

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044833**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2023.10.04**

**(51)** Int. Cl. **B61L 1/16** (2006.01)  
**B61L 25/02** (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**202290233**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2020.06.25**

---

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОЛЕСА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПУТИ**

---

**(31)** 2023451

**(32)** 2019.07.05

**(33)** NL

**(43)** 2022.09.06

**(86)** PCT/EP2020/067836

**(87)** WO 2021/004800 2021.01.14

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**БИЛД КОННЕКТЕД Б.В. (NL)**

**(72)** Изобретатель:  
**Ван Дер Схрик Мартен Пим (NL),**  
**Хеерес Райнер Виллем (FR),**  
**Краненбург Вигерт Ян (NL)**

**(74)** Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

**(56)** EP-A1-1362759

US-A1-2010235123

GB-A-1242218

FRANZ POINTNER ET AL.: "Zuverlässige Radsensoren als Basis für hochverfügbare Systeme - Reliable wheel sensors as the basis for highly available systems", SIGNAL UND DRAHT: SIGNALLING & DATA COMMUNICATION, vol. 109, no. 4, 10 April 2017 (2017-04-10), pages 49-58, XP055365761, DE ISSN: 0037-4997 page 52 - page 54; figures 5,6  
WO-A1-2010000850

---

**(57)** Раскрываются способ и устройство для обнаружения направления движения колеса на железнодорожном пути, причем устройство содержит: по меньшей мере один магнит для предоставления магнитного поля; датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля; по меньшей мере один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью: получать множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что получается направление движения колеса, проходящего мимо устройства.

---

**B1**

**044833**

**044833**

**B1**

Настоящее изобретение относится к устройству для обнаружения колеса на железнодорожном пути, к способу для обнаружения колеса железнодорожного состава и к компьютерному программному продукту для обнаружения колеса железнодорожного состава.

Во множестве вариантов применения, относящихся к железнодорожным путям, к примеру, в железнодорожном транспорте с железнодорожными составами, преимущественно получать информацию относительно местонахождения вагонов железнодорожного состава. Многие сортировочные станции, в частности, сортировочные станции без электризованных систем, не имеют систем защиты.

Обнаружение колес на железнодорожном пути с использованием, например, устройства на эффекте Холла показывается, например, в US 4524932 A. Здесь устройство на эффекте Холла должно размещаться в межполюсном отверстии, просверленном через постоянный магнит, чтобы создавать нуль магнитного потока для того, чтобы не допускать насыщения элемента Холла. Детектор выполнен с возможностью обнаруживать прохождение колес железнодорожных вагонов по колее посредством изменения уровня потока из постоянного магнита. С помощью этого одного оборудования, невозможно обнаруживать то, в каком направлении проходит проходящий железнодорожный состав.

Патентные документы US 2007/0001059 A1 и WO 2017/045888 A1 представляют собой примеры, в которых несколько датчиков используются для того, чтобы определять направление и скорость вагонов железнодорожного состава.

Патентный документ EP 1 362 759 A1 описывает датчик колеса железнодорожного состава, содержащий первую катушку, которая формирует переменное магнитное поле, и вторую катушку одинаковой площади, которая аксиально совмещается с первой катушкой, чтобы производить два переменных магнитных поля в противоположном направлении, чтобы оценивать присутствие и направление перемещения колеса железнодорожного состава.

Патентный документ US 2010/235123 A1 относится к примеру способа определения местоположения колеса железнодорожного вагона.

Цель, из числа целей настоящего изобретения, заключается в этом, чтобы улучшать обнаружение колес на железнодорожном пути.

Согласно первому аспекту, предусмотрено устройство для обнаружения направления движения колеса на железнодорожном пути, причем устройство выполнено с возможностью размещаться на или около боковой стороны железнодорожного пути, причем устройство содержит:

- по меньшей мере, один магнит для предоставления магнитного поля;
- датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля;
- по меньшей мере, один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью:
  - получать множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и
  - анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается.

За счет этого способа, можно получать направление движения колеса, проходящего мимо устройства. Таким образом, появляется возможность отслеживать вагоны в системе. Например, когда большее число устройств размещается в нескольких местоположениях сортировочной станции, появляется возможность поддерживать базу данных прибывающих и отходящих железнодорожных составов.

