102 может периодически переключаться между этими режимами измерения (например, измерение

разделяющего расстояния 110 является одним режимом, а контроль движения – другим режимом), а затем отправлять данные и результаты измерения в блок управления 112 (показан на Фиг. 11). В качестве альтернативного варианта в разное время блок управления 112 может направлять устройство обнаружения 102 для выполнения различных типов измерений (например, измерение разделяющего расстояния 110 или контроль движения).

На Фиг. 29 показан один из вариантов выполнения системы 1900 для ограничения зоны. Система 1900 может содержать устройство обнаружения 102, направляющее передаваемые сигналы 106 (показаны на Фиг. 11) в первую зону 1902 (например, область на полу, объем в пространстве и т. д.). Человек-оператор 1906 может находиться в другой, второй зоне 1904 для выполнения различных задач. Первая зона 1902 может представлять собой ограниченную зону или пространство, куда не должен заходить оператор 1906, когда работают один или несколько станков (например, автоматизированные роботы или другие элементы), для обеспечения безопасности оператора 1906. Устройство обнаружения 102 может направлять передаваемые сигналы 106 в первую зону 1902 и контролировать принимаемые отраженные сигналы 108, чтобы определить, входит ли оператор 1906 в первую зону 1902. Например, попадание оператора 1906 в первую зону 1902 может быть обнаружено путем идентификации движения с использованием одного или нескольких методов и технологий грубого, точного и/или сверхточного определения, раскрываемых в данном документе. Если в устройстве обнаружения 102 известно расстояние до первой зоны 1902 (например, разделяющее расстояние 110 до пола в первой зоне 1902), устройство обнаружения 102 может контролировать движение в пределах интересующей выборки из отраженного сигнала, формируемого на основании отраженных сигналов, как описано выше. Когда устройство обнаружения 102 фиксирует попадание оператора 1906 в первую зону 1902, устройство обнаружения 102 может передать информацию об этом в блок управления 112 (показан на Фиг. 11), который может отключить

оборудование, работающее рядом с первой зоной 1902, чтобы предотвратить травмирование оператора 1906.

На Фиг. 30 показан другой вариант выполнения системы 2000 для ограничения пространства. Система 2000 может содержать устройство обнаружения 102, направляющее передаваемые сигналы 106 (показаны на Фиг. 11) в сторону ограждаемого пространства 2002 («зона безопасности» на Фиг. 30). Оборудование 2004, например, автоматизированное или управляемое вручную роботизированное устройство, может быть расположено и выполнено с возможностью перемещения в пределах ограждаемого пространства 2002. Объем, через который проходят передаваемые сигналы 106, можно назвать охраняемым пространством 2006. Охраняемая зона 2006 может представлять собой ограниченную зону или пространство, куда не должны попадать люди или другие объекты во время работы оборудования 2004. Устройство обнаружения 102 может направлять передаваемые сигналы 106 через охраняемое пространство 2006 и контролировать принимаемые отраженные сигналы 108, чтобы определить, есть ли какое-либо движение, идентифицируемое за пределами ограждаемой зоны 2002, но в пределах охраняемой зоны 2006. Например, проникновение человека в охраняемое пространство 2006 может быть обнаружено путем идентификации движения с использованием этапа сверхточного определения, описанного выше. Когда устройство обнаружения 102 фиксирует проникновение в охраняемое пространство 2006, устройство обнаружения 102 может передать эту информацию в блок управления 112 (показан на Фиг. 11), который может отключить оборудование 2004, чтобы предотвратить травмирование любого человека или повреждение любого объекта, попадающего в охраняемое пространство 2006.

На Фиг. 31 показано схематическое изображение одного из вариантов выполнения подвижной системы 2100, содержащей устройство обнаружения 102. Система 2100 включает в себя подвижное устройство 2102 с подключенным к нему устройством обнаружения 102. В

проиллюстрированном варианте осуществления изобретения подвижное устройство 2102 представляет собой подвижную роботизированную систему. Как альтернативный вариант, в качестве подвижного устройства 2102 может использоваться подвижное устройство другого вида, например, автомобиль, подземная буровая установка или другой тип транспортного средства. Система 2100 использует измерения, выполняемые устройством обнаружения 102, чтобы объезжать объекты или проходить через них. Система 2100 может использоваться для автоматизированной навигации на основании обнаружения движения и/или измерения разделяющих расстояний 110 между устройством обнаружения 102 и другими объектами и/или для навигации, осуществляемой с помощью таких измерений и обнаружения.

Например, устройство обнаружения 102 может измерять разделяющие расстояния 110 между устройством обнаружения 102 и несколькими объектами 2104A-D, находящимися в непосредственной близости от подвижного устройства 2102. Подвижное устройство 2102 может использовать эти разделяющие расстояния 110 для определения, на какое расстояние может переместиться подвижное устройство 2102, прежде чем ему потребуется повернуть или изменить направление, чтобы избежать контакта с объектами 2104A-D.

В одном из вариантов осуществления изобретения подвижное устройство 2102 может использовать несколько устройств обнаружения 102 для составления схемы размещения или карты замкнутой области 2106 вокруг подвижного устройства 2102. Область 2106 может быть ограничена стенами помещения, здания, туннеля и т. п. Первое устройство обнаружения 102 на подвижном устройстве 2102 может быть приспособлено для измерения разделяющих расстояний 110 до одной или нескольких границ (например, стен или поверхностей) области 2106 вдоль первого направления, второе устройство обнаружения 102 может быть приспособлено для измерения разделяющих расстояний 110 до одной или нескольких границ области 2106 вдоль другого (например, ортогонального) направления и т. д.

Разделяющие расстояния 110 до границ области 2106 могут предоставлять подвижному устройству 2102 информацию о размере области 2106 и текущем местоположении подвижного устройства 2102. Затем подвижное устройство 2102 может перемещаться внутри области 2106, при этом одно или несколько устройств обнаружения 102 будут получать обновляемые значения разделяющих расстояний 110 до одной или нескольких границ области 2106. Основываясь на изменениях разделяющих расстояний 110, подвижное устройство 2102 может определять свое местоположение в области 2106. Например, если измеренное начальное разделяющее расстояние 110 до первой стены помещения составляет десять футов (три метра), а измеренное начальное разделяющее расстояние 110 до второй стены помещения составляет пять футов (1,5 метра), то подвижное устройство 2102 может определить свое начальное местоположение внутри комнаты. Если в следующий момент времени разделяющее расстояние 110 до первой стены составляет четыре фута (1,2 метра), а разделяющее расстояние 110 до второй стены составляет семь футов (2,1 метра), подвижное устройство 2102 может определить, что оно переместилось на шесть футов (1,8 метра) по направлению к первой стене и на два фута (0,6 метра) ко второй стене.

В одном из вариантов осуществления изобретения подвижное устройство 2102 может использовать информацию, формируемую устройством обнаружения 102, для различения подвижных и неподвижных объектов 2104, расположенных в области 2106. Некоторые из объектов 2104А, 2104В и 2104D могут быть неподвижными, например, стены, мебель и т. п. Другие объекты 210С могут быть подвижными например, люди, проходящие через область 2106, другие подвижные устройства и т. п. Подвижное устройство 2102 может отслеживать изменения разделяющих расстояний 110 между подвижным устройством 2102 и объектами 2104А, 2104В, 2104С, 2104D в процессе перемещения подвижного устройства 2102. Поскольку разделяющие расстояния 110 между подвижным устройством 2102 и объектами 2104 могут изменяться в ходе перемещения подвижного

устройства 2102, может показаться, что как подвижные объекты 2104С, так и неподвижные объекты 2104А, 2104В, 2104D перемещаются к подвижному устройству 2102. Это воспринимаемое движение неподвижных объектов 2104А, 2104В, 2104D, регистрируемое устройством обнаружения 102 и подвижным устройством 2102, обусловлено перемещением устройства обнаружения 102 и подвижного устройства 2102. Чтобы вычислить параметры движения (например, скорость) подвижного устройства 2102, подвижное устройство 210 может отслеживать изменения разделяющих расстояний 110 до объектов 2104 и строить векторы перемещения объектов, связанные с объектами 2104, на основании изменений разделяющих расстояний 110.

На Фиг. 32 показано схематическое изображение нескольких векторов перемещения объектов, построенных на основании изменения разделяющих расстояний 110 между подвижным устройством 2102 и объектами (например, объектами 2104, изображенными на Фиг. 31) в соответствии с одним из примеров. Векторы 2200А-Е перемещения объектов могут быть построены путем отслеживания изменений разделяющих расстояний 110 в течение некоторого периода времени. Для оценки характеристик движения (например, скорости и/или курса) подвижного устройства 2102 эти векторы 2200 перемещения объектов могут быть объединены, например, путем суммирования и/или усреднения векторов 2200 перемещения объектов. Например, вектор 2202 перемещения подвижного устройства 2102 можно получить путем определения среднего вектора среди векторов 2200 перемещения объектов, а затем вектор, имеющий противоположное направление, взять в качестве вектора 2202 перемещения. Объединение нескольких векторов 2200 перемещения объектов может позволить скорректировать паразитные векторы перемещения объектов, обусловленные другими подвижными объектами в окружающей среде, такими как векторы 2200С, 2200Е перемещения объектов, обусловленные движением других подвижных объектов, расположенных поблизости.

Подвижное устройство 2102 может иметь (например, хранить) информацию о том, какие объекты являются частью окружающей среды и могут использоваться для отслеживания перемещения подвижного устройства 2102, и могут быть отнесены к постоянным объектам. Другие наблюдаемые объекты, которые нельзя отнести к известным постоянным объектам, называют временными объектами. Векторы перемещения временных объектов будут иметь различные траектории и могут плохо согласовываться друг с другом или с постоянными объектами. Временные объекты можно идентифицировать по их траекториям, а также по их радиальному расстоянию от подвижного устройства 2102, например, стены туннеля останутся на прежнем расстоянии, в то время как временные объекты переместятся ближе к подвижному устройству 2102.

В другом варианте осуществления изобретения несколько подвижных устройств 2102 могут содержать систему 100 обнаружения и/или несколько устройств обнаружения 102 для обмена информацией между ними. Например, каждое подвижное устройство 2102 может использовать устройства обнаружения 102 для выявления, когда подвижные устройства 2102 находятся на пороговом расстоянии друг от друга. Затем подвижные устройства 2102 могут переключаться с режима передачи передаваемых сигналов 106 для измерения разделяющего расстояния 110 и/или обнаружения движения на режим передачи передаваемых сигналов 106 с целью обмена другой информацией. Например, вместо генерации последовательности цифровых импульсов для измерения разделяющих расстояний 110 по меньшей мере одно из подвижных устройств 2102 может использовать двоичную кодовую последовательность (например, из единиц и нулей) в сигнале-шаблоне, передаваемом другому подвижному устройству 2102, для обмена информацией. Другое подвижное устройство 2102 может принимать передаваемый сигнал 106 для того, чтобы идентифицировать передаваемый сигнал-шаблон и интерпретировать информацию, закодированную в сигнале-шаблоне.

На Фиг. 33 показано схематическое изображение одного из примеров использования устройства обнаружения 102 в медицинском учреждении. Устройство обнаружения 102 может использовать один или несколько этапов, описанных выше (например, этапы грубого, точного и сверхточного определения), для мониторинга изменений положения пациента 2300 и/или относительно небольших движений пациента. Например, этап сверхточного определения для обнаружения движения, описанный выше, может использоваться для измерения частоты дыхания, измерения частоты сердечных сокращений, мониторинга грубой двигательной или мышечной активности и т. п. Частота дыхания, частота сердечных сокращений и показатель активности могут использоваться для диагностики нарушений сна, а также поскольку обнаружение является бесконтактным, оно может быть более комфортным для пациента, находящегося под наблюдением. В качестве одного примера, разделяющее расстояние 110 до живота и/или грудной клетки пациента 2300 может определяться с точностью до одного бита цифровой импульсной последовательности (например, интересующего бита), как описано выше. Затем устройство 102 может отслеживать относительно небольшие движения грудной клетки и/или живота в пределах интересующей выборки для отслеживания частоты дыхания и/или частоты сердечных сокращений. Дополнительно или в качестве альтернативного варианта, устройство обнаружения 102 может отслеживать движения грудной клетки и/или живота и комбинировать эти движения с известным, измеренным, наблюдаемым или заданным размером живота для оценки дыхательного объема при вдохе и выдохе пациента 2300. Дополнительно или в качестве альтернативного варианта, устройство обнаружения 102 может одновременно отслеживать движения грудной клетки и живота для обнаружения парадоксального дыхания пациента 2300.

В качестве другого примера устройство обнаружения 102 может направлять передаваемые сигналы 106, проникающие в тело пациента 2300, и фиксировать движение или абсолютное положение различных внутренних

структур, например, сердца. Многие из этих положений или движений могут быть относительно малыми и едва заметными, и устройство обнаружения 102 может использовать этап сверхточного определения для обнаружения движения или определения разделяющего расстояния 110 для фиксации движения или абсолютного положения внутренних структур.

Использование бесконтактного устройства обнаружения 102 также может быть полезно в ситуациях, когда невозможно или неудобно использовать проводные датчики на пациенте 2300 (например, датчики, устанавливаемые непосредственно на пациенте и подключаемые с помощью проводов к медицинскому монитору). Например, в ситуациях высокой активности, когда обычные проводные датчики могут препятствовать движению, устройство обнаружения 102 может контролировать разделяющее расстояние 110 и/или движение пациента 2300 издалека.

В другом примере устройство обнаружения 102 может использоваться для распознавания позы и обнаружения общего движения или активности. Это может использоваться для длительного наблюдения за пациентом 2300 с целью диагностики хронических состояний, таких как депрессия, усталость и общее состояние здоровья лиц из группы риска, например, пожилых людей, среди прочих. В случае заболеваний с относительно медленным началом, таких как депрессия, долгосрочное наблюдение с помощью устройства обнаружения 102 может использоваться для раннего выявления заболеваний. Также, поскольку устройство может фиксировать медицинские показатели или величины, не требуя установки каких-либо приборов на пациенте 2300, устройство обнаружения 102 может использоваться для проведения измерений показателей состояния пациента 2300 без ведома или участия пациента 2300. Это может быть полезным во многих ситуациях, например, когда дело касается детей, которые будут беспокоиться, если к ним прикрепят датчики. Устройство также может дать представление о психическом состоянии пациента 2300, например, его дыхание становится быстрым и поверхностным, когда он нервничает. В результате это позволило бы

получить функцию удаленного детектора лжи.

В другом варианте осуществления изобретения данные, генерируемые устройством обнаружения 102, можно комбинировать с данными, генерируемыми или получаемыми одним или несколькими другими датчиками. Например, результаты расчета разделяющего расстояния 110 устройством обнаружения 102 могут использоваться в качестве измерения глубины, комбинируемого с данными от другого датчика. Такая комбинация данных от различных датчиков называется здесь слиянием данных от датчиков и включает в себя слияние двух или более отдельных потоков данных от датчиков для формирования более полной картины воспринимаемых явлений, объекта или окружающей среды.

В качестве одного из примеров, разделяющие расстояния 110, рассчитанные с помощью устройства обнаружения 102, можно объединить с данными двумерного изображения, получаемого камерой. Например, без разделяющих расстояний 110 компьютер или другая электронно-вычислительная машина может не справиться с определением фактического физического размера объектов на двумерном изображении.

На Фиг. 34 показано двухмерное изображение 2404 людей 2400, 2404 в соответствии с одним из примеров применения системы 100, изображенной на Фиг. 11. Изображение 2404 может быть получено с помощью устройства формирования двумерного изображения, такого как камера. Устройство формирования изображения может получать изображение для его последующего использования другой системой, например, системой безопасности, автоматически управляемой (например, подвижной) роботизированной системой и т. п. Люди 2400, 2402 могут быть примерно одинакового размера (роста). В действительности человек 2400 находится дальше от устройства формирования изображения, получающего изображение 2404, чем человек 2402. Однако из-за неспособности устройства формирования изображения определять относительные разделяющие расстояния между устройством формирования изображения и каждым из

людей 2400, 2402 система, полагающаяся на устройство формирования изображения в части распознавания людей 2400, 2402, может оказаться неспособной определить, находится ли человек 2400 дальше (например, в положении 2400A) или же он гораздо меньше ростом, чем человек 2402 (например, имеет размер 2400B).

Устройство обнаружения 102 (показано на Фиг. 11) может определять разделяющие расстояния 110 (показано на Фиг. 11) между устройством формирования изображения (например, когда устройство обнаружения 102 расположено на устройстве формирования изображения или рядом с ним) и каждым из людей 2400, 2402 для придания глубины изображению 2404. Например, устройство формирования изображения или система, использующая изображение 2404 для одной или нескольких операций, может использовать разделяющее расстояние 110 для каждого из людей 2400, 2402, чтобы определить, что они имеют приблизительно одинаковый рост, причем человек 2400 расположен дальше, чем человек 2402.

При наличии такой информации о разделяющем расстоянии 110 (показано на Фиг. 11) и информации об оптическом устройстве, использовавшемся для захвата двумерного изображения 2400, людям 2400, 2402 можно присвоить реальные физические размеры. Например, зная физический размер, соответствующий различным частям (например, пикселями или группами пикселей) изображения 2400 и зная разделяющее расстояние 110 до каждого из людей 2400, 2402, устройство формирования изображения и/или система, использующая изображение 2404 для выполнения одной или нескольких операций, могут вычислять размеры (например, рост и/или ширину) людей 2400, 2402.

На Фиг. 35 показано схематическое изображение системы 2500, содержащей устройство обнаружения 102 (показано на Фиг. 11) в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Многие типы датчиков, например, датчики уровня освещенности, датчики излучения, датчики влажности и т. п., получают измерения от целевых объектов 104,

которые могут изменяться по мере изменения разделяющего расстояния 110 между датчиками и целевыми объектами 104. Системы 2500 обнаружения, показанные на Фиг. 35, могут содержать или представлять собой один или несколько датчиков, получающих информацию, изменяющуюся по мере изменения разделяющего расстояния 110, и могут содержать или представлять собой устройство обнаружения 102. Информация о расстоянии (например, разделяющем расстоянии 110) от систем 2500 обнаружения и целевых объектов 104 может обеспечивать выполнение калибровки или корректировки другой информации от датчика, зависящей от расстояния между датчиком и целями, считываемой или контролируемой датчиком.

Например, системы 2500 обнаружения могут получать или измерять информацию (например, уровни освещенности, излучение, влажность, количество теплоты и т. п.) от целевых объектов 104А, 104В, а также разделяющие расстояния 110А, 110В до целевых объектов 104А, 104В. Разделяющие расстояния 110А, 110В могут использоваться для корректировки или калибровки измеряемых параметров. Например, если целевые объекты 104А, 104В оба создают один и тот же уровень освещенности, излучения, влаги, теплоты и т. д., различные разделяющие расстояния 110А, 110В могут привести к тому, что системами 2500А, 2500В обнаружения будут измерены различные уровни освещенности, излучения, влаги, теплоты и т. д. С помощью устройства обнаружения 102 (показанного на Фиг. 11), измеряющего разделяющие расстояния 110А, 110В, измеренная информация по целевым объектам 104А и/или 104В может быть скорректирована (например, увеличена, основываясь на величине разделяющего расстояния 110А для целевого объекта 104А, и/или уменьшена, основываясь на величине разделяющего расстояния 110В для целевого объекта 104В), для того чтобы измеренная информация была более точной по сравнению с измеренной информацией для различных разделяющих расстояний 110 без корректировки.

В качестве другого примера система 2500 обнаружения может

содержать отражательный датчик насыщения кислородом крови и устройство обнаружения 102. Система 2500 направляет световое излучение с двумя или более различными длинами волн на поверхность целевого объекта 104, а фотоприемник системы 2500 исследует рассеянный свет. Отношение отраженной мощности может использоваться для определения уровня насыщения крови кислородом в целевом объекте 104. Вместо непосредственной установки (например, контактной) на тело пациента, являющегося целевым объектом 104, система 2500 обнаружения может находиться на отдалении от тела пациента.

Поверхность тела пациента может освещаться источниками света, а устройство обнаружения 102 (показанное на Фиг. 11) может измерять разделяющее расстояние 110 до целевого объекта 104 (например, до поверхности кожи). Затем уровень насыщения крови пациента кислородом может быть откалиброван или скорректирован на величину уменьшения отраженной мощности светового излучения, обусловленного удаленностью системы 2500 обнаружения от пациента.

В другом варианте осуществления изобретения устройство обнаружения 102 и/или система 100, показанные на Фиг. 11, могут быть выполнены в виде отдельно стоящего блока, взаимодействующего с другими датчиками, контроллерами, компьютерами и другими устройствами, чтобы добавить описанные выше функциональные возможности к различным системам датчиков. Программно реализованная система может собирать и агрегировать информационные потоки от датчиков и отправлять информацию от датчиков в систему управления, где разделяющее расстояние 110, измеренное устройством 102 и/или системой 100, используется в сочетании с информацией от датчиков. В качестве альтернативного варианта или дополнительно информацию о разделяющих расстояниях 110, измеренных устройством 102, можно собирать вместе с отметкой времени или другим маркером, таким как географическое местоположение, без прямого взаимодействия с другими датчиками, контроллером, компьютером и

другими подобными устройствами. Затем программно реализованная система может синхронизировать разделяющее расстояние 110 и другие данные от датчиков для согласования измерений друг с другом.