Когда колесо проходит рядом, по меньшей мере, с одним магнитом, колесо выступает в качестве магнитного шунта либо элемента блокирования или изменения магнитного поля. Другими словами, силовые линии магнитного поля, сформированные, по меньшей мере, посредством одного магнита, замыкаются накоротко. По мере того, как колесо проходит, компонент магнитного поля сначала должен уменьшаться или увеличиваться (в зависимости от позиции датчика и от того, с какой стороны колесо приближается относительно датчика), а затем, соответственно, увеличиваться или уменьшаться. Эти две различные возможности, соответственно, указывают соответствующие направления движения колеса.

Помимо этого, вследствие присутствия магнита около датчика и устройства, размещаемого около местоположения прохождения колес вдоль рельса, устройство предоставляет неравномерное магнитное поле в/около устройства, таким образом, что даже направление движения симметричных (в направлении движения) объектов, таких как колесо, может обнаруживаться. Для этих вторых объектов, их направления движения сложнее обнаруживать, либо они даже не могут обнаруживаться в однородном магнитном поле, таком как магнитное поле Земли на поверхности Земли.

В общем, специалисты в данной области техники должны понимать, после прочтения настоящего изобретения, что вышеприведенный аспект, варианты осуществления и идеи этого изобретения могут применяться к другим областям техники за рамками железнодорожных вагонов, в которых колесо вместо этого должно представлять собой любой объект, который оказывает влияние на магнитное поле, по меньшей мере, одного магнита, и в которых датчик магнитного поля считывает эффект в отношении локального магнитного поля.

В варианте осуществления, процессор выполнен с возможностью анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается посредством сравнения множества значений магнитного поля с базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует, чтобы обнаруживать относительное увеличение и последующее уменьшение или относительное уменьшение и последующее увеличение множества значений магнитного поля по сравнению с базовым значением магнитного поля. Относительное увеличение и уменьшение предпочтительно является существенным, при этом существенное, например, может указывать то, что относительное увеличение и уменьшение, по меньшей мере, в два раза превышает уровень шума значений магнитного поля. То, что относительное увеличение и уменьшение является существенным, дополнительно или альтернативно может указывать то, что относительное увеличение и уменьшение, по меньшей мере, в два раза превышает комбинированное значение шума датчиков и других магнитных влияний, таких как магнитомеханические эффекты (см. ниже), остаточные магнитные поля проходящего вагона/колес и возмущение магнитного поля Земли.

В другом варианте осуществления, сравнение содержит обнаружение того, в первый момент времени, больше или нет одно из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, меньше или нет другое из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и обнаружение того, в первый момент времени, меньше или нет одно из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, больше или нет другое из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающегося от первого направления движения. Это предоставляет надежный способ определения направления движения.

В еще одном другом варианте осуществления, в котором сравнение содержит обнаружение того, больше или нет первая разность между первым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля первого порогового значения, выше базового значения магнитного поля, либо меньше или нет второго порогового значения, ниже базового значения магнитного поля; когда первая разность больше первого порогового значения, обнаружение того, меньше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля третьего порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и когда первая разность меньше второго порогового значения, обнаружение того, больше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля четвертого порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающегося от первого направления движения. Этот вариант осуществления предоставляет, в частности, надежный способ определения направления движения колеса, проходящего мимо устройства.

Датчик магнитного поля предпочтительно выполнен с возможностью считывать значение магнитного поля в направлении считывания, которое существенно отличается от направления магнитного поля, присутствующего в позиции датчика в состоянии покоя, т.е. в состоянии, в котором колесо не оказывает влияние на магнитное поле, предоставленное, по меньшей мере, посредством одного магнита. Направление считывания может быть перпендикулярным направлению магнитного поля, присутствующего в позиции датчика в состоянии покоя. В этом перпендикулярном направлении считывания, когда колесо проходит рядом, по меньшей мере, с одним магнитом, колесо, выступающее в качестве магнитного шунта, имеет наибольший эффект на магнитное поле.

В другом варианте осуществления, датчик магнитного поля предпочтительно выполнен с возможностью считывать значение магнитного поля в направлении считывания с наибольшим изменением значения магнитного поля, когда, по меньшей мере, один магнит шунтируется посредством присутствия колеса.

По меньшей мере, один магнит предпочтительно представляет собой постоянный магнит, поскольку это требует меньшей величины мощности и обеспечивает возможность устройству работать в беспроводном режиме в течение длительных периодов времени, порядка, по меньшей мере, от одного года вплоть даже до шести или более лет.

Колесо предпочтительно частично или полностью состоит из материала, который оказывает влияние на магнитное поле, предоставленное, по меньшей мере, посредством одного магнита, к примеру, из ферромагнитных материалов, таких как различные стали или литое железо. Большинство колес железнодорожного состава изготовлены из стали. Большинство колес железнодорожного состава содержат фланец на одной стороне, чтобы поддерживать движение колес и в силу этого железнодорожного состава по рельсам. Устройство предпочтительно выполнено с возможностью и, в

частности, является подходящим для обнаружения фланца, проходящего около устройства, например, в пределах 10 см, предпочтительно в 5 см или 2 см.

Датчик предпочтительно размещается дистанцированным от внешней поверхности, по меньшей мере, одного магнита, более предпочтительно в боковой стороне или ниже, по меньшей мере, одного магнита. В варианте осуществления, датчик магнитного поля позиционируется таким образом, что он находится за пределами точки симметрии, по меньшей мере, одного магнита и продольного направления железнодорожного пути, когда устройство размещается на или около боковой стороны железнодорожного пути. Предпочтительно, когда, по меньшей мере, один магнит позиционируется таким образом, что его ось магнитного полюса является перпендикулярной продольному направлению железнодорожного пути, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, датчик магнитного поля размещается смежно с осью магнитного полюса. Это не допускает размещения датчика в позиции, которая является симметричной по сравнению с магнитным полем, предоставленным, по меньшей мере, посредством одного магнита и тракта движения колеса (то есть вдоль продольного направления рельса). Поперечная позиция датчика по сравнению с магнитом представляет собой одну примерную позицию, обеспечивающую возможность обнаружения направления движения колеса с использованием одного магнита и одного датчика магнитного поля.

В варианте осуществления, по меньшей мере, один процессор дополнительно выполнен с возможностью обнаруживать то, удовлетворяет или нет, по меньшей мере, одно из полученного множества значений магнитного поля условию, указывающему присутствию колеса на железнодорожном пути, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью получать направление колеса только тогда, когда полученное значение магнитного поля удовлетворяет условию, указывающему присутствию колеса на железнодорожном пути. Эта реализация экономит требуемую мощность для работы устройства.

Предпочтительно, условие, указывающее присутствие колеса на железнодорожном пути, представляет собой условие превышения предварительно определенного пятого порогового значения для абсолютного значения разности, по меньшей мере, между одним значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует.

В другом варианте осуществления, устройство содержит первый и второй магнит для предоставления магнитного поля, при этом первый и второй магниты дистанцируются друг от друга на первое расстояние, при этом датчик магнитного поля позиционируется таким образом, что он допускает считывание магнитного поля, возникающего из первого и второго магнита. Когда два магнита используются, что является предпочтительным, датчик предпочтительно размещается между двумя магнитами относительно продольного направления рельса, на стороне которого может размещаться устройство.

Предпочтительно, датчик магнитного поля позиционируется в позиции, в которой первое направление магнитного поля для компонента или вектора магнитного поля первого магнита отличается от второго направления магнитного поля для компонента или вектора магнитного поля второго магнита. Таким образом, когда колесо приближается и затем блокирует магнитное поле, сформированное, по меньшей мере, посредством одного из двух магнитов, датчик должен измерять значительное увеличение и последующее падение (или наоборот) плотности потока магнитного поля, обеспечивая возможность более точного определения направления движения. Следует понимать, что колесо, блокирующее магнитное поле, представляет собой пример изменения магнитного поля.