Примеры слияния данных от датчиков, описанные здесь, не ограничиваются только комбинацией устройства обнаружения 102 и еще одного датчика. Дополнительные датчики могут использоваться для агрегирования разделяющих расстояний 110 и/или движения, фиксируемого устройством обнаружения 102, с потоками данных, полученными двумя или более дополнительными датчиками. Например, аудиоданные (с микрофона), видеоданные (с камеры) и разделяющие расстояния 110 и/или информация о движении от устройства обнаружения 102 можно агрегировать, чтобы дать более полное представление о физической среде.

На Фиг. 38 показано схематическое изображение системы 2500 обнаружения, содержащей устройство обнаружения 102 в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 2800 обнаружения содержит датчик 2802, получающий данные о поперечных размерах целевого объекта 2804. Например, датчик 2802 может представлять собой камеру, получающую двумерное изображение коробки или упаковки.

На Фиг. 39 показано схематическое представление данных о поперечных размерах целевого объекта 2804, получаемых датчиком 2802. Датчик 2802 (или блок управления, взаимодействующий с датчиком 2802) может измерять двумерные размеры целевого объекта 2804, например, длину 2806 и ширину 2808. Например, по изображению, полученному датчиком 2802, может быть вычислена двумерная площадь поверхности 2900 целевого объекта 2804. В одном из вариантов осуществления изобретения для определения площади поверхности 2900 целевого объекта 2804 может быть подсчитано или измерено количество пикселей или других единиц изображения, сформированного датчиком 2802.

На Фиг. 40 показан другой вид устройства обнаружения 102 и целевого объекта 2804, изображенных на Фиг. 38 и 39. Для вычисления объема или

трехмерной площади внешней поверхности целевого объекта 2804 можно использовать устройство обнаружения 102, чтобы измерить высоту 2810 целевого объекта 2804. Например, устройство обнаружения 102 может измерять расстояние 110 между устройством обнаружения 102 и поверхностью 3000 (например, верхней поверхностью) целевого объекта 2804, изображение которого формирует датчик 2802. Если разделяющее расстояние 3002 между устройством обнаружения 102 и опорной поверхностью 3004, на которой расположен целевой объект 2804, известно или измерено ранее, то разделяющее расстояние 110 может использоваться для вычисления высоты 2810 целевого объекта 2804. Например, измеренное разделяющее расстояние 110 можно вычесть из известного или ранее измеренного разделяющего расстояния 3002 для вычисления высоты 2810. Высоту 2810 можно объединить (например, путем умножения) с данными о поперечных размерах (например, с шириной 2808 и длиной 2806) целевого объекта 2804 для вычисления объема целевого объекта 2804. В другом примере высоту 2810 можно объединить с данными о поперечных размерах для вычисления площади каждой, одной или нескольких поверхностей целевого объекта 2804, которые затем можно использовать для вычисления площади внешней поверхности целевого объекта 2804. Объединение данных о высоте, полученных от устройства обнаружения 102, с двумерными данными или с данными о поперечных размерах, полученными с помощью датчика 2802, может быть полезно в тех случаях, когда необходимо измерить размер, объем или площадь поверхности целевого объекта 2804, например, при транспортировке, идентификации или различении упаковки целевых объектов различного размера и т. п.

На Фиг. 36 показано схематическое изображение еще одного варианта выполнения системы 2600 обнаружения. Система 2600 может быть аналогична системе 100, показанной на Фиг. 11. Например, система 2600 может содержать устройство 2602 обнаружения («радиолокационный блок») аналогичное устройству обнаружения 102 (показанному на Фиг. 11). Хотя

устройство 2602 обнаружения на Фиг. 36 обозначено как «радиолокационный блок», в качестве альтернативного варианта, устройство 2602 обнаружения может использовать другой метод или среду для определения разделяющих расстояний 110 и/или обнаружения движения целевого объекта 104 (например, свет), как описано выше применительно к системе 100.

Устройство 2602 содержит передающую антенну 2604, которая может быть аналогична передающей антенне 204 (показана на Фиг. 12), и приемную антенну 2606, которая может быть аналогична приемной антенне 206 (показана на Фиг. 12). В проиллюстрированном варианте осуществления изобретения антенны 2604, 2606 соединены с устройством 2602 с помощью кабелей 2608. Кабели 2608 могут быть гибкими, чтобы обеспечить возможность изменять положение антенн 2604, 2606 относительно целевого объекта 104 в процессе движения. Например, антенны 2604, 2606 можно перемещать относительно целевого объекта 104 и/или друг друга во время передачи передаваемых сигналов 106 в направлении целевого объекта 104, и/или приема отраженных сигналов 108 от целевого объекта 104, или в интервале между передачей передаваемых сигналов 106 и приемом отраженных сигналов 108.

Антенны 2604, 2606 можно перемещать для обеспечения псевдобистатической работы системы 2600. Например, антенны 2604, 2606 могут перемещаться в различные или произвольные места для захвата отраженных сигналов 108, которые в ином случае могли быть потеряны, если бы антенны 2604, 2606 были зафиксированы в определенном положении. В одном из вариантов осуществления изобретения антенны 2604, 2606 могут располагаться на противоположных сторонах относительно целевого объекта 104 для тестирования передачи передаваемых сигналов 106 через целевой объект 104. Изменения в передаче передаваемых сигналов 106 через целевой объект 104 могут указывать на физические изменения в обнаруживаемом целевом объекте 104.

Эту схему можно использовать с большим количеством антенн 2604

и/или 2606. Например, несколько приемных антенн 2606 могут использоваться для обнаружения целевых объектов 104, которые в ином случае, возможно, было бы трудно обнаружить. Несколько передающих антенн 2604 могут использоваться для облучения целевых объектов 104 передаваемыми сигналами 106, которые в ином случае, возможно, не были бы обнаружены. Несколько передающих антенн 2604 и несколько приемных антенн 2606 могут использоваться одновременно. Передающие антенны 2604 и/или приемные антенны 2606 могут использоваться одновременно, передавая копии передаваемого сигнала 106 или принимая несколько отраженных сигналов 108, либо устройство 2602 обнаружения может переключаться между передающими антеннами 2604 и/или между приемными антеннами 2606, причем наблюдения (например, разделяющие расстояния 110 и/или фиксируемое движение) накапливаются с течением времени.

На Фиг. 37А-В показан один из вариантов осуществления способа 2700 определения разделяющих расстояний до целевого объекта и/или обнаружения движения целевого объекта. Способ 2700 может использоваться применительно к одной или нескольким системам или устройствам обнаружения, раскрытым в настоящем документе.

На этапе 2702 принимают решение относительно того, следует ли использовать этап грубого определения времени прохождения сигнала и/или разделяющего расстояния. Например, оператор системы 100 (показанной на Фиг. 11) может вручную вводить входные данные в систему 100, и/или система 100 может автоматически определять, следует ли использовать этап грубого определения, описанный выше. Если необходимо использовать этап грубого определения, то переходят к выполнению этапа 2704 способа 2700. В альтернативном случае переходят к выполнению этапа 2718 способа 2700. В одном из вариантов осуществления изобретения на этапе грубого определения используют один канал (например, либо синфазный I-канал, либо квадратурный Q-канал) передаваемого сигнала и принимаемого

отраженного сигнала для определения времени прохождения сигнала и/или разделяющего расстояния также, как описано выше.

На этапе 2704 на периодический сигнал накладывают шаблон передачи, используемый на этапе грубого определения, для формирования передаваемого сигнала. Например, на периодический сигнал 216 (показан на Фиг. 12) накладывают последовательность цифровых импульсов сигнала 230 с шаблоном передачи (показан на Фиг. 12) для формирования передаваемого сигнала 106 (показан на Фиг. 11), как описано выше.

На этапе 2706 передаваемый сигнал передают в направлении целевого объекта. Например, передающая антенна 204 (показана на Фиг. 12) может передавать передаваемый сигнал 106 (показан на Фиг. 11) в направлении целевого объекта 104 (показан на Фиг. 11), как описано выше.

На этапе 2708 принимают отраженные сигналы, получаемые из передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта. Например, отраженные сигналы 108 (показаны на Фиг. 11), отраженные от целевого объекта 104 (показан на Фиг. 11), принимает приемная антенна 206 (показана на Фиг. 12), как описано выше.

На этапе 2710 принимаемые отраженные сигналы преобразуют с понижением частоты для получения основополосного сигнала. Например, отраженные сигналы 108 (показаны на Фиг. 11) преобразуют в основополосный отраженный сигнал 226 (показан на Фиг. 12). Например, принимаемый отраженный сигнал 224 может быть смешан с тем же периодическим сигналом 216 (показан на Фиг. 12), на который накладывался сигнал 230 с шаблоном передачи (показан на Фиг. 12), используемым для этапа грубого определения, чтобы сформировать передаваемый сигнал 106 (показан на Фиг. 11). Отраженный сигнал 224 можно смешивать с периодическим сигналом 216 для формирования основополосного отраженного сигнала 226 (показан на Фиг. 12) в качестве принимаемого потока данных для этапа грубого определения, как описано выше.

На этапе 2712 основополосный сигнал оцифровывают для получения

принимаемого потока данных для этапа грубого определения. Например, он может проходить через процессор 232 основной полосы частот, содержащий цифратор 730, для получения оцифрованного отраженного сигнала 740.

На этапе 2714 окно корреляции (например, окно корреляции для этапа грубого определения) и маску для этапа грубого определения сравнивают с потоком данных для идентификации искомой выборки. В качестве альтернативного варианта маска (например, маска для удаления или изменения одной или нескольких частей из потока данных) может не использоваться. В одном из вариантов осуществления изобретения окно 320 корреляции для этапа грубого определения (показано на Фиг. 13), содержащее весь шаблон передачи для этапа грубого определения или его часть, включенную в передаваемый сигнал 106 (показан на Фиг. 11), сравнивается с различными выборками или частями оцифрованного отраженного сигнала 740 (показанного на Фиг. 12), как описано выше. Для различных выборок из потока данных 226 могут быть вычислены корреляционные значения, а искомую выборку можно идентифицировать путем сравнения корреляционных значений, например, путем идентификации выборки, имеющей наибольшее корреляционное значение или значение, превышающее корреляционные значения для одной или нескольких других найденных выборок.

На этапе 2716 время прохождения передаваемого сигнала и отраженного сигнала вычисляется на основании временной задержки искомой выборки. Это время прохождения сигнала можно назвать приближенным временем прохождения сигнала. Как описано выше, искомая выборка может быть связана с временным сдвигом (t_d) между передачей передаваемого сигнала 106 (показанного на Фиг. 11) и первым битом искомой выборки (или другим битом в искомой выборке). Время прохождения сигнала может быть равно временному сдвигу, либо время запаздывания может определяться на основании временного сдвига с учетом поправки или коэффициента корреляции (например, для распространения сигналов),

используемых для преобразования временного сдвига во время прохождения сигнала, как описано выше.

На этапе 2718 принимают решение относительно того, следует ли использовать этап точного определения разделяющего расстояния. Например, решение о том, чтобы использовать этап точного определения для дальнейшего уточнения измерения разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11) и/или для мониторинга или отслеживания движения целевого объекта 104 (показан на Фиг. 11), как описано выше, может приниматься автоматически или вручную. При использовании этапа точного определения можно перейти к выполнению этапа 2720 способа 2700. Напротив, если этап точного определения не используется, то можно вернуться к этапу 2702 способа 2700.

На этапе 2720 на периодический сигнал накладывают последовательность цифровых импульсов для формирования передаваемого сигнала. Как описано выше, шаблон передачи, используемый на этапе точного определения, может отличаться от шаблона передачи, используемого на этапе грубого определения. В качестве альтернативного варианта шаблон передачи может быть одинаковым как для этапа грубого определения, так и для этапа точного определения.

На этапе 2722 передаваемый сигнал передают в направлении целевого объекта аналогично тому, как это описано выше применительно к этапу 2706.

На этапе 2724 принимают отраженные сигналы, получаемые из передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта, аналогично тому, как это описано выше применительно к этапу 2708.

На этапе 2726 принимаемые отраженные сигналы преобразуют с понижением частоты для получения основополосного сигнала. Например, отраженные сигналы 108 (показаны на Фиг. 11) преобразуют в основополосный отраженный сигнал 226 (показан на Фиг. 12).

На этапе 2728 основополосный сигнал 226 сравнивают с шаблоном приема, используемым на этапе точного определения. Шаблон приема,

предназначенный для этапа точного определения, может иметь задержку равную времени прохождения сигнала, полученному на этапе грубого определения, описанном выше. Например, вместо сравнения основополосного сигнала с шаблоном приема при одинаковой начальной или исходной привязке по времени как основополосного сигнала, так и шаблона приема в шаблон приема можно ввести запаздывание на время равное временной задержке, измеренной на этапе грубого определения. Этот запаздывающий по времени шаблон приема также можно назвать «шаблоном для этапа точного определения с задержкой, полученной на этапе грубого определения» 728.

На этапе 2730 вычисляют временной сдвиг между потоком данных, предназначенным для этапа точного определения, и шаблоном приема, запаздывающим по времени. Этот временной сдвиг может представлять собой временное наложение или рассогласование между импульсами в потоке данных для этапа точного определения и шаблоном приема, запаздывающим по времени, как описано выше со ссылкой на Фиг. 8-11. Временной сдвиг может измеряться на основании значений энергии импульсов, характеризующих временное наложение между потоком данных для этапа точного определения и шаблоном приема, запаздывающим по времени. Как описано выше, можно вычислить временные интервалы 808, 810, 904, 906 (показаны на Фиг. 8 и 9), характеризующие временной сдвиг.

На этапе 2732 уточняют время прохождения сигнала, измеренное на этапе грубого определения (например, «оценку времени прохождения сигнала»), используя временной сдвиг. Например, временной сдвиг, рассчитанный на этапе 2730, может быть добавлен ко времени прохождения сигнала, рассчитанному на этапе 2716. В качестве альтернативного варианта, временной сдвиг может добавляться к заданному времени прохождения сигнала, например, ко времени прохождения сигнала, связанному с заданным или известным разделяющим расстоянием 110 (показано на Фиг. 11) или вычисленному на основании известного разделяющего расстояния.

На этапе 2734 время прохождения сигнала (включающее в себя временной сдвиг, рассчитанный на этапе 2732) используют для расчета разделяющего расстояния от целевого объекта, как описано выше. Затем циклически можно вернуться к выполнению этапа 2702 способа 2700. Описанные выше способы могут повторно выполняться для каналов I и Q по отдельности или параллельно с использованием параллельных трактов, как показано на Фиг. 22, переключателя или мультиплексного тракта, как описано выше, для выделения различий в каналах I и Q. Эти различия могут анализироваться для определения фазы отраженных сигналов.

В одном из вариантов осуществления изобретения этап точного определения (например, как описано со ссылкой на этапы 2720-2732) выполняют с одной I- или Q-составляющей передаваемого сигнала и отраженного сигнала, как описано выше. Например, синфазный канал I отраженного сигнала 226 (показан на Фиг. 12) может исследоваться для того, чтобы измерить величину временного наложения между запаздывающим по времени шаблоном приема и отраженным сигналом 226, как описано выше. Для того чтобы выполнить этап сверхточного определения можно провести аналогичное исследование с другой составляющей или каналом отраженного сигнала, например, с квадратурным каналом Q. В качестве примера, анализ синфазного канала I отраженного сигнала 226 (например, на этапе точного определения) может выполняться параллельно или одновременно с анализом квадратурного канала Q одного и того же отраженного сигнала 226 (например, на этапе сверхточного определения). В качестве альтернативного варианта, этапы точного и сверхточного определения могут выполняться последовательно, при этом один из каналов I или Q исследуют для определения временного наложения между отраженным сигналом и запаздывающим по времени шаблоном приема до того, как начнется исследование другого канала Q или I для определения временного наложения. Временные наложения для каналов I и Q используют для расчета временных сдвигов (например, временных сдвигов по каналам I и Q),

которые могут быть добавлены к значению или к оценке времени прохождения сигнала, полученному на этапе грубого определения. Это время прохождения сигнала можно использовать для определения разделяющего расстояния 110 (показано на Фиг. 11), как описано выше. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, могут исследоваться временные сдвиги импульсов по синфазному каналу I и квадратурному каналу Q для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

Как описано выше, этап сверхточного определения в качестве альтернативного варианта или дополнительно может включать в себя процесс, аналогичный тому, который используют на этапе грубого определения. Например, на этапе грубого определения можно исследовать синфазный I-канал шаблона приема и потока данных, чтобы определить корреляционные значения различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и соответствующее время прохождения сигнала, как здесь описано. На этапе сверхточного определения можно использовать квадратурный Q-канал шаблона приема и потока данных для определения корреляционных значений различных выборок из потока данных и, исходя из этих корреляционных значений, определить искомую выборку и время прохождения сигнала, как описано выше. Значения времени прохождения сигнала, полученные по синфазному I-каналу и квадратурному Q-каналу, можно объединить (например, усреднить) для расчета времени прохождения сигнала и/или разделяющего расстояния до цели. Корреляционные значения, вычисленные на этапе сверхточного определения могут использоваться для расчета дополнительной временной задержки, которую можно добавить к временным задержкам, полученным на этапах грубого и/или точного определения, для того чтобы определить время прохождения сигнала и/или разделяющее расстояние до цели. В качестве альтернативного варианта или дополнительно, корреляционные значения импульсов по синфазному I-каналу

и квадратурному Q-каналу могут исследоваться для определения фаз отраженных сигналов с целью расчета разделяющего расстояния или обнаружения движения цели.

В другом варианте осуществления изобретения предложен другой способ (например, способ для измерения разделяющего расстояния до целевого объекта). Данный способ включает в себя передачу первого передаваемого электромагнитного сигнала от передающей антенны к целевому объекту, отстоящему от передающей антенны на разделяющее расстояние. Первый передаваемый сигнал содержит первый шаблон передачи, представляющий собой первую последовательность цифровых битов. Способ также включает в себя прием первого отраженного сигнала, получаемого из первого передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта, преобразование первого отраженного сигнала в первый оцифрованный отраженный сигнал и сравнение первого шаблона приема, представляющего собой вторую последовательность цифровых битов, с первым оцифрованным отраженным сигналом для определения времени прохождения первого передаваемого сигнала и отраженного сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения способ также включает в себя расчет разделяющего расстояния до целевого объекта на основании времени прохождения сигнала.

Согласно еще одному аспекту изобретения способ также включает в себя генерацию периодического сигнала и наложение по меньшей мере на первую часть периодического сигнала первого шаблона передачи для формирования первого передаваемого сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения преобразование первого отраженного сигнала в первый оцифрованный отраженный сигнал включает в себя смешивание по меньшей мере второй части периодического сигнала с отраженным сигналом, полученным на основании первого отраженного сигнала, принимаемого от целевого объекта.

Согласно другому аспекту изобретения сравнение первого шаблона

приема включает в себя сопоставление последовательности цифровых битов первого шаблона приема с выборками из первого оцифрованного отраженного сигнала с целью вычисления корреляционных значений для этих выборок. Корреляционные значения характеризуют степени соответствия между последовательностью цифровых битов в первом шаблоне приема и выборками из первого оцифрованного отраженного сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения по меньшей мере одна из выборок из оцифрованного отраженного сигнала идентифицируется как искомая выборка на основании корреляционных значений. Время прохождения сигнала может определяться на основании временной задержки между передачей передаваемых сигналов и появлением искомой выборки.

Согласно еще одному аспекту изобретения способ также включает в себя передачу второго передаваемого электромагнитного сигнала по направлению к целевому объекту. Второй передаваемый сигнал содержит второй шаблон передачи, представляющий собой вторую последовательность цифровых битов. Способ также включает в себя прием второго отраженного сигнала, получаемого из второго передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта, преобразование второго отраженного сигнала во второй основополосный отраженный сигнал и сравнение второго шаблона приема, представляющего собой третью последовательность цифровых битов, со вторым основополосным отраженным сигналом для определения временного рассогласования между одним или несколькими импульсами второго основополосного отраженного сигнала и одним или несколькими импульсами второго шаблона приема. Сначала определяют временное рассогласование, характеризующее временную задержку между вторым шаблоном приема и вторым основополосным отраженным сигналом, а затем вычисляют временной сдвиг.