Вариант осуществления устройства, имеющего первый и второй магнит, также является подходящим для того, чтобы, если обобщать, обнаруживать присутствие колеса с большей точностью, чем в предшествующем уровне техники. Не требуется также измерять направление движения проходящего колеса. Таким образом, согласно другому аспекту, вместо анализа полученного множества значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается, устройство, имеющее, по меньшей мере, два магнита, вместо этого, по меньшей мере, выполнено с возможностью анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что, по меньшей мере, присутствие колеса, проходящего мимо устройства, получается. В общем, также можно измерять, с увеличенной точностью, скорость проходящего колеса посредством анализа множества значений магнитного поля. Следует понимать, что вышеописанные и нижеописанные (предпочтительные) варианты осуществления относятся к вариантам осуществления по любому из возможных аспектов, описанных в данном документе.

Предпочтительно, первый и второй магниты позиционируются таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу антипараллельными. Когда датчик размещается одинаково дистанцированным между первым и вторым магнитами, и первый и второй магниты имеют приблизительно или по существу идентичную интенсивность, предпочтительное направление считывания является по существу или приблизительно параллельным направлениям полюса первого и второго магнитов.

Альтернативно, первый и второй магниты позиционируются таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу параллельными. Когда датчик размещается одинаково дистанцированным между первым и вторым магнитами, и первый и второй магниты имеют приблизительно или по существу идентичную интенсивность, предпочтительное направление считывания является по существу или приблизительно перпендикулярным направлениям полюса первого и второго магнитов.

"Антипараллельно" является предпочтительным, поскольку это приводит к большему эффекту в отношении магнитного поля в направлении считывания, увеличивая точность и/или прецизионность устройства.

В варианте осуществления, устройство содержит основание и верхнюю сторону, расположенную напротив основания, при этом первый и второй магниты позиционируются по существу параллельно верхней стороне, при этом направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу перпендикулярными верхней стороне. Таким образом, колесо, при прохождении верхней стороны на расстоянии, например, 5 см, имеет наибольшее влияние на силовые линии магнитного поля, сформированные посредством магнитов.

В варианте осуществления, первое расстояние находится в диапазоне в 20-200 мм, при этом датчик магнитного поля предпочтительно позиционируется на по существу равных соответствующих расстояниях от первого и второго магнитов.

В варианте осуществления, датчик магнитного поля выполнен с возможностью считывать плотность потока или изменение плотности потока в диапазоне от -50 до +50 гауссов. Магнитная чувствительность датчика магнитного поля предпочтительно меньше 10 мгауссов, более предпочтительно меньше 5 мгауссов, например, 1, 1,5 или 2 мгаусса.

В варианте осуществления, магнитное поле, предоставленное, по меньшей мере, посредством одного магнита, является существенно большим (например, по меньшей мере, в 2 раза или, по меньшей мере, в 10 раз большим), чем среднее магнитное поле Земли. Предпочтительно, в позиции датчика магнитного поля, по меньшей мере, один магнит предоставляет плотность потока, по меньшей мере, в 1,5 гаусса. Предпочтительно, если, по меньшей мере, один магнит имеет релаксацию, по меньшей мере, в 5000 гауссов, предпочтительно, по меньшей мере, в 8000 гауссов, более предпочтительно, по меньшей мере, в 12000 гауссов. С помощью этих магнитов, в частности, преимущественно измерять колесо на расстоянии приблизительно в 10-50 мм от магнитов в устройстве. Более конкретно, комбинация вышеуказанных предпочтительных датчиков магнитного поля в комбинации с этими магнитами предоставляет, в частности, подходящее устройство для точного измерения присутствия, скорости, темпа и/или направления движения колес, проходящих мимо устройства.

В варианте осуществления, по меньшей мере, один магнит имеет такую конфигурацию, в которой на предоставленное магнитное поле, по меньшей мере, частично оказывает влияние колесо, когда колесо проходит мимо устройства на расстоянии самое большее в 10 см, при этом датчик магнитного поля позиционируется таким образом, что он считывает изменение магнитного поля, вызываемое посредством колеса. Точная позиция датчика магнитного поля может изменяться, в зависимости от используемых магнитов, расстояния от колеса (фланца), позиции датчика магнитного поля относительно магнитов и т.д., как должны понимать специалисты данной области техники.

Предпочтительно, датчик магнитного поля дистанцируется, по меньшей мере, от одного магнита на второе расстояние, которое имеет аналогичный или идентичный порядок величины с третьим расстоянием, по меньшей мере, между одним магнитом и ближайшей позицией колеса, когда колесо проходит мимо устройства при позиционировании на или около железнодорожного пути. За счет этой схемы позиционирования, различные магниты различных размеров, а также датчик магнитного поля, могут размещаться надлежащим образом в устройстве для получения точных измерений.

В дополнительном варианте осуществления, датчик магнитного поля представляет собой двумерный датчик магнитного поля, который считывает два компонента магнитного поля в первом и втором перпендикулярных направлениях считывания, при этом процессор выполнен с возможностью:

получать соответствующие первое и второе множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля для каждого соответствующего первого и второго направления считывания;

анализировать полученное первое множество значений магнитного поля посредством обнаружения того, значения магнитного поля опускаются ниже порогового значения (шестого порогового значения) или превышают пороговое значение (седьмое пороговое значение), что указывает присутствие колеса на железнодорожном пути, проходящего мимо устройства;

когда присутствие колеса обнаруживается, анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса.

Этот вариант осуществления является, в частности, преимущественным, поскольку изменение одного из направлений считывания типично больше другого, в то время как другое направление считывания является чувствительным к направлению, из которого колесо приближается к устройству (и после этого дистанцируется от устройства).

Предпочтительно, если, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса посредством оценки позиции пика в первом множестве значений магнитного поля, причем позиция пика указывает момент времени, когда колесо располагается существенно выше устройства; определять знак первой производной второго множества значений магнитного поля около оцененной позиции пика; когда определенный знак первой производной является положительным, определяя направление движения колеса как первое направление вдоль железнодорожного пути; и когда определенный знак первой производной является отрицательным, определять направление движения колеса как второе направление вдоль железнодорожного пути. С учетом всего этого изобретения, следует понимать, что эта позиция пика здесь может указывать позицию падения.

Этот предпочтительный вариант осуществления обеспечивает возможность определения направления движения колеса с низкими потребностями в отношении объема обработки. В частности, поскольку устройство предпочтительно представляет собой беспроводное устройство с портативным источником мощности, меньший объем обработки означает то, что аккумулятора или другого средства подачи мощности хватает на большее время.

В варианте осуществления, когда предусмотрено два магнита с соответствующими полюсами, позиционированными антипараллельно между собой, первое направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона располагается напротив основания устройства и выполнена с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, при этом первое направление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

В варианте осуществления, когда предусмотрено два магнита с соответствующими полюсами, позиционированными параллельно между собой, второе направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона располагается напротив основания устройства и выполнена с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, при этом второе направление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

В другом варианте осуществления, устройство содержит, по меньшей мере, один дополнительный магнит для подавления магнитных полей, вызываемых в рельсе посредством железнодорожных вагонов, проходящих мимо рельса около устройства. Дополнительный магнит(ы) прикладывает магнитное поле к рельсу, вследствие чего устройство может более точно измерять эффект колеса на магнитное поле, измеренное посредством датчика магнитного поля. Без этого магнитного поля дополнительных магнитов, прикладываемого к рельсу, когда железнодорожный состав или другой типично тяжелый железнодорожный вагон проходит мимо, магнитное поле вызывается посредством силы, вводимой в рельс. Этот эффект известен как эффект Виллари или обратная магнитострикция. Этот эффект может описываться как изменение магнитной восприимчивости материала при подвергании механическому напряжению. Если обобщать, по меньшей мере, с одним дополнительным магнитом, эффект силы, прилагаемой посредством вагона, по меньшей мере, уменьшается или даже исключается, поскольку большинство, если не все, магнитные домены в рельсе должны фактически совмещаться с магнитным полем, вызываемым посредством дополнительных магнитов.

Предпочтительно, устройство содержит верхнюю сторону, расположенную напротив основания устройства и выполненную с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса, по меньшей мере, одного монтажного магнита для монтажа устройства на железнодорожный путь, причем, по меньшей мере, один монтажный магнит позиционируется с направлением полюса, по существу перпендикулярным монтажной стороне.