Согласно другому аспекту изобретения способ также включает в себя добавление временного сдвига ко времени прохождения сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения преобразование второго

отраженного сигнала во второй оцифрованный отраженный сигнал включает в себя формирование синфазного (I) канала второго основополосного отраженного сигнала и квадратурного (Q) канала второго основополосного отраженного сигнала. Сравнение второго шаблона приема включает в себя сравнение синфазного I-канала второго шаблона приема с синфазным I-каналом второго оцифрованного отраженного сигнала для определения I-составляющей временного рассогласования, а сравнение квадратурного Q-канала второго шаблона приема с квадратурным Q-каналом второго оцифрованного отраженного сигнала для определения Q-составляющей временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения временной сдвиг, добавляемый ко времени прохождения сигнала, включает в себя I-составляющую временного рассогласования и Q-составляющую временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения способ также включает в себя определение фаз первого отраженного сигнала и второго отраженного сигнала путем анализа I-составляющей временного рассогласования и Q-составляющей временного рассогласования, где время прохождения сигнала вычисляют на основании полученных фаз.

Согласно другому аспекту изобретения по меньшей мере два шаблона из первого шаблона передачи, первого шаблона приема, второго шаблона передачи или второго шаблона приема отличаются друг от друга.

Согласно другому аспекту изобретения по меньшей мере два шаблона из первого шаблона передачи, первого шаблона приема, второго шаблона передачи или второго шаблона приема содержат общую последовательность цифровых битов.

В другом варианте осуществления изобретения предложена система (например, система обнаружения), содержащая передатчик, приемник и процессор основной полосы частот. Передатчик предназначен для формирования первого передаваемого электромагнитного сигнала, который

передается от передающей антенны к целевому объекту, отстоящему от передающей антенны на разделяющее расстояние. Первый передаваемый сигнал содержит первый шаблон передачи, представляющий собой последовательностью цифровых битов. Приемник предназначен для формирования первого оцифрованного отраженного сигнала, основанного на отражении первого передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта. Коррелятор предназначен для сравнения первого шаблона приема, представляющего собой вторую последовательность цифровых битов, с первым оцифрованным отраженным сигналом для определения времени прохождения первого передаваемого сигнала и отраженного сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения процессор основной полосы частот выполнен с возможностью вычисления разделяющего расстояния до целевого объекта на основании времени прохождения сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения система также содержит генератор колебаний, предназначенный для генерации периодического сигнала. Передатчик выполнен с возможностью наложения по меньшей мере на первую часть периодического сигнала первого шаблона передачи для формирования первого передаваемого сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения приемник выполнен с возможностью приема по меньшей мере второй части периодического сигнала и смешивания по меньшей мере второй части периодического сигнала с отраженным сигналом для формирования первого основополосного отраженного сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения основополосный отраженный сигнал может оцифровываться для получения первого оцифрованного отраженного сигнала, а коррелятор предназначен для сравнения последовательности цифровых битов первого шаблона приема с выборками из первого оцифрованного отраженного сигнала с целью вычисления корреляционных значений для выборок. Корреляционные значения характеризуют степени соответствия между первым шаблоном приема и

цифровыми битами оцифрованного отраженного сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения по меньшей мере одна из выборок из оцифрованного отраженного сигнала идентифицируется коррелятором на основании корреляционных значений как искомая выборка. Время прохождения сигнала определяется на основании временной задержки между передачей первого передаваемого сигнала и появлением искомой выборки в первом оцифрованном отраженном сигнале.

Согласно еще одному аспекту изобретения передатчик выполнен с возможностью передачи второго передаваемого электромагнитного сигнала по направлению к целевому объекту. Второй передаваемый сигнал содержит второй шаблон передачи, представляющий собой вторую последовательность цифровых битов. Приемник выполнен с возможностью формирования второго оцифрованного отраженного сигнала на основании второго отраженного сигнала, получаемого из второго передаваемого сигнала, отражающегося от целевого объекта. Процессор основной полосы частот выполнен с возможностью сравнения второго шаблона приема, представляющего собой третью последовательность цифровых битов, со вторым оцифрованным отраженным сигналом для определения временного рассогласования между одним или несколькими импульсами второго оцифрованного отраженного сигнала и одним или несколькими импульсами второго шаблона приема. Временное рассогласование характеризует временной сдвиг между вторым шаблоном приема и вторым основоположным отраженным сигналом, добавляемый ко времени прохождения сигнала.

Согласно другому аспекту изобретения приемник выполнен с возможностью формирования синфазного (I) канала второго оцифрованного отраженного сигнала и квадратурного (Q) канала второго оцифрованного отраженного сигнала. Система также может содержать систему обработки основной полосы частот, предназначенную для сравнения I-канала второго шаблона приема с I-каналом второго оцифрованного отраженного сигнала для определения I-составляющей временного рассогласования. Система

обработки основной полосы также предназначена для сравнения Q-канала второго шаблона приема с Q-каналом второго оцифрованного отраженного сигнала для определения Q-составляющей временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения временной сдвиг, добавляемый ко времени прохождения сигнала, включает в себя I-составляющую временного рассогласования и Q-составляющую временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения система обработки основной полосы частот предназначена для определения фаз первого отраженного сигнала и второго отраженного сигнала на основании I-составляющей временного рассогласования и Q-составляющей временного рассогласования. Время прохождения сигнала рассчитывают на основании полученных фаз. Например, время прохождения сигнала может быть увеличено или уменьшено на заранее определенную или заданную величину на основании определяемой или измеряемой разности полученных фаз.

В другом варианте осуществления изобретения предложен другой способ (например, для измерения разделяющего расстояния до целевого объекта). Способ включает в себя передачу первого передаваемого сигнала, содержащего импульсы, определяющие первый шаблон передачи, состоящий из цифровых битов, и формирование первого оцифрованного отраженного сигнала на основании первого принимаемого отраженного сигнала, получаемого из первого передаваемого сигнала. Первый оцифрованный отраженный сигнал включает в себя импульсы, представляющие собой поток данных из цифровых битов. Способ также включает в себя сравнение первого шаблона приема из цифровых битов со множеством различных выборок из потока данных в виде цифровых битов в первом оцифрованном отраженном сигнале для идентификации искомой выборки, указывающей на присутствие и/или временную локализацию первого шаблона приема, в отличие от другой или других выборок. Способ дополнительно включает в себя идентификацию времени прохождения первого передаваемого сигнала и первого

принимаемого отраженного сигнала на основании временной задержки между началом потока данных в первом оцифрованном отраженном сигнале и искомой выборкой.

Согласно другому аспекту изобретения способ также включает передачу второго передаваемого сигнала, содержащего импульсы, представляющие собой второй шаблон передачи из цифровых битов, и формирование синфазной (I) составляющей второго основополосного отраженного сигнала и квадратурной (Q) составляющей второго основополосного отраженного сигнала на основании второго принимаемого отраженного сигнала, получаемого из второго передаваемого сигнала. Вторым основополосным отраженным сигналом содержит импульсы, представляющие собой поток данных из цифровых битов. Способ также включает в себя сравнение запаздывающего по времени второго шаблона приема из импульсов, представляющих собой последовательность цифровых битов, со вторым основополосным отраженным сигналом. Второй шаблон приема запаздывает относительно времени передачи второго передаваемого сигнала на временную задержку искомой выборки. Синфазную (I) составляющую второго шаблона приема сравнивают с I-составляющей второго основополосного отраженного сигнала для идентификации первого временного рассогласования между вторым шаблоном приема и вторым основополосным отраженным сигналом. Квадратурную (Q) составляющую второго шаблона приема сравнивают с Q-составляющей второго основополосного отраженного сигнала для идентификации второго временного рассогласования между вторым шаблоном приема и вторым основополосным отраженным сигналом. Способ также включает в себя увеличение времени прохождения сигнала на величину первого и второго временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения способ также включает в себя идентификацию движения целевого объекта на основании изменения одного или нескольких значений первого или второго временного рассогласования.

Согласно другому аспекту изобретения первый шаблон передачи отличается от первого шаблона приема.

Следует понимать, что приведенное выше описание изобретения носит иллюстративный, а не ограничительный характер. Например, вышеописанные варианты осуществления изобретения (и/или их особенности) могут использоваться в сочетании друг с другом. Кроме того, может быть внесено множество изменений, для того чтобы адаптировать конкретную ситуацию или материал к идее изобретения, не выходя за рамки объема изобретения. Несмотря на то, что размеры и виды материалов, описанные здесь, предназначены для определения параметров предмета изобретения, они ни в коем случае не являются ограничивающими, а используются в качестве примеров осуществления изобретения. После изучения приведенного выше описания изобретения для специалистов в данной области техники будут очевидны многие другие варианты осуществления изобретения. Поэтому объем изобретения, раскрываемого в настоящем документе, следует определять в соответствии с прилагаемой формулой изобретения с учетом полного объема эквивалентов, права на которые предоставляет данная формула изобретения. В прилагаемой формуле изобретения выражения «включающий» и «в котором» используются в виде простых эквивалентов соответствующих выражений «содержащий» и «отличающийся тем, что». Кроме того, в приведенной ниже формуле изобретения термины «первый», «второй», «третий» и т. д. используются только как обозначения и не предназначены для того, чтобы устанавливать требования к нумерации объектов. Кроме того, ограничения в приведенной ниже формуле изобретения не приводятся в формате «средство плюс функция» и не предназначены для интерпретации на основании шестого абзаца §112 раздела 35 Кодекса законов США (35 U.S.C.) до тех пор, пока такие ограничения в формуле изобретения прямо не используют фразу «средство для», за которой следует заявление о функции, не имеющее дальнейшей структуры.

Настоящее письменное описание использует примеры для раскрытия нескольких вариантов осуществления предмета изобретения, включая наилучший вариант, а также для того, чтобы позволить любому специалисту в данной области техники реализовать варианты осуществления, раскрываемые здесь, включая изготовление и использование любых устройств или систем и реализацию любых описанных способов. Патентоспособный объем изобретения определяется формулой изобретения и может включать в себя другие примеры, которые могут быть очевидны для специалиста в данной области техники. Такие примеры входят в объем формулы изобретения, если они содержат структурные элементы, не отличающиеся от буквальных формулировок, которые даны в формуле изобретения, или если они содержат эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквальных формулировок, приведенных в формуле изобретения.

Приведенное выше описание некоторых вариантов осуществления раскрываемого предмета изобретения будет понято лучше при изучении одновременно с прилагаемыми чертежами. В том виде, в каком фигуры иллюстрируют схемы функциональных блоков различных вариантов осуществления изобретения, функциональные блоки не обязательно указывают на разделение между схемами аппаратного обеспечения. Таким образом, например, один или несколько функциональных блоков (например, процессоры или запоминающие устройства) могут быть реализованы в одном аппаратном устройстве (например, в универсальном сигнальном процессоре, микроконтроллере, оперативном запоминающем устройстве, жестком диске и т. п.). Аналогичным образом, программы могут быть автономными, могут быть включены в качестве подпрограмм в операционную систему, могут быть функциями в установленном программном пакете и т. п. Различные варианты осуществления изобретения не ограничиваются схемами и техническими средствами, показанными на чертежах.

В контексте данного документа элемент или этап, перечисляемый в

единственном числе, следует понимать как не исключающий множественного числа указанных элементов или этапов, если такое исключение явно не указано. Кроме того, ссылки на «один вариант осуществления» настоящего предмета изобретения не должны толковаться как исключающие существование дополнительных вариантов осуществления, также включающих в себя перечисленные признаки. Кроме того, если явно не указано обратное, варианты осуществления, «содержащие», «включающие» или «имеющие» элемент или множество элементов, обладающих определенным свойством, могут содержать дополнительные элементы, не обладающие указанным свойством.

Поскольку в описанные выше системы и способы могут быть внесены определенные изменения, не отступая от сути и объема раскрываемого здесь предмета изобретения, предполагается, что приведенное выше описание предмета изобретения или показанное на прилагаемых чертежах, должно интерпретироваться исключительно как примеры, иллюстрирующие изложенные здесь концепции, и не должно толковаться как ограничивающее раскрываемый предмет изобретения.

Различные варианты осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы в системе обработки данных, подходящей для хранения и/или выполнения программного кода, содержащей по меньшей мере один процессор, связанный напрямую или опосредованно с элементами памяти через системную шину. К элементам памяти относятся, например, локальная память, используемая во время фактического исполнения программного кода, внешнее запоминающее устройство и кэш-память, обеспечивающая временное хранение по меньшей мере части программного кода, чтобы уменьшить количество обращений к внешнему запоминающему устройству для извлечения кода во время выполнения программы.

Устройства ввода-вывода (включая клавиатуры, дисплеи, указательные приборы, запоминающее устройство прямого доступа, ленты, компакт-диски, DVD-диски, флэш-накопители и другие системы памяти, но не ограничиваясь

этим) могут быть подключены к системе либо непосредственно, либо через промежуточные контроллеры ввода-вывода. Также к системе могут быть присоединены сетевые адаптеры, чтобы система обработки данных могла соединяться с другими системами обработки данных, удаленными принтерами или устройствами хранения данных через промежуточные частные или общедоступные сети. Модемы, кабельные модемы и коммуникационные платы Ethernet – это лишь некоторые из доступных типов сетевых адаптеров.

Настоящее изобретение может быть реализовано в системе, в виде способа и/или компьютерного программного продукта. Компьютерный программный продукт может включать в себя машиночитаемый носитель информации (или носитель информации), содержащий машиночитаемые программные инструкции для процессора, реализующего особенности настоящего изобретения. Машиночитаемый носитель информации может представлять собой материальное устройство, которое может запоминать и хранить инструкции для использования устройством выполнения инструкций. В качестве машиночитаемого носителя информации могут использоваться, например, электронное запоминающее устройство, магнитное запоминающее устройство, оптическое запоминающее устройство, электромагнитное запоминающее устройство, полупроводниковое запоминающее устройство или любая подходящая комбинация из вышеперечисленных устройств, но не ограничиваясь этим. Неполный перечень более конкретных примеров машиночитаемых носителей информации следующий: портативная компьютерная дискета, жесткий диск, оперативное запоминающее устройство (RAM), постоянное запоминающее устройство (ROM), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EPROM или флэш-память), статическое оперативное запоминающее устройство (SRAM), портативное постоянное запоминающее устройство на компакт-диске (CD-ROM), цифровой универсальный диск (DVD), флеш-накопитель, дискета, механически закодированное устройство,

такое как перфокарты или рельефные структуры на дорожке с записанными на них командами, и любая подходящая комбинация из вышеперечисленных устройств.

Машиночитаемые программные инструкции, описанные в настоящем документе, могут быть загружены на соответствующее вычислительное устройство или устройство обработки с машиночитаемого носителя информации или на внешний компьютер или внешнее запоминающее устройство через сеть, например, Интернет, локальную сеть, глобальную сеть и/или беспроводную сеть. Сеть может включать в себя медные кабели передачи, волокна для оптической передачи, беспроводную передачу, маршрутизаторы, брандмауэры, коммутаторы, шлюзовые компьютеры и/или пограничные серверы. Плата сетевого адаптера или сетевой интерфейс в каждом вычислительном устройстве или устройстве обработки получает машиночитаемые программные инструкции из сети и пересылает их для хранения на машиночитаемый носитель информации внутри соответствующего вычислительного устройства или устройства обработки.

Машиночитаемые программные инструкции для выполнения операций по настоящему изобретению могут представлять собой команды в коде ассемблера, команды архитектуры системы команд (ISA), машинные команды, машинно-зависимые команды, микрокод, команды микропрограммного обеспечения, данные настройки состояния или либо исходный код, либо объектный код, написанный на любом языке или с использованием любой комбинации из нескольких языков программирования, включая объектно-ориентированный язык программирования, такой как Smalltalk, C++ и т. п., и обычные процедурные языки программирования, такие как язык программирования «С» или аналогичные языки программирования. Сегмент кода или машинно-исполняемые инструкции могут представлять собой процедуру, функцию, подпрограмму, программу, модуль, программный пакет, класс или любую комбинацию команд, структур данных или программных операторов.

Сегмент кода может быть связан с другим сегментом кода или аппаратной схемой посредством передачи и/или приема информации, данных, аргументов, параметров или содержимого памяти. Информация, аргументы, параметры, данные и т. д. могут передаваться или пересылаться любыми подходящими средствами, включая среди прочего совместное использование памяти, передачу сообщений, передачу маркера, сетевую передачу. Машиночитаемые программные инструкции могут выполняться полностью на компьютере пользователя, частично на компьютере пользователя, как автономный программный пакет, частично на компьютере пользователя и частично на удаленном компьютере или полностью на удаленном компьютере или сервере. В последнем случае удаленный компьютер может быть подключен к компьютеру пользователя через сеть любого типа, включая локальную сеть (LAN) или глобальную сеть (WAN), или может осуществляться подключение к внешнему компьютеру (например, через Интернет с использованием Интернет-провайдера). В некоторых вариантах осуществления изобретения электронная схема, включающая, например, программируемую логическую схему, программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA) или программируемые логические матрицы (PLA), может выполнять машиночитаемые программные инструкции, используя информацию о состоянии из машиночитаемых программных инструкций для персонализации электронной схемы, чтобы реализовать особенности настоящего изобретения.

Аспекты настоящего изобретения описаны здесь со ссылкой на изображения блок-схем и/или блок-диаграмм способов, устройств (систем) и компьютерных программных продуктов в соответствии с вариантами осуществления изобретения. Следует понимать, что каждый блок изображенной блок-схемы и/или блок-диаграммы, а также комбинации блоков на изображениях блок-схем и/или блок-диаграмм могут быть реализованы с помощью машиночитаемых программных инструкций. Различные иллюстративные логические блоки, модули, схемы и этапы

алгоритма, описанные в контексте раскрываемых здесь вариантов осуществления изобретения, могут быть реализованы в виде электронного оборудования, компьютерного программного обеспечения или их комбинаций. Чтобы наглядно показать эту взаимозаменяемость аппаратного и программного обеспечения, различные иллюстративные элементы, блоки, модули, схемы и этапы были раскрыты выше в общих чертах с точки зрения их функциональности. Будет ли реализована такая функциональность в виде аппаратного или программного обеспечения, зависит от конкретной области применения и конструктивных ограничений, накладываемых на общую систему. Специалисты в данной области техники могут реализовать описанные функции различными способами для каждой конкретной области применения, но такие решения по реализации не должны интерпретироваться как приводящие к отступлению от объема настоящего изобретения.

Блок-схемы и блок-диаграммы на фигурах иллюстрируют архитектуру, функциональность и принцип работы возможных вариантов реализации систем, способов и компьютерных программных продуктов в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения. В связи с этим каждый блок в блок-схеме или блок-диаграмме может представлять собой модуль, сегмент или набор из команд, содержащий одну или несколько исполняемых команд для реализации указанной логической функции (функций). В некоторых альтернативных вариантах реализации функции, указанные в блоке, могут выполняться не в том порядке, который указан на фигурах. Например, два блока, изображенные последовательно, могут по факту выполняться одновременно, или иногда блоки могут выполняться в обратном порядке, в зависимости от предусмотренной функциональности. Следует также отметить, что каждый блок на блок-диаграмме и/или блок-схеме, а также комбинации из блоков на блок-диаграмме и/или блок-схеме можно реализовать с помощью аппаратных систем специального назначения, выполняющих заданные функции или действия, либо комбинации из команд для аппаратных средств специального назначения и машинных команд.

Такие слова, как «затем», «далее» и т. п. не предназначены для ограничения порядка выполнения этапов; эти слова используются для того, чтобы направлять читателя по ходу описания способов. Несмотря на то, что блок-схемы технологического процесса могут описывать операции как последовательный процесс, многие операции могут выполняться параллельно или одновременно. Кроме того, порядок операций может быть изменен. Процесс может представлять собой способ, функцию, процедуру, подпрограмму и т. д. Когда процесс представляет собой функцию, его завершение может означать возвращение функции к вызывающей функции или к главной функции.

Признаки или функциональные возможности, описанные применительно к определенным примерам реализации, могут быть перекомбинированы в различных других примерах реализации и/или объединены с ними. Кроме того, различные особенности и/или элементы примеров осуществления изобретения, раскрытых в настоящем документе, также могут быть объединены и перекомбинированы аналогичным образом. Кроме того, некоторые примеры вариантов осуществления изобретения, по отдельности или в совокупности, могут быть компонентами более крупной системы, где другие процедуры могут иметь приоритет над их применением и/или, в иных случаях, изменять его. Кроме того, может потребоваться выполнение ряда этапов до, после и/или одновременно с выполнением вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе. Следует отметить, что любые и/или все способы и/или процессы, описанные в настоящем документе, могут быть по меньшей мере частично выполнены одним объектом или субъектом любым способом.

Несмотря на то, что в настоящем документе были изображены и подробно раскрыты предпочтительные варианты осуществления изобретения, специалистам в данной области техники известно, что могут быть выполнены различные модификации, дополнения, замены и т. п. без отступления от сущности настоящего изобретения. Считается, что они входят

в объем настоящего изобретения, который определяется следующей формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Устройство, содержащее:

оправу прибора для ношения на глазах, где размещены процессор, память, дисплей и датчик расстояния, где процессор имеет связь с памятью, дисплеем и датчиком расстояния, причем в памяти хранится набор инструкций, выполняемых с помощью процессора, причем набор инструкций дает команду процессору:

направить запрос датчику расстояния для получения показания на основании объекта;

определить положение датчика расстояния относительно объекта;

сгенерировать визуальный контент на основании указанного положения; и

направить запрос дисплею на представление визуального контента.

2. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой контент виртуальной реальности.

3. Устройство по п. 1, в котором оправка прибора для ношения на глазах содержит камеру, причем процессор имеет связь с этой камерой, причем набор инструкций дает команду процессору:

направить запрос указанной камере для захвата изображения, причем визуальный контент представляет собой контент дополненной реальности, накладываемый поверх указанного изображения.

4. Устройство по п. 1, в котором набор инструкций дает команду процессору модифицировать визуальный контент в режиме реального времени в зависимости от изменения указанного положения в реальном времени.

5. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой карту с указанием положения.

6. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой путь на карте.

7. Устройство по п. 6, в котором указанный путь уже пройден оправой

прибора для ношения на глазах на основании указанного положения.

8. Устройство по п. 6, в котором путь должен быть пройден оправой прибора для ношения на глазах на основании положения.

9. Устройство по п. 1, в котором оправа прибора для ношения на глазах имеет датчик расстояния, расположенный внутри.

10. Устройство по п. 1, в котором оправа прибора для ношения на глазах содержит датчик расстояния, расположенный снаружи.

11. Устройство по п. 1, в котором датчик расстояния получает показания на основе радиоволн.

12. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой навигационную информацию.

13. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой предупреждающую информацию.

14. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой информацию о направлении.

15. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что визуальный контент представляет собой инструктивную информацию.

16. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой контент видеоигр.

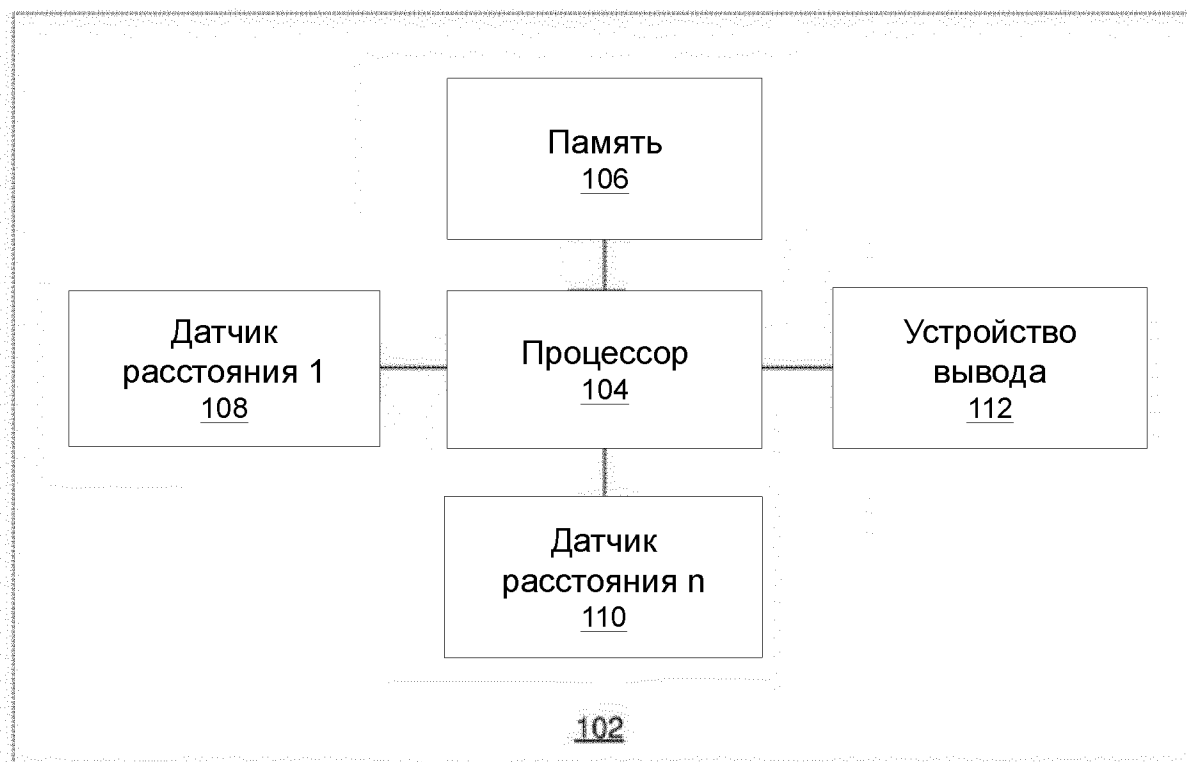
17. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой контент эффекта погружения.

18. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой образовательный контент.

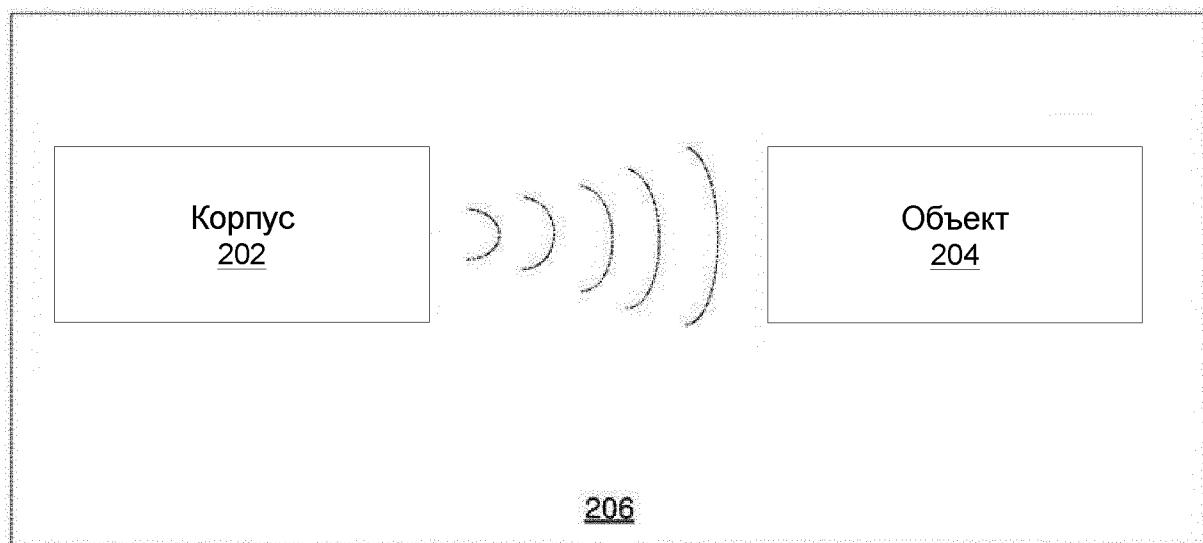
19. Устройство по п. 1, в котором визуальный контент представляет собой информацию о покупках.

20. Устройство по п. 1, в котором объект представляет собой заданную область.

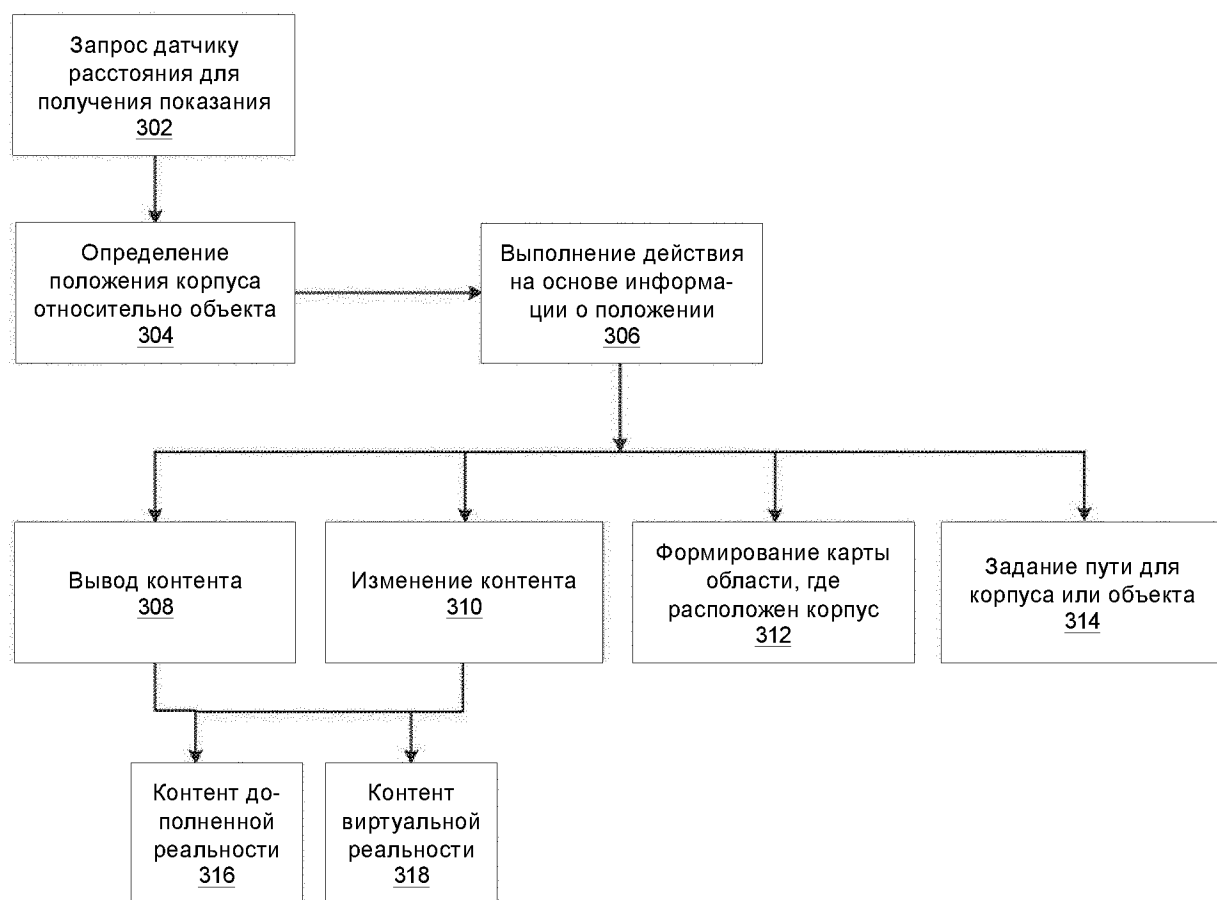
21. Устройство по п. 1, в котором объект является подвижным относительно оправы прибора для ношения на глазах.