Монтажные магниты предоставляют практическое средство для присоединения и отсоединения устройства в рельс, без потребностей в гайках и болтах, соответствующих отверстиях в рельсе и/или специализированных зажимах.

Другой аспект настоящего изобретения в силу этого представляет собой устройство, по меньшей мере, с одним магнитом и любым типом датчика магнитного поля, по меньшей мере, для обнаружения колеса, проходящего мимо устройства, при этом один или более магнитов (предпочтительно постоянных) позиционируются в или рядом с устройством на или близко к рельсу, чтобы уменьшать или даже исключать применимые магнитомеханические эффекты. Эти магниты могут представлять собой монтажные магниты, но это не важно для получения улучшенных измерений, по меньшей мере, обнаружения колеса или любого другого параметра, такого как темп, направление движения и т.д.

В варианте осуществления по любому из вышеприведенных аспектов/вариантов осуществления, монтажный магнит представляет собой постоянный магнит, имеющий реманентность, по меньшей мере,

в 5000 гауссов, предпочтительно, по меньшей мере, в 8000 гауссов, более предпочтительно, по меньшей мере, в 12000 гауссов.

В варианте осуществления по любому из вышеприведенных аспектов/вариантов осуществления, устройство содержит один датчик магнитного поля. В частности, в комбинации с двумя, предпочтительно постоянными, магнитами, как описано выше, использование одного датчика магнитного поля является предпочтительным, поскольку оно уменьшает число электронных компонентов и потребление мощности устройства, продлевая время работы от аккумулятора.

В варианте осуществления по любому из вышеприведенных аспектов/вариантов осуществления, устройство содержит сетевой интерфейс для передачи полученного направления движения колеса, при этом, предпочтительно, сетевой интерфейс представляет собой беспроводной сетевой интерфейс. Использование беспроводного интерфейса является, в частности, предпочтительным, поскольку во многих частях железнодорожной сети, зачастую слишком затратно предоставлять сеть из линий подачи мощности и связи. Предпочтительно, если беспроводной интерфейс выполнен с возможностью использовать сеть дальней связи с низким уровнем мощности, такую как LoRa-сеть или GSM-сеть. Дополнительное преимущество устройства заключается в том, что необработанные данные не должны отправляться по сети; устройство выполняет анализ данных внутренне с помощью процессора. Это обеспечивает возможность передачи ограниченного объема данных, что также увеличивает время работы от аккумулятора.

В варианте осуществления, устройство дополнительно содержит датчик для обнаружения движения, такой как датчик ускорения, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью получать значение движения, указывающее движение устройства; и обеспечивать возможность датчику магнитного поля считывать значения магнитного поля только тогда, когда значение движения превышает предварительно заданное пороговое значение, указывающее то, что вагон, содержащий колесо для железнодорожного пути, приближается, чтобы после этого выполнять этапы получения и анализа. В частности, обнаруженное движение может представлять собой вибрацию устройства/рельса. Датчик обнаружения движения и датчик магнитного поля могут предоставляться интегрированным способом. Когда датчик ускорения используется для того, чтобы сначала получать индикатор для приближающегося вагона/колеса, мощность экономится, поскольку датчики магнитного поля типично требуют большей величины мощности, чем датчики обнаружения движения, такие как датчики ускорения. В общем, возможно то, что MEMS-датчики используются в устройстве.

В дополнительном варианте осуществления, устройство содержит средство накопления энергии для предоставления электрической мощности в устройство. Кроме того, может предоставляться портативное средство предоставления энергии, такое как солнечный элемент.

Согласно дополнительному аспекту, предусмотрен способ, осуществляемый в устройстве, содержащем, по меньшей мере, один магнит для предоставления магнитного поля; датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля; и, по меньшей мере, один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом способ содержит этапы, выполняемые, по меньшей мере, посредством одного процессора для получения множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и анализа полученного множества значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается.

Как должно быть очевидным, устройство согласно первому аспекту, в частности, выполнено с возможностью применения любого одного или более этапов способа, описанных выше и/или ниже. Помимо этого, должно быть очевидным то, что любые из преимуществ, упомянутых для способа(ов) и этапов способа, описанных в данном документе, применяются к устройству, и преимущества, упомянутые для устройства, применяются к соответствующему способу(ам) и этапам способа.