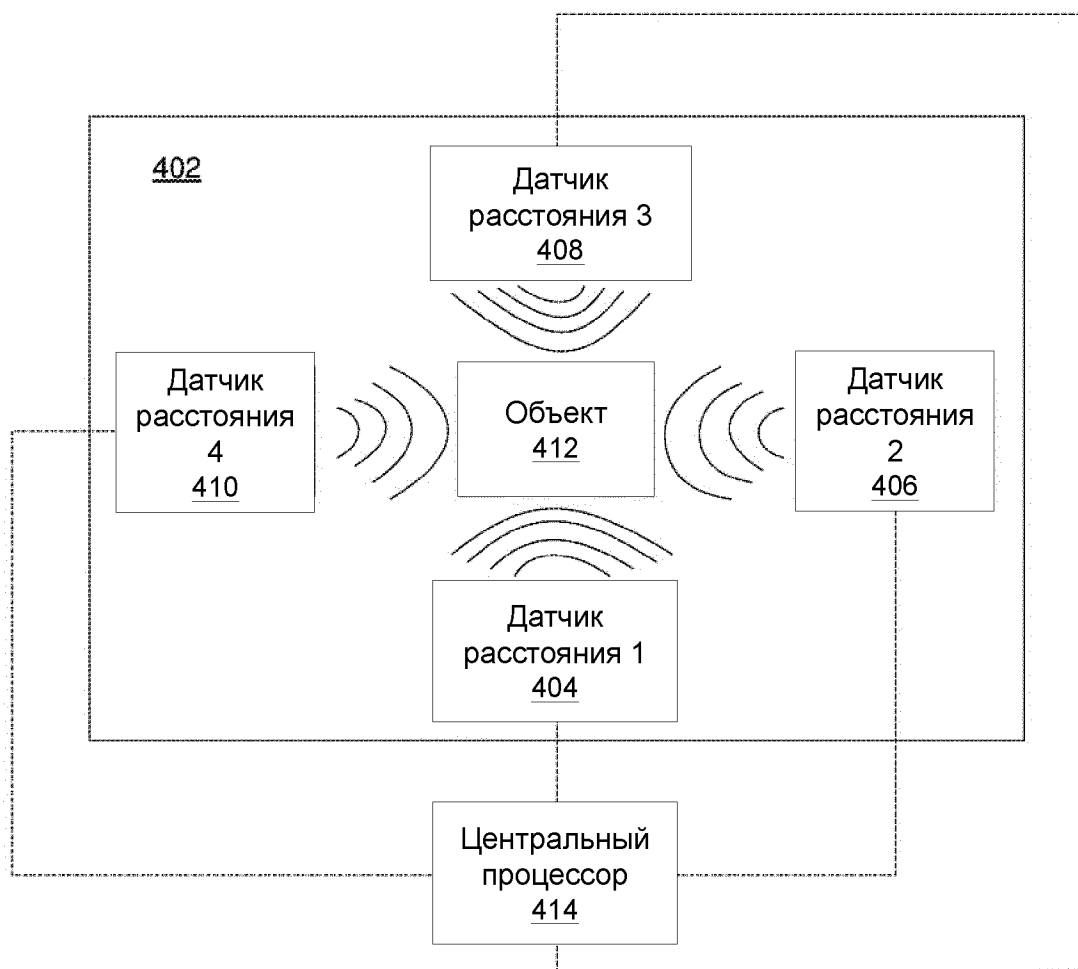
Фиг. 1

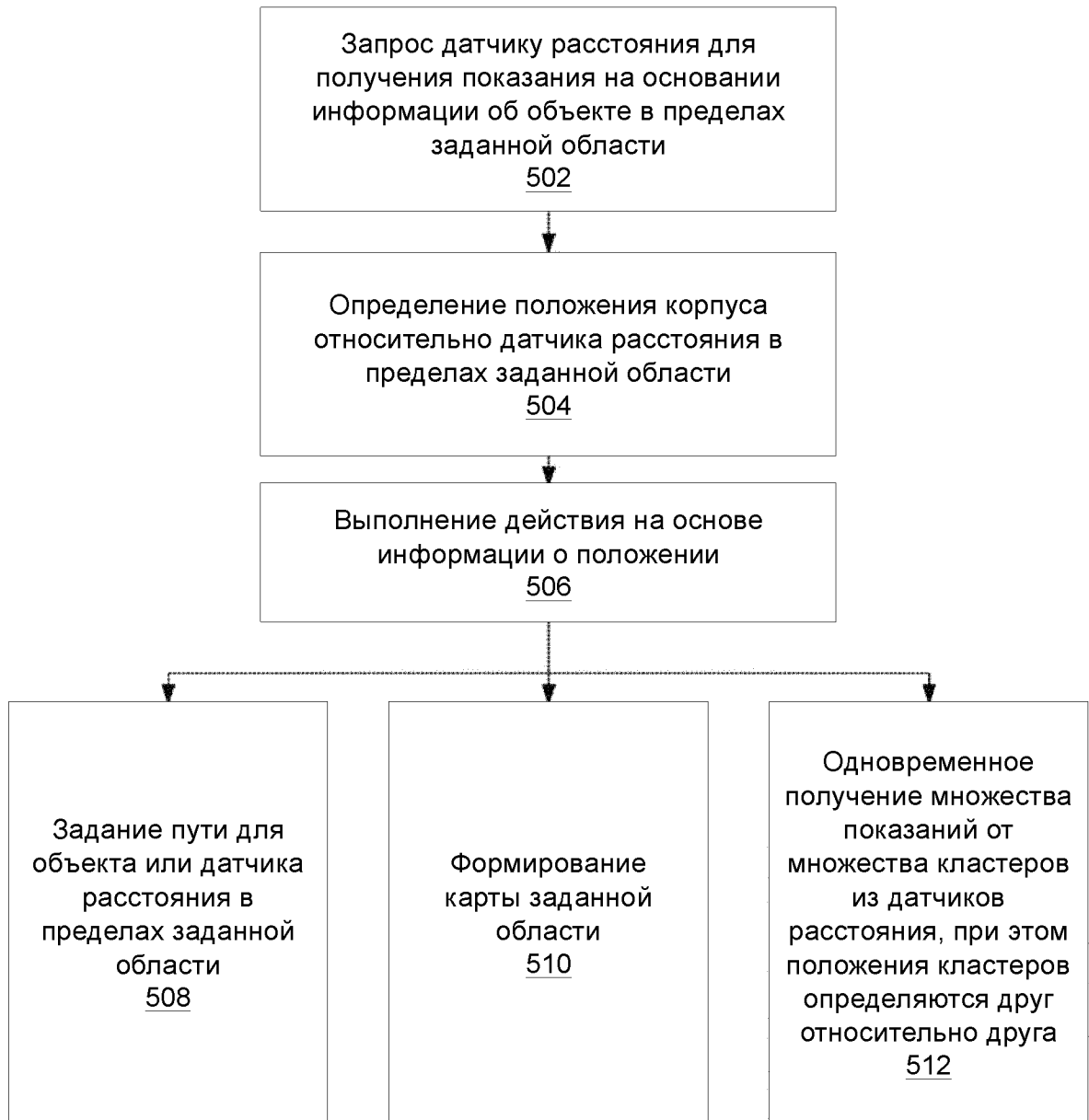
200

Фиг. 2



Фиг. 3

**400****Фиг. 4**

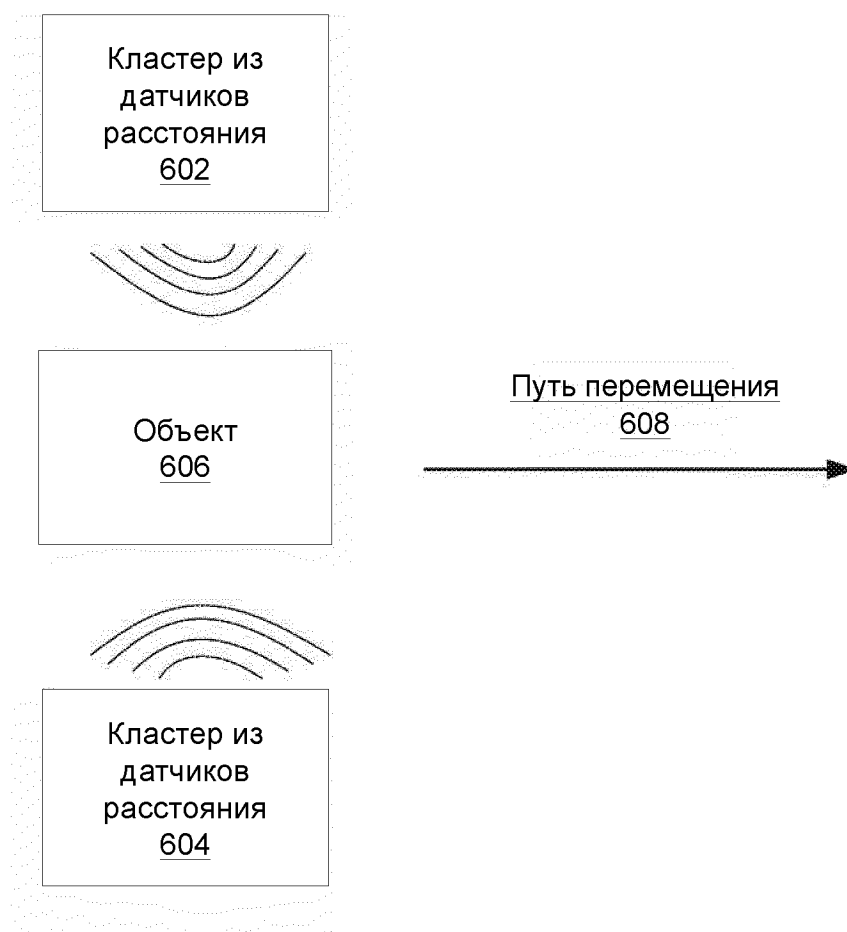


Фиг. 5

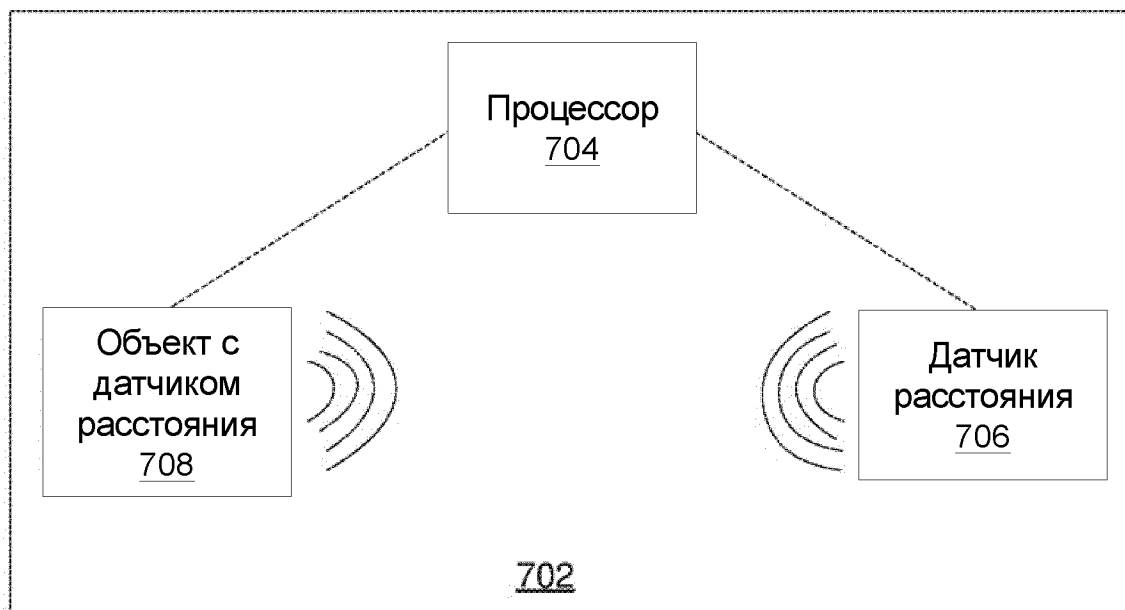


600A

Фиг. 6А

600B

Фиг. 6В

700

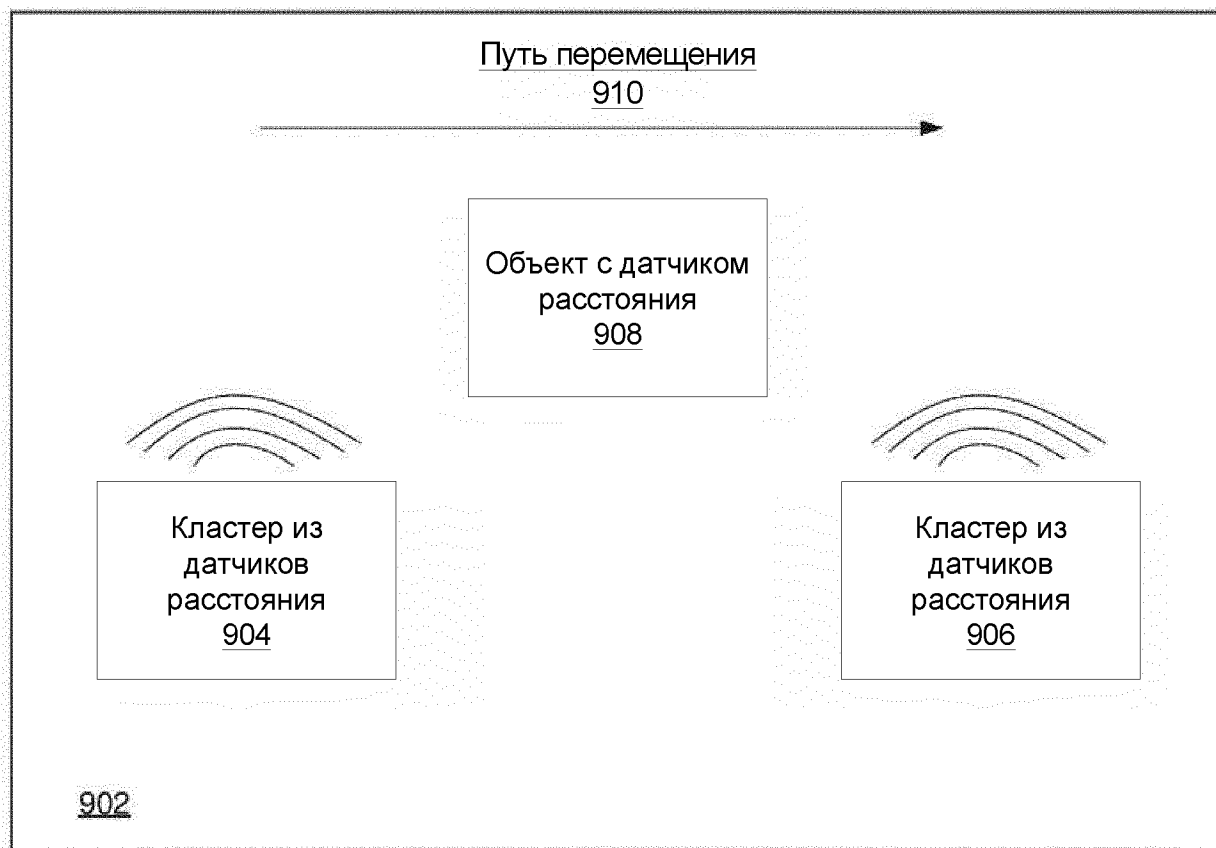
Фиг. 7



Фиг. 8

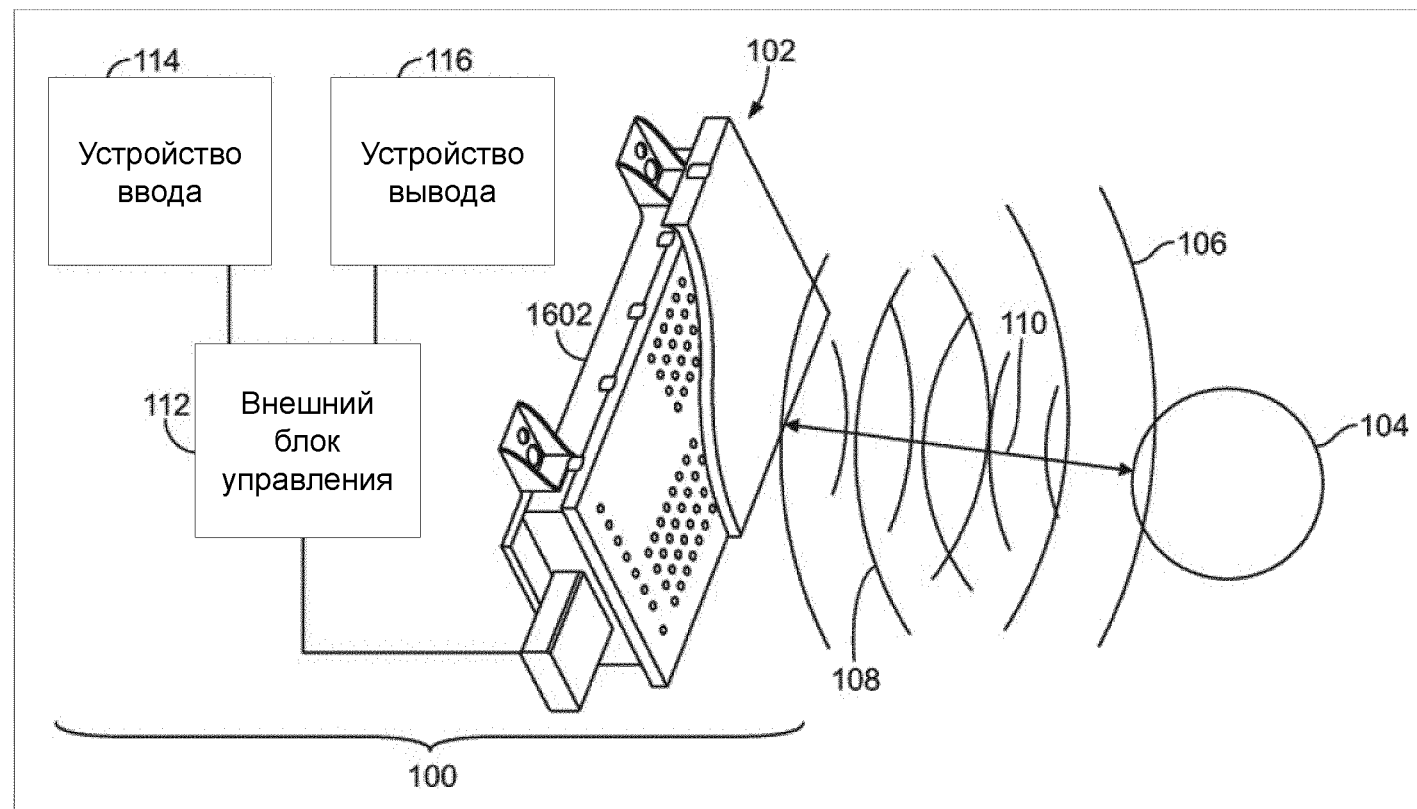
900A

Фиг. 9

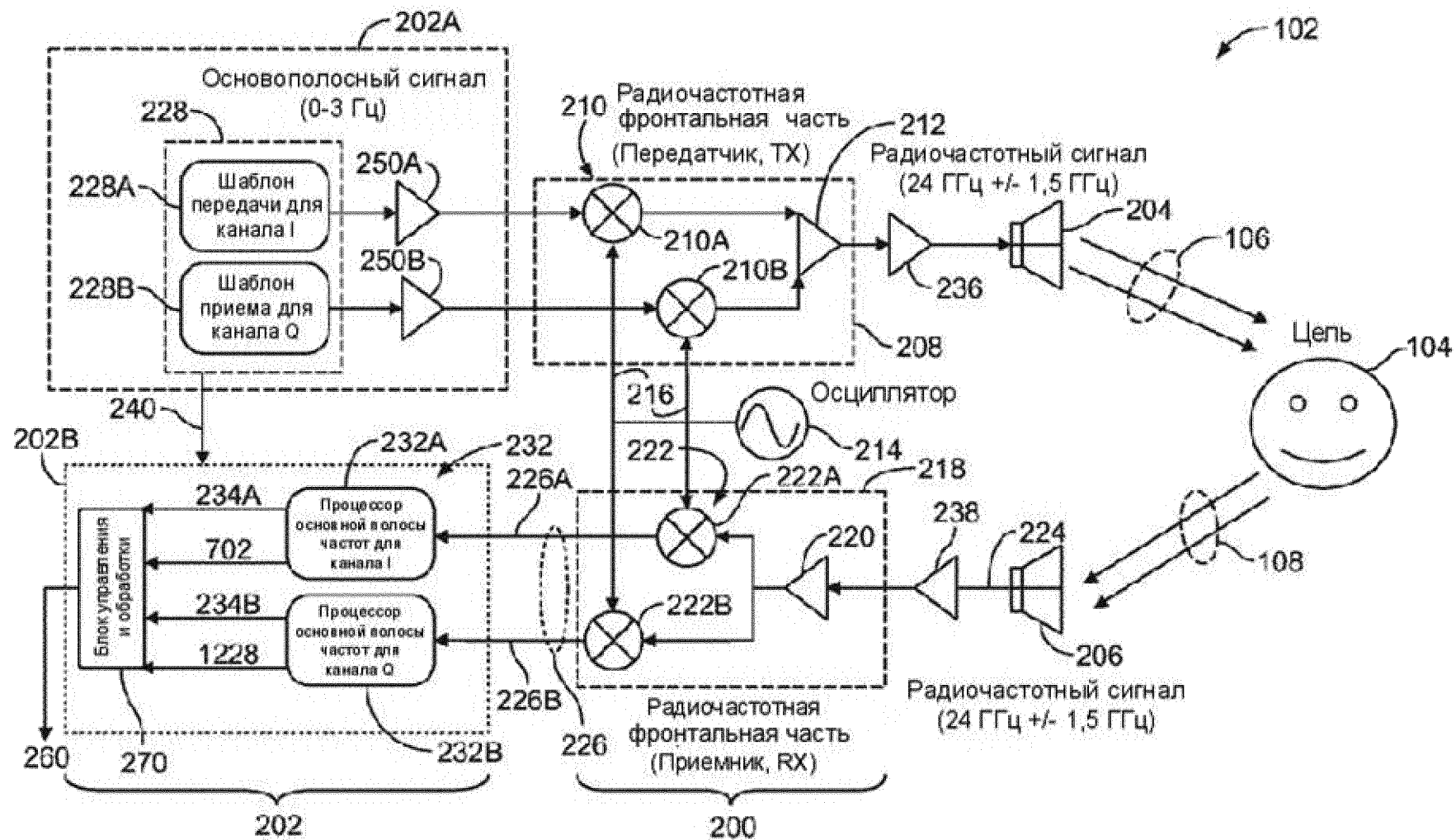
900B

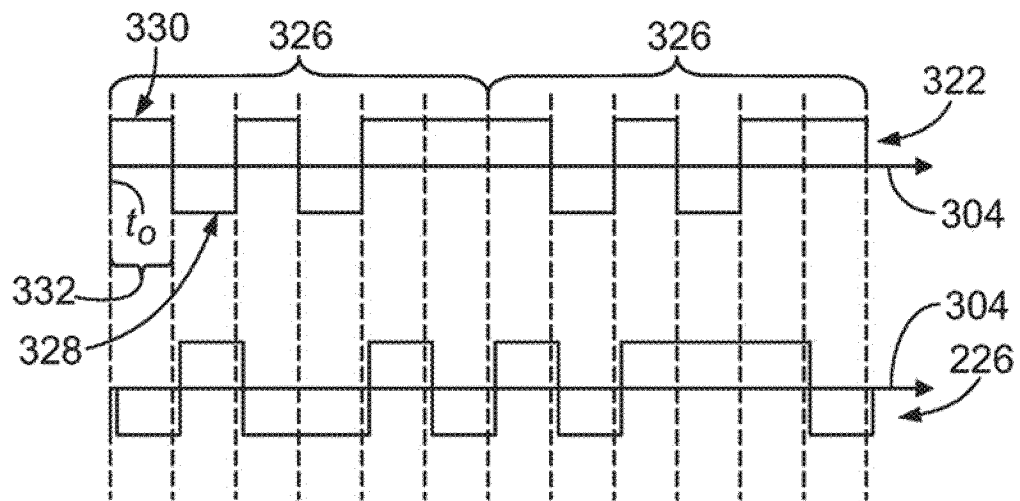
Фиг. 10

Фиг. 11

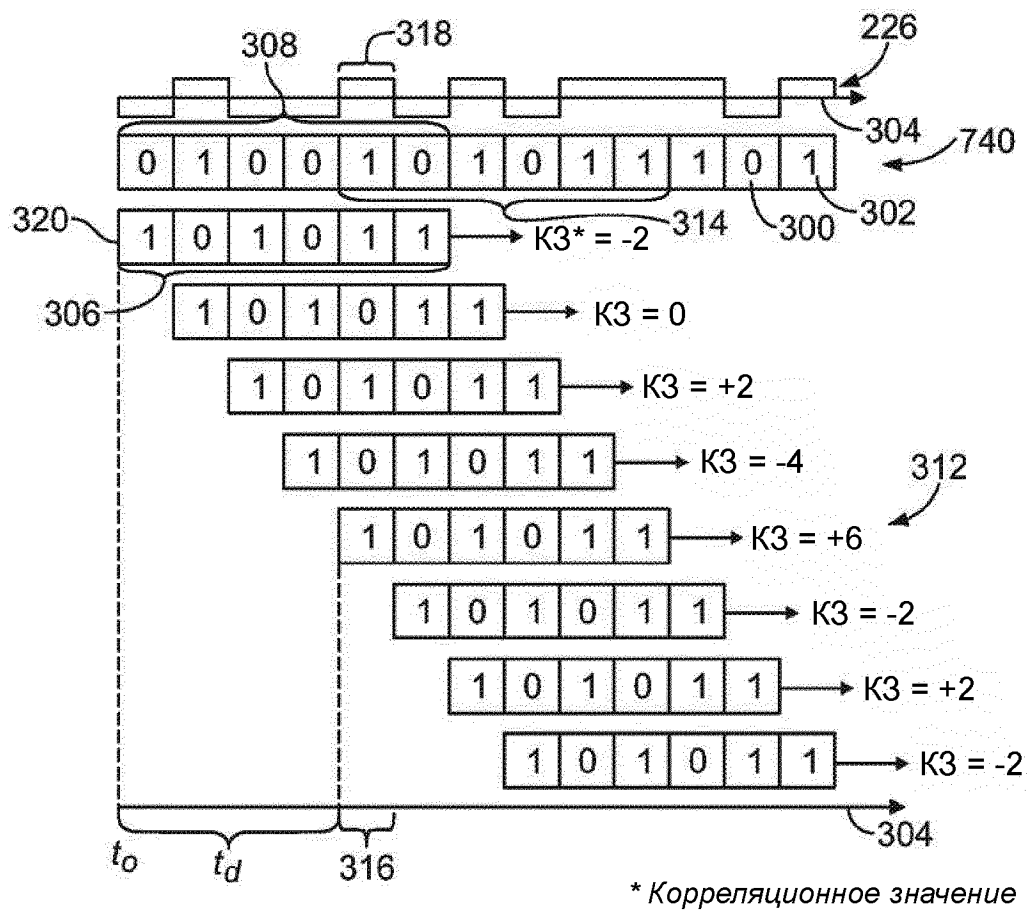


Фиг. 12

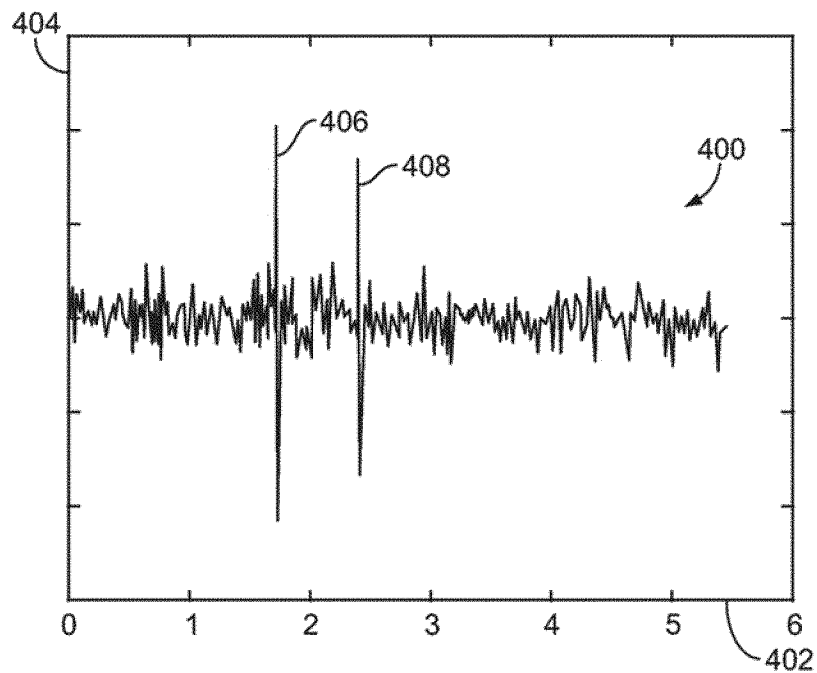




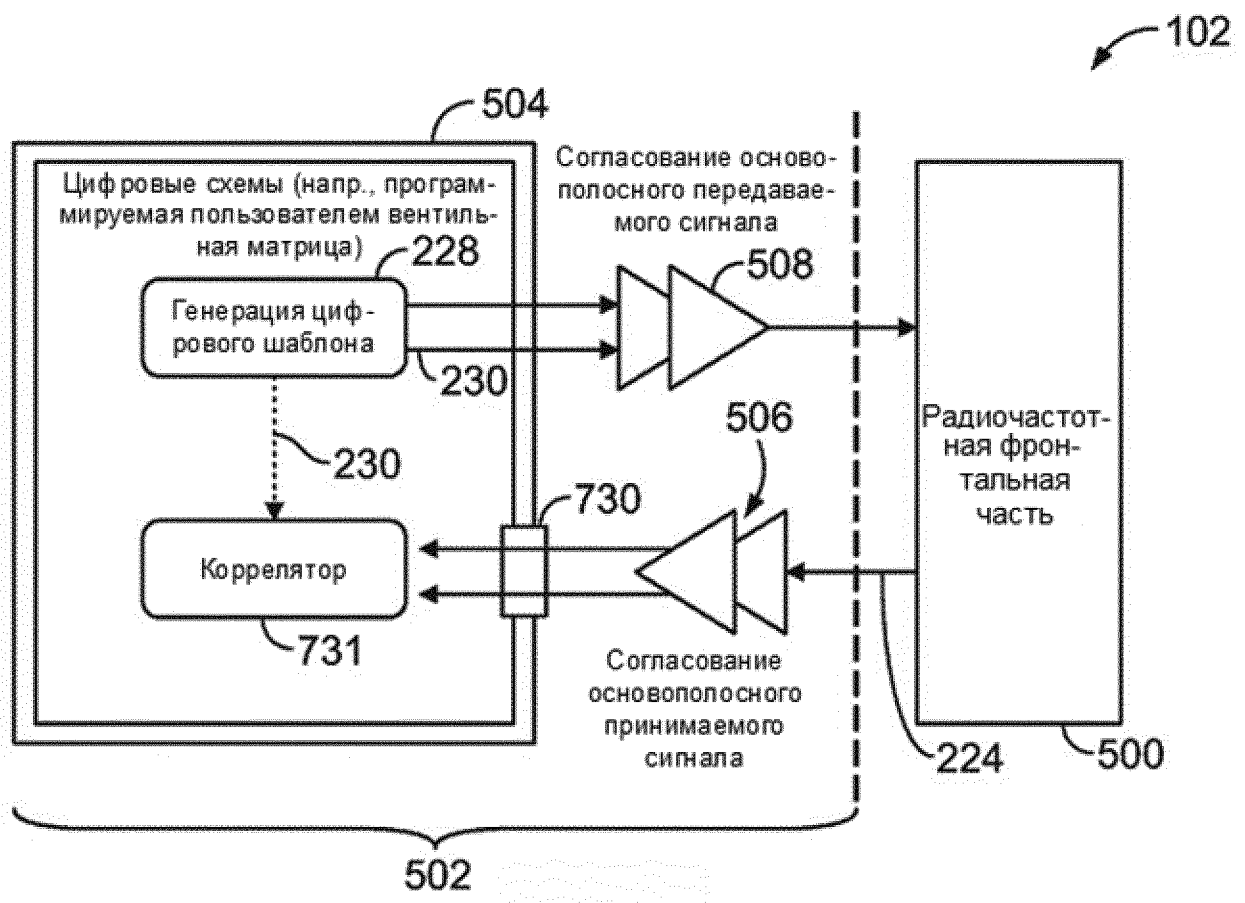
Фиг. 13А



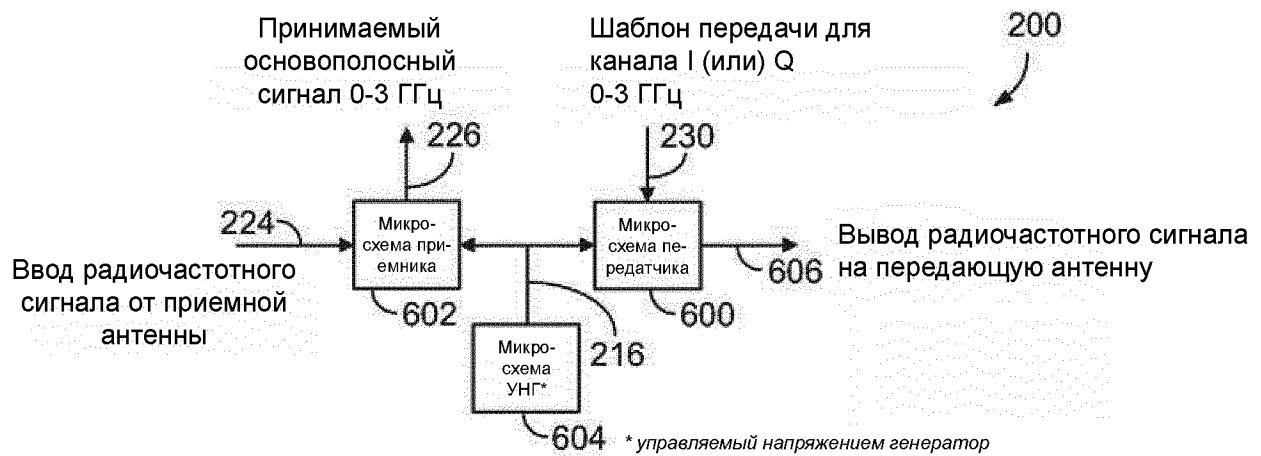
Фиг. 13В



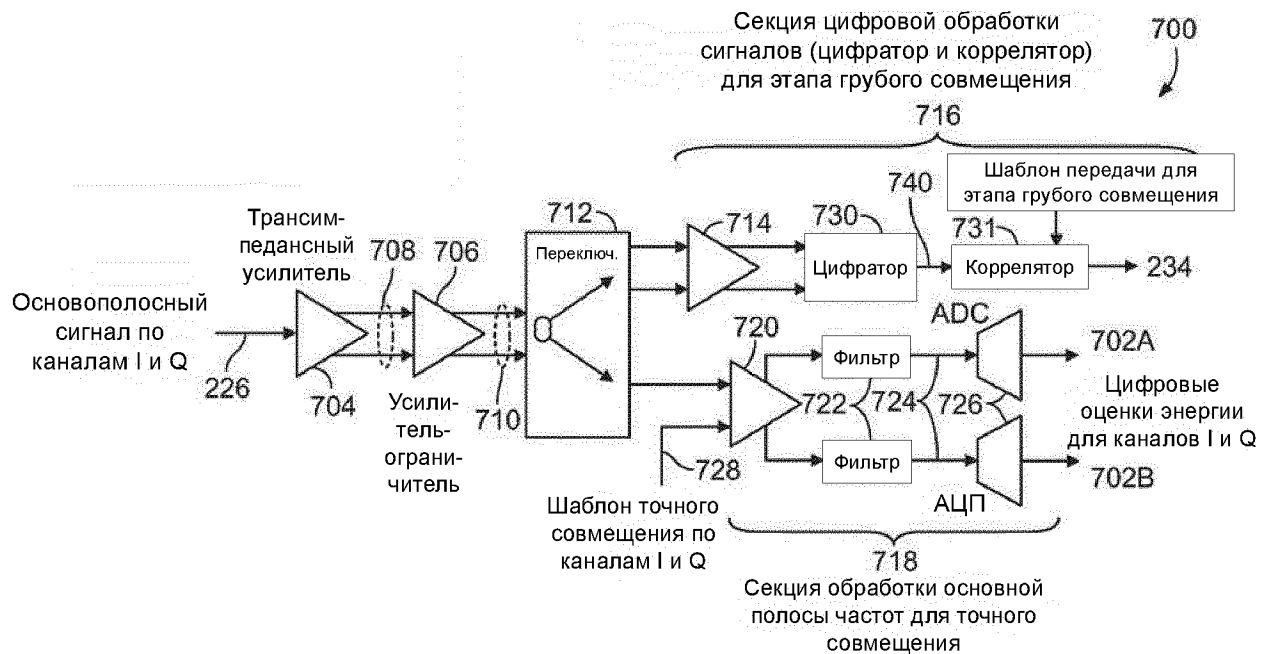
Фиг. 14



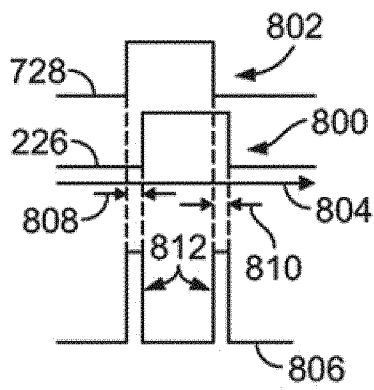
Фиг. 15



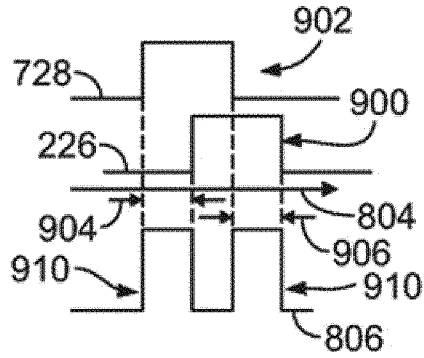
Фиг. 16



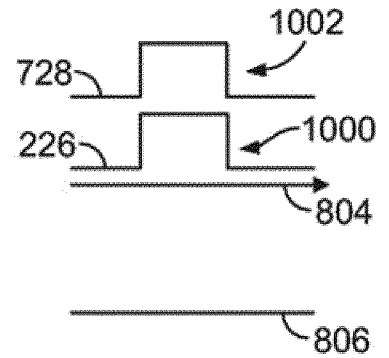
Фиг. 17



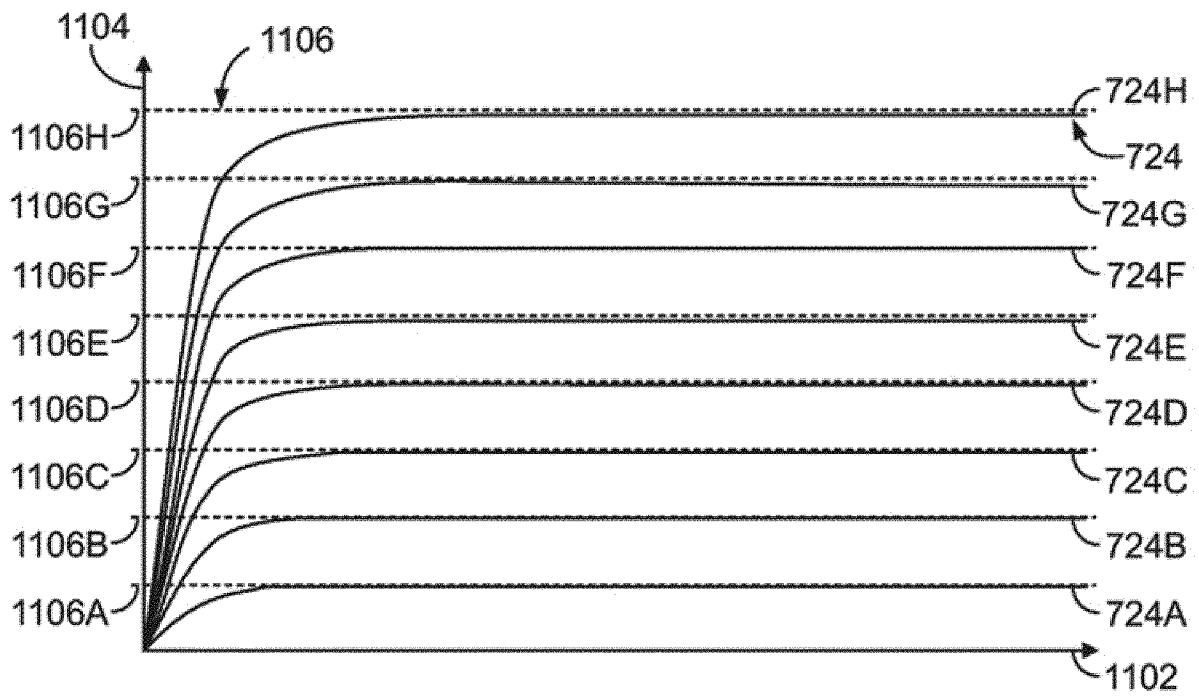
Фиг. 18



Фиг. 19

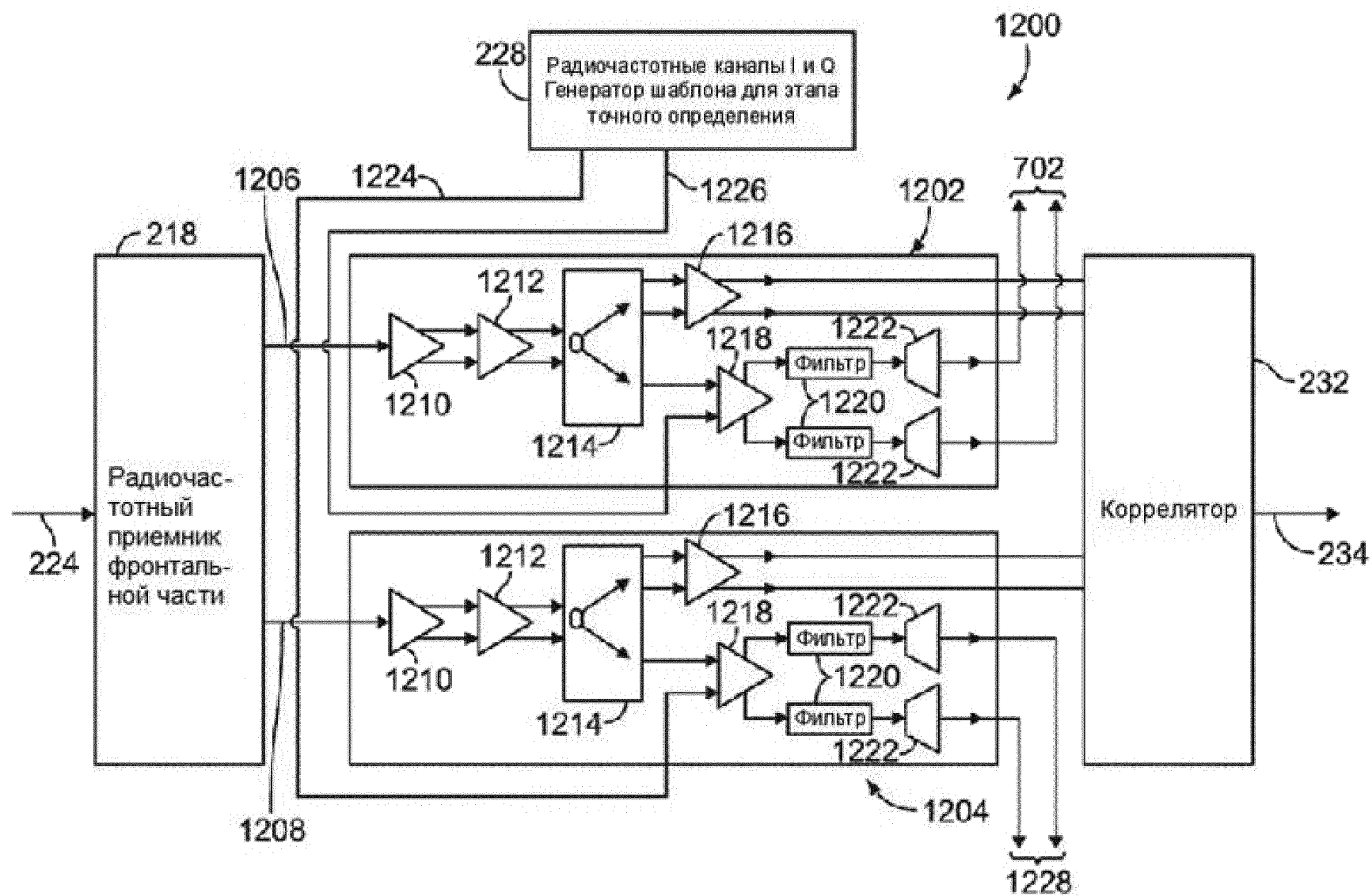


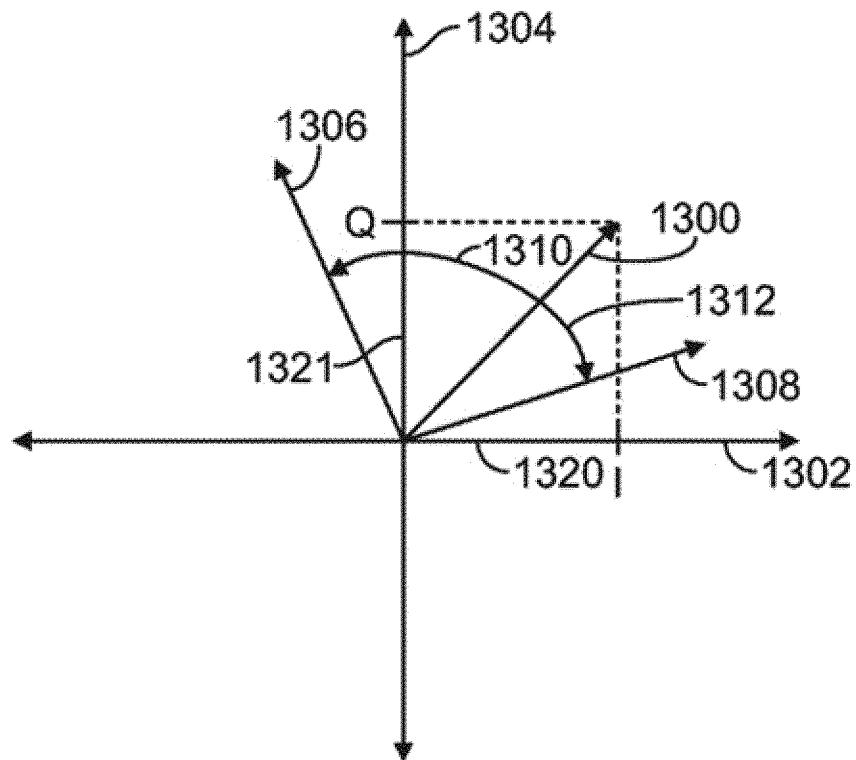
Фиг. 20



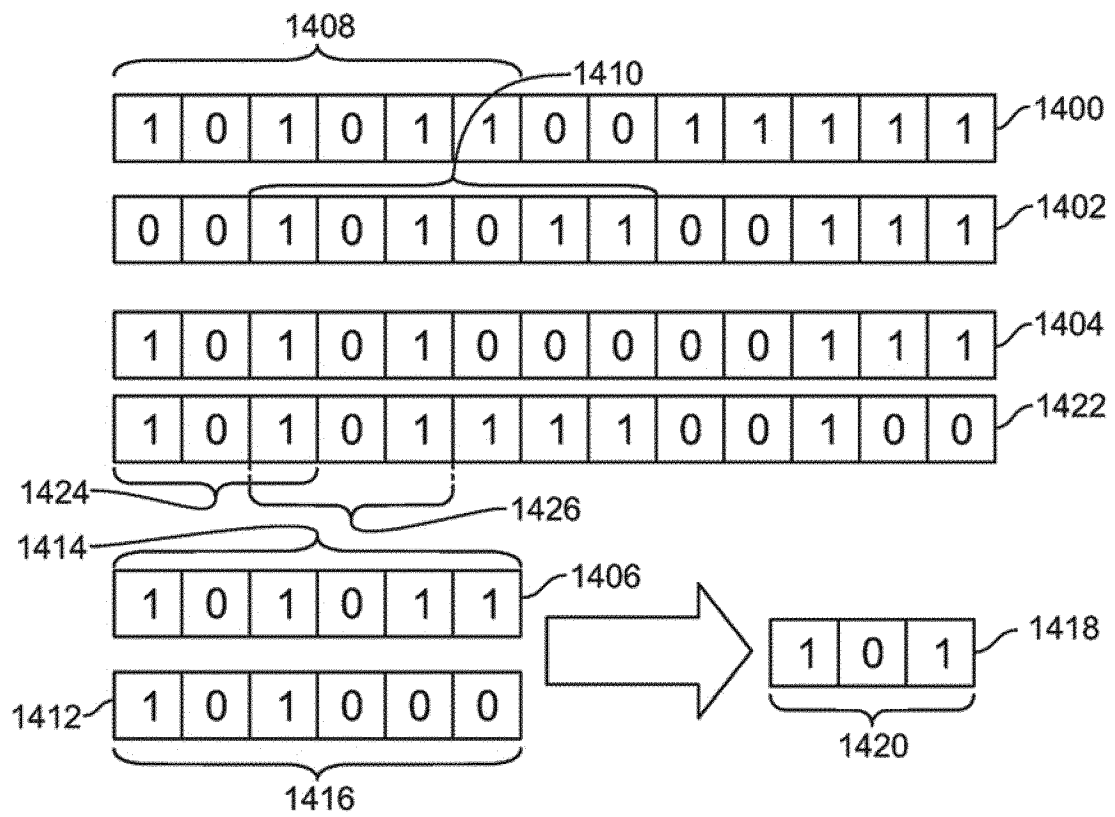
Фиг. 21

Фиг. 22

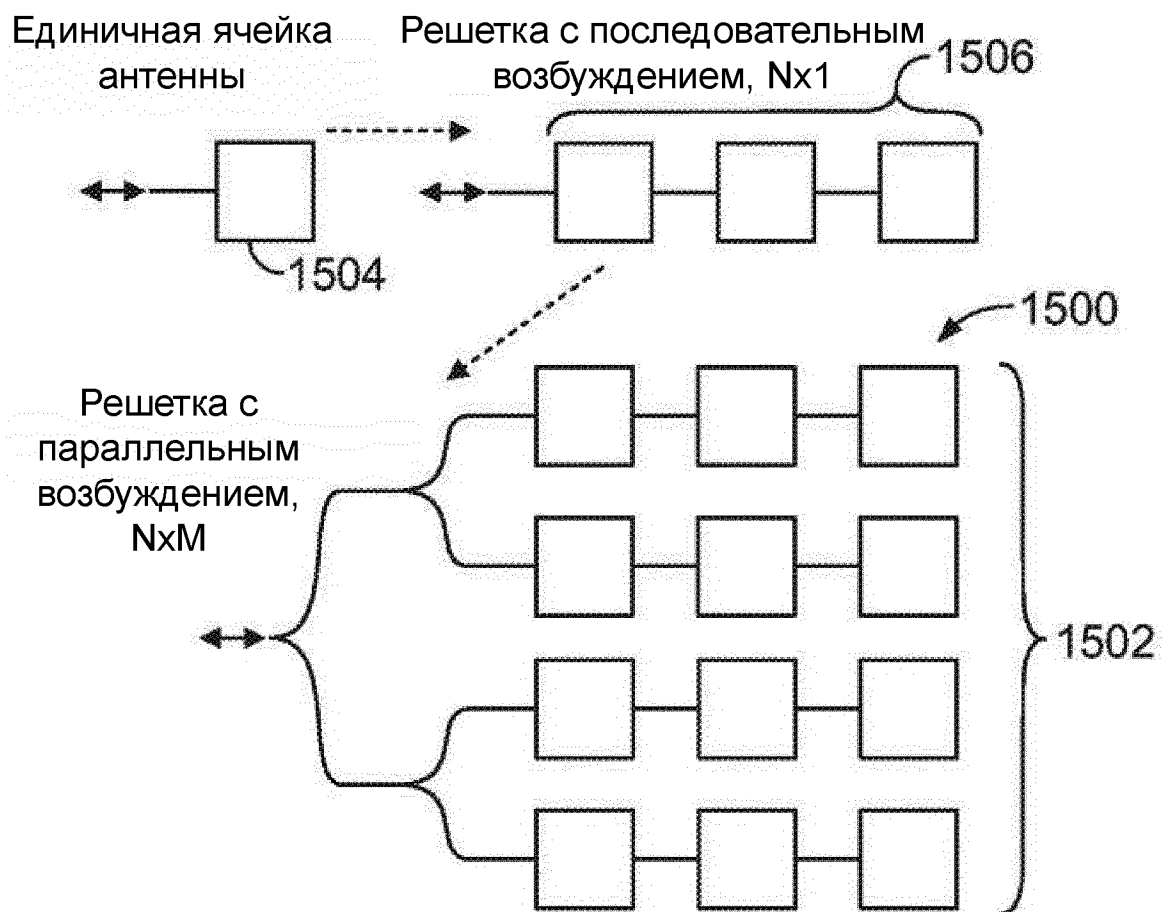




Фиг. 23

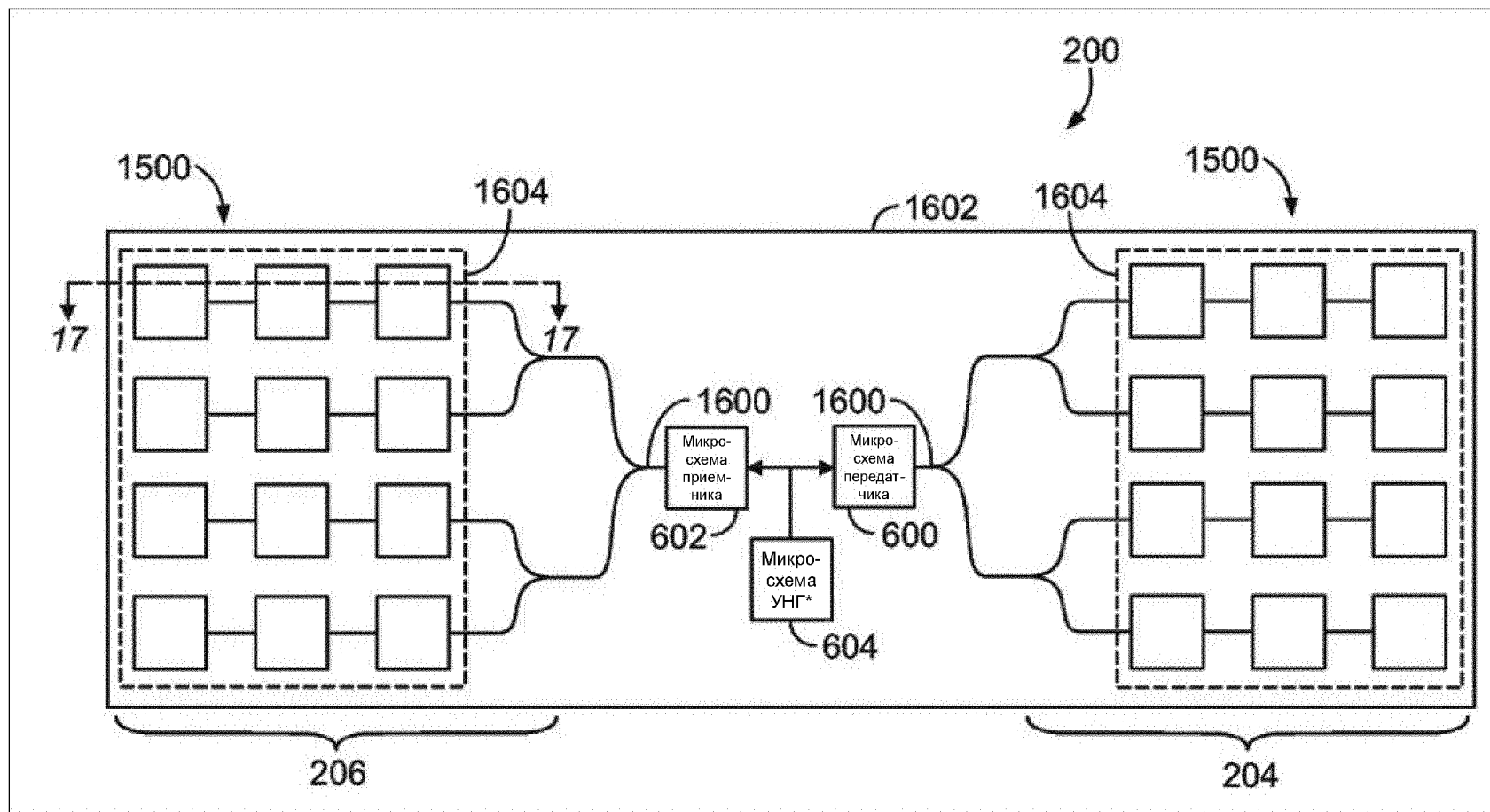


Фиг. 24

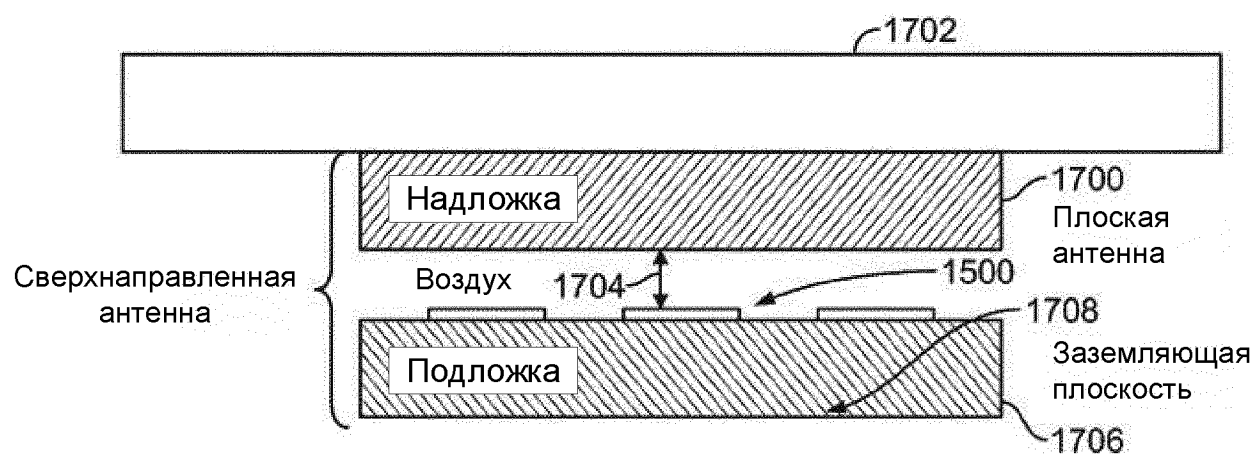


Фиг. 25

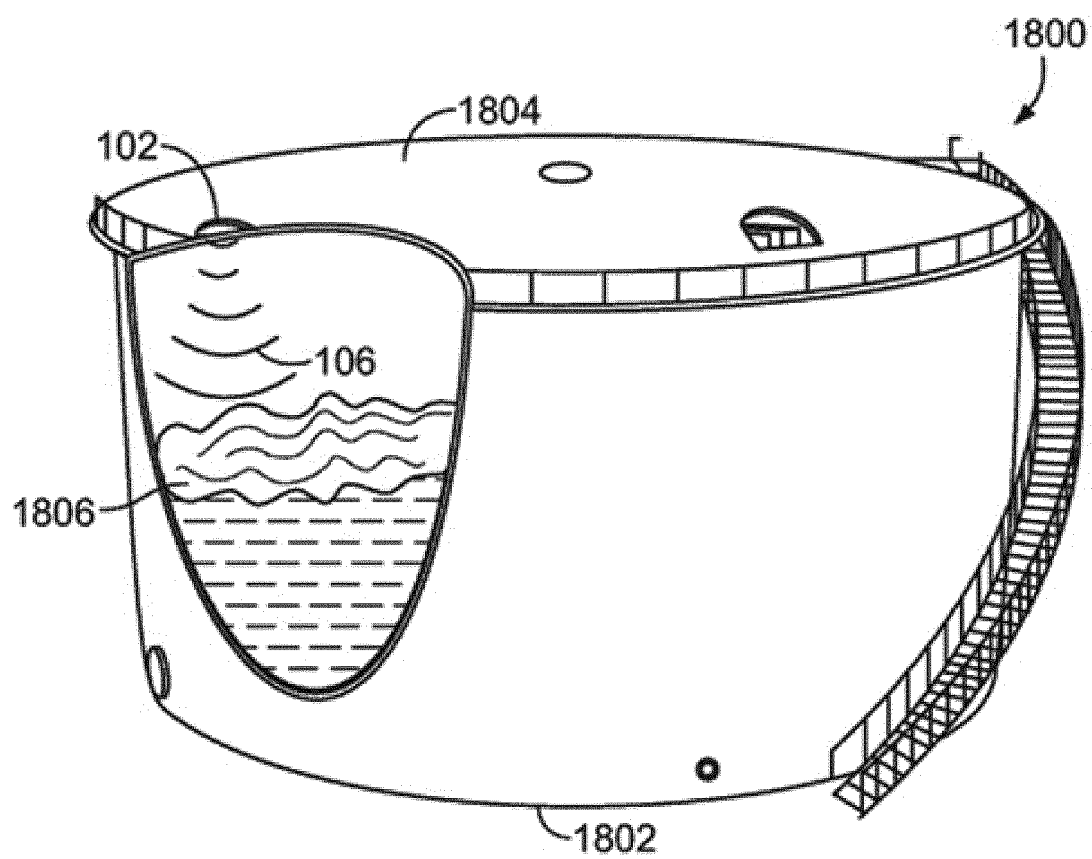
Фиг. 26



* управляемый напряжением генератор



Фиг. 27



Фиг. 28

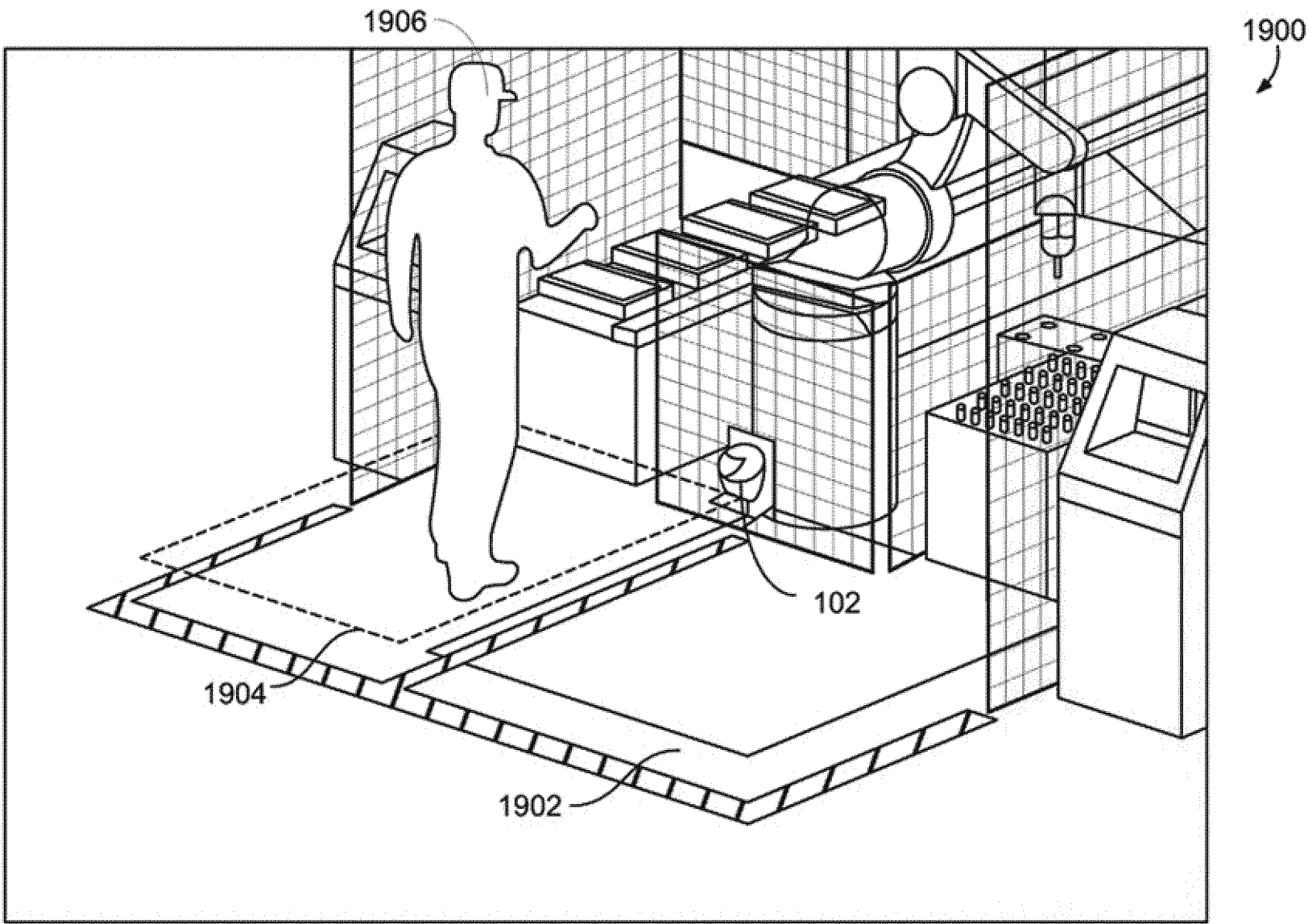
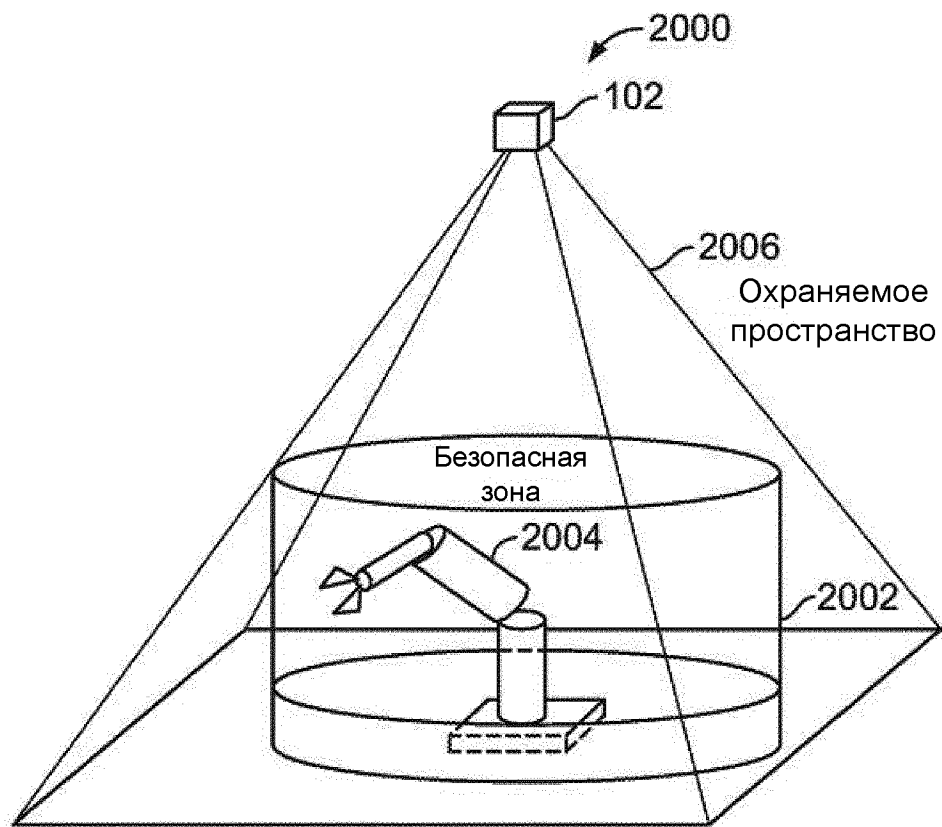
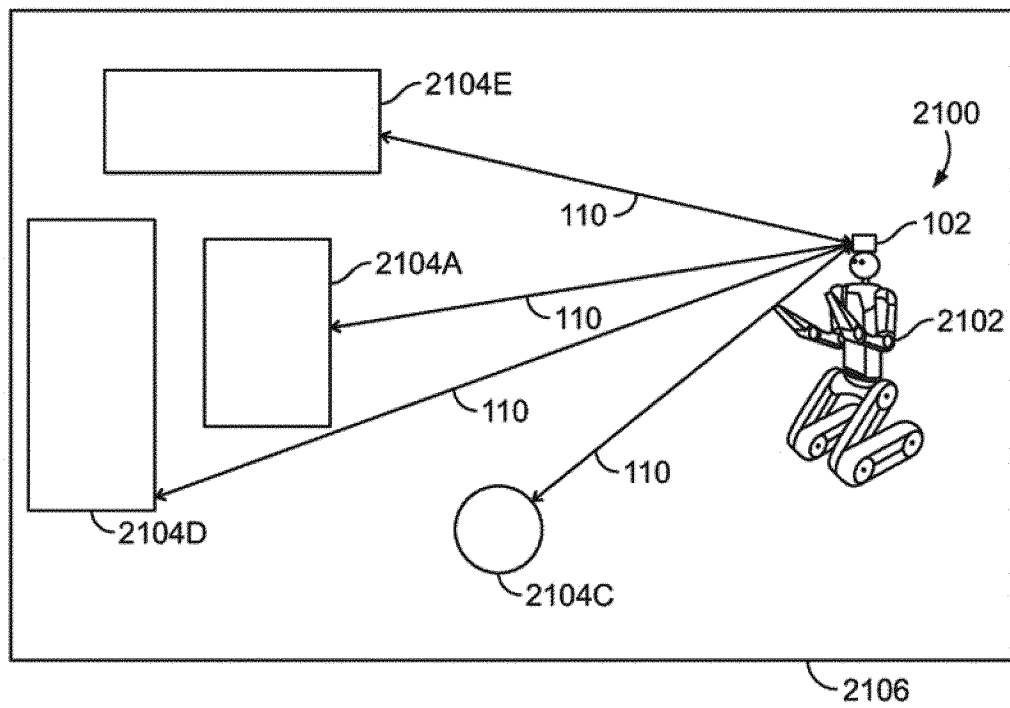


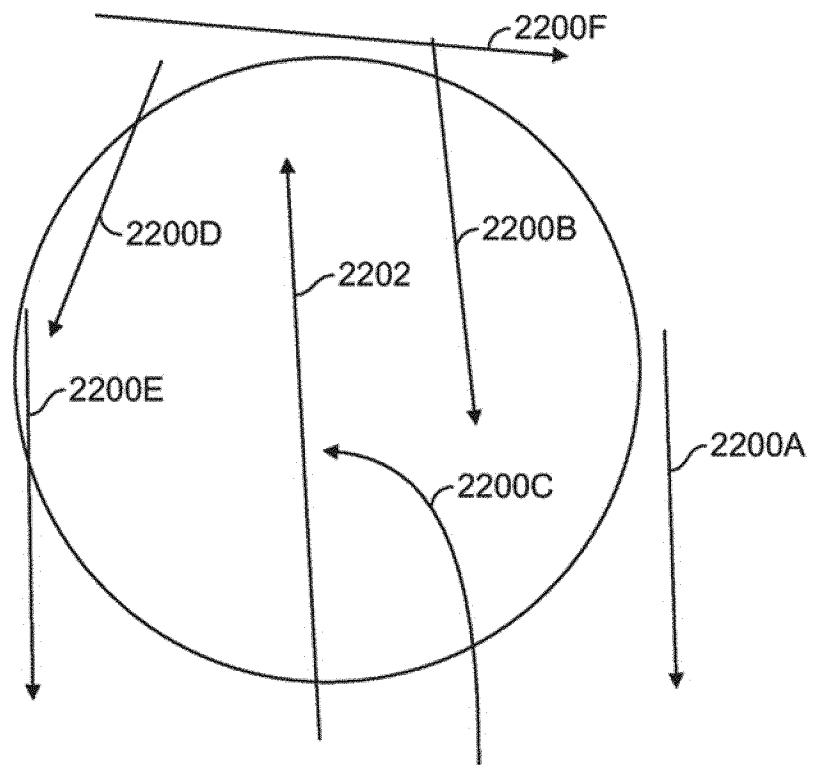
FIG. 29



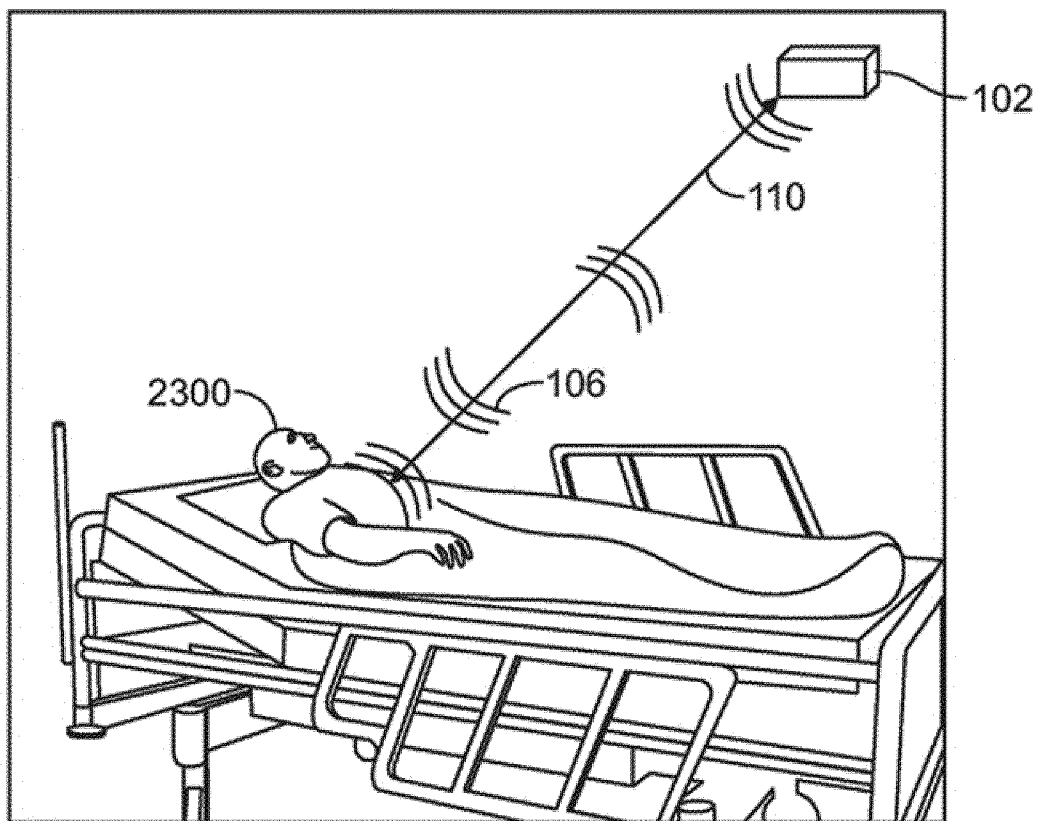
Фиг. 30



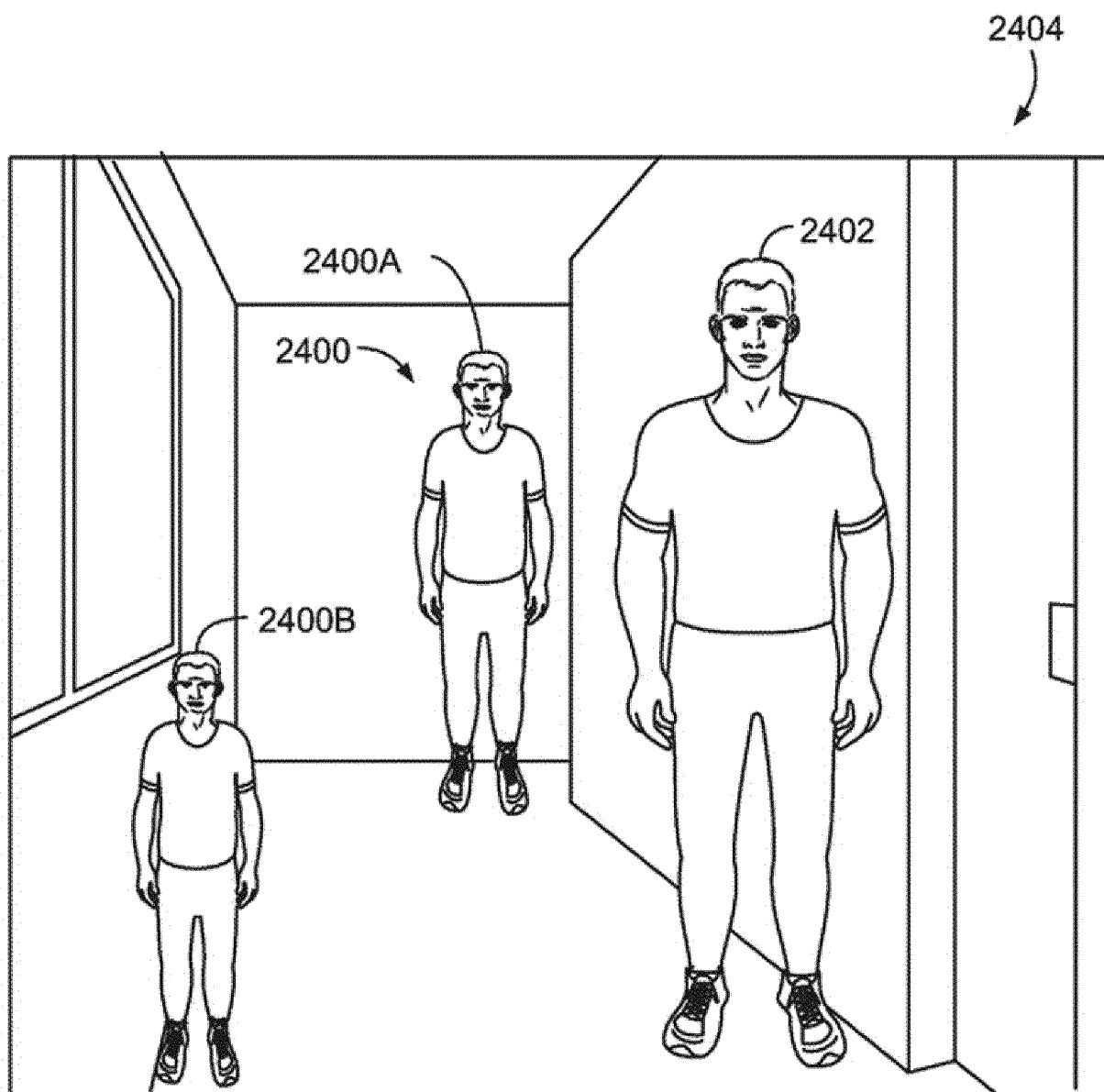
Фиг. 31



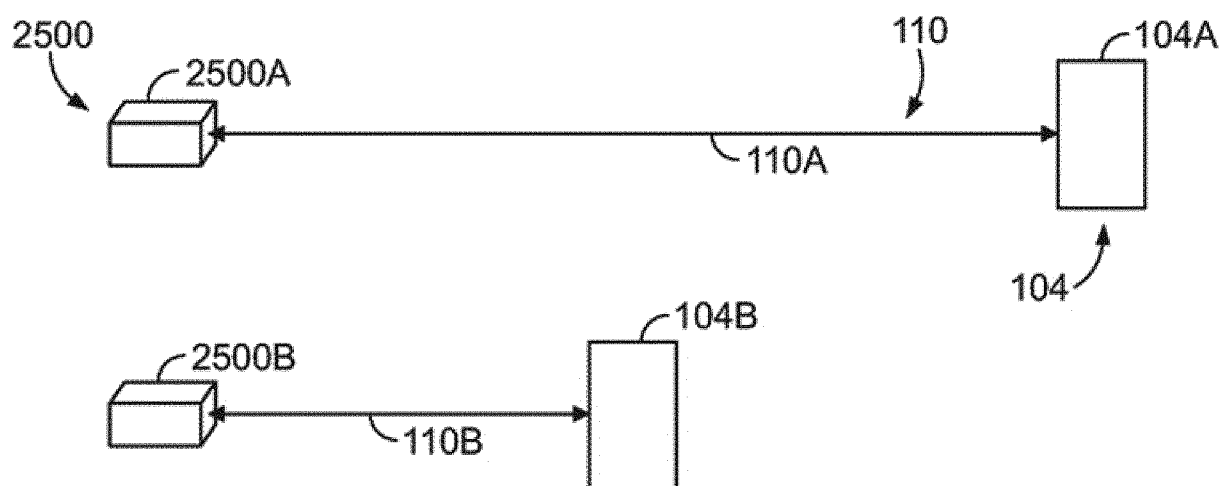
Фиг. 32



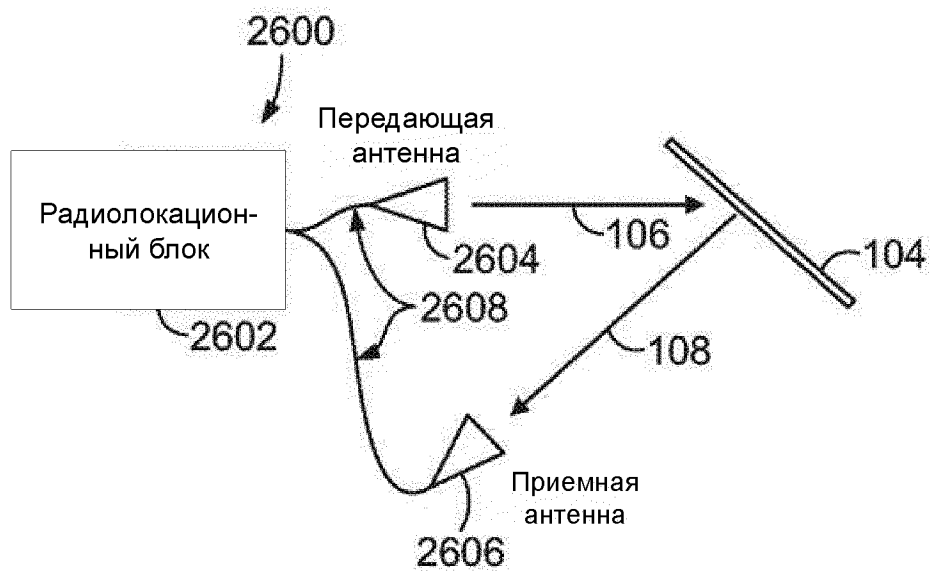
Фиг. 33



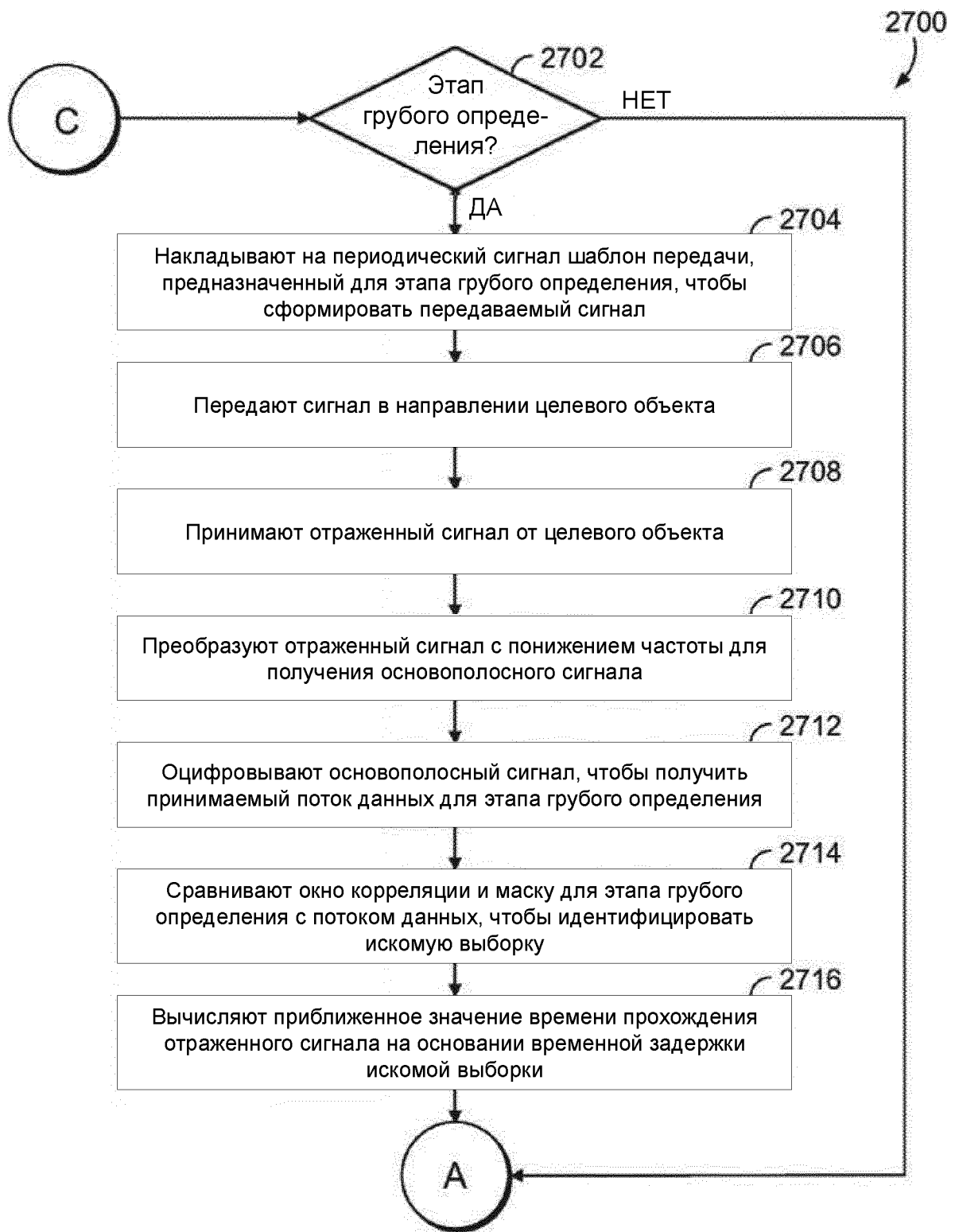
Фиг. 34



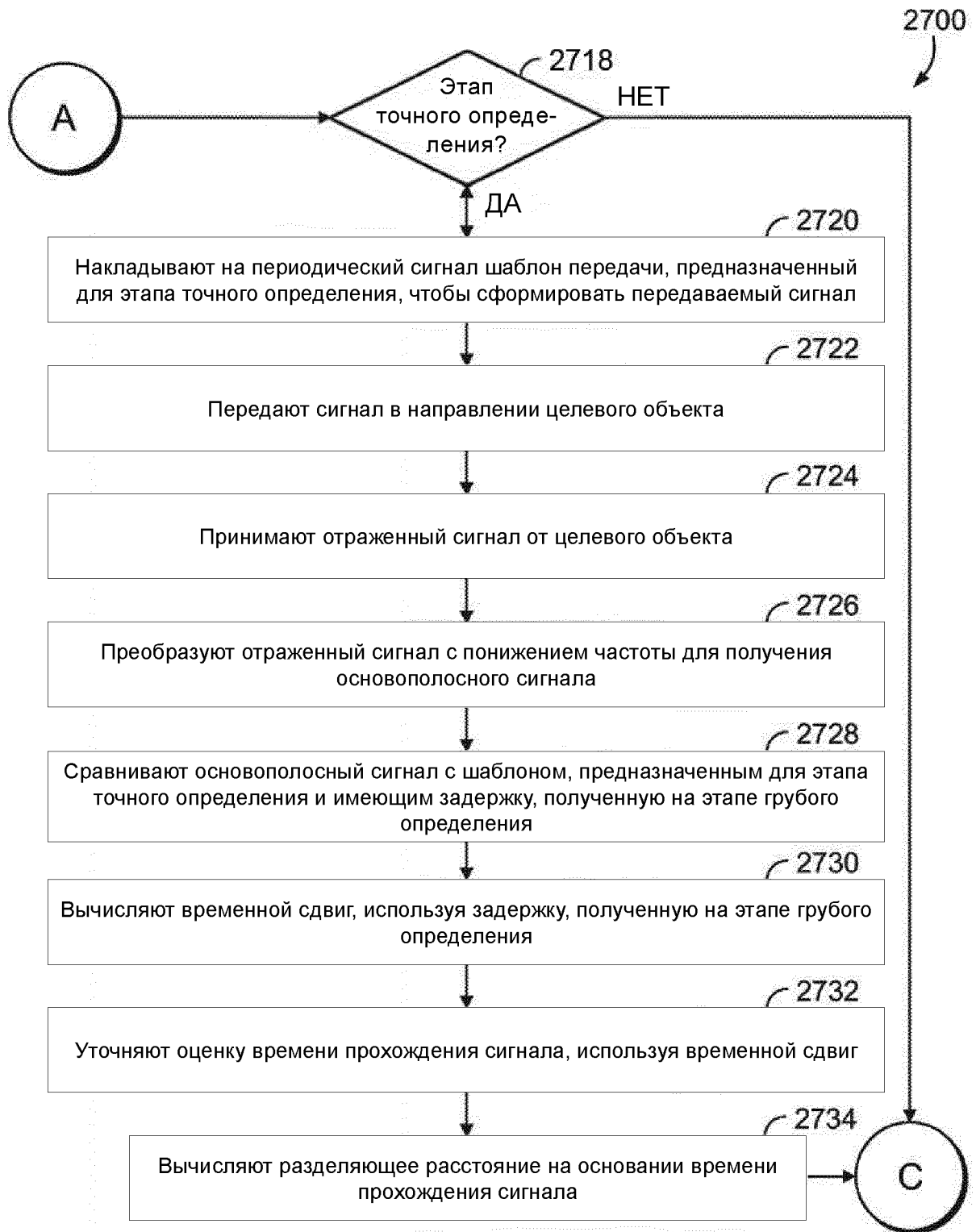
Фиг. 35



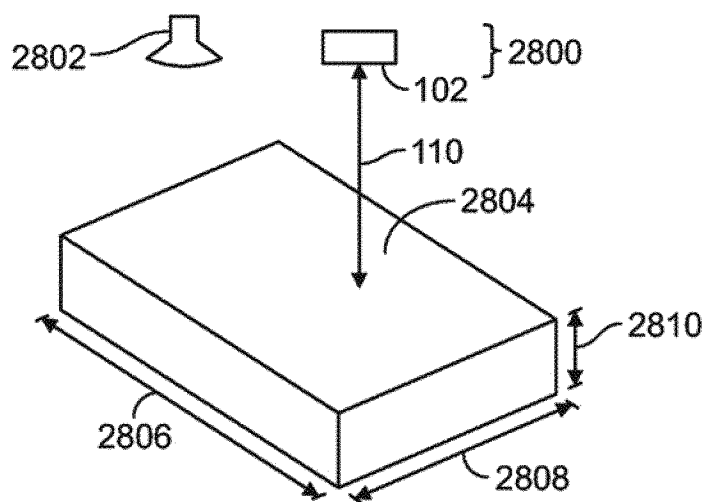
Фиг. 36



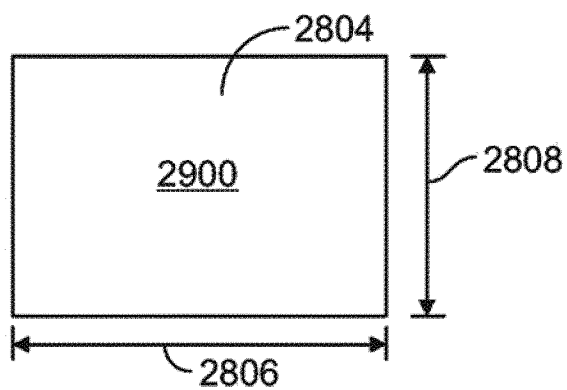
Фиг. 37А



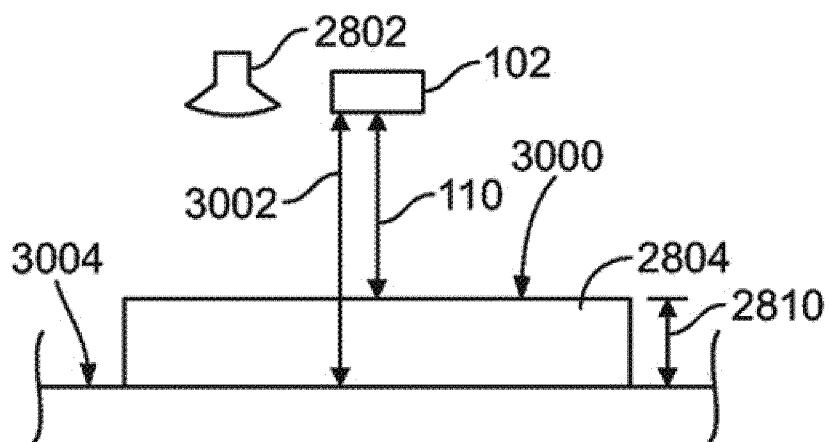
Фиг. 37В



Фиг. 38



Фиг. 39



Фиг. 40