Согласно дополнительному аспекту, предусмотрен компьютерный программный продукт, содержащий компьютерно-исполняемые инструкции для осуществления любого способа согласно любому из этапов по любому из вариантов осуществления, описанных выше и/или ниже, когда программа выполняется на устройстве согласно первому аспекту.

Согласно дополнительному аспекту, предусмотрена компьютерная программа, содержащая компьютерно-исполняемые инструкции, чтобы осуществлять способ согласно любому из этапов по любому из вариантов осуществления, описанных выше и/или ниже, когда программа выполняется на устройстве согласно первому аспекту.

Согласно другому аспекту, предусмотрено устройство хранения данных, кодирующее программу в компьютерно-читаемой и компьютерно-исполняемой форме, чтобы выполнять один или более этапов по любому из вариантов осуществления способа, описанных выше и/или ниже.

Прилагаемые чертежи используются для того, чтобы иллюстрировать настоящие предпочтительные неограничивающие примерные варианты осуществления устройств настоящего изобретения. Вышеуказанные и другие преимущества признаков и целей изобретения должны становиться более

очевидными, и аспекты и варианты осуществления должны лучше пониматься из нижеприведенного подробного описания при прочтении в сочетании с прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг. 1 является схематичным видом сбоку варианта осуществления устройства согласно настоящему изобретению, позиционированного на боковой стороне рельса, переносящего железнодорожный вагон;

фиг. 2 является схематичным видом в перспективе варианта осуществления устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 является видом сбоку и в частичном сечении в продольном направлении рельса, как указано на фиг. 1;

фиг. 4 является схематичным видом боковой стороны рельса, показывающим устройство по фиг. 1-3 и показывающим колесо железнодорожного вагона в нескольких позициях по сравнению с устройством;

фиг. 5 является матрицей графиков, показывающих направление магнитного поля и плотность потока в нескольких позициях вдоль варианта осуществления устройства настоящего изобретения для различных долей в магнитном поле двух магнитов устройства, причем два магнита имеют антипараллельные направления полюса;

фиг. 6 является матрицей графиков, показывающих направление магнитного поля и плотность потока в нескольких позициях вдоль варианта осуществления устройства настоящего изобретения для различных долей в магнитном поле двух магнитов устройства, причем два магнита имеют параллельные направления полюса;

фиг. 7 является матрицей графиков, показывающих направление магнитного поля и плотность потока в нескольких позициях вдоль варианта осуществления устройства настоящего изобретения для различных долей в магнитном поле двух магнитов устройства, причем два магнита имеют антипараллельные направления полюса с соответствующими северными полюсами, указывающими друг на друга;

Фиг. 8А является графиком измеренной плотности потока магнитного поля в качестве функции от времени и в трех направлениях посредством варианта осуществления устройства по фиг. 5 для колеса, проходящего в прямом направлении;

фиг. 8В является графиком измеренной плотности потока магнитного поля в качестве функции от времени и в трех направлениях посредством варианта осуществления устройства по фиг. 5 для колеса, проходящего в обратном направлении;

фиг. 9 является схемой части устройства, размещающей электронные схемы согласно варианту осуществления настоящего изобретения; и

фиг. 10 является блок-схемой последовательности операций способа согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 1, устройство 1 для обнаружения направления движения колеса на железнодорожном пути размещается на внутренней боковой стороне рельса 2, по которому проходит локомотив 3. Локомотив 3 представляет собой пример железнодорожного вагона. Направление движения локомотива 3 (и в силу этого его колеса) на этих чертежах указывается как прямое, когда локомотив перемещается справа влево, и обратное, когда локомотив 3 перемещается вправо.

Устройство 1 в силу этого выполнено с возможностью размещаться на или около боковой стороны железнодорожного пути 2. Устройство 1 содержит в этом варианте осуществления первый магнит 12 и второй магнит 14 (см. фиг. 2). Эти магниты 12 и 14 служат для предоставления магнитного поля. Устройство 1 дополнительно содержит датчик 18 магнитного поля (см. фиг. 3) для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля. Датчик 18 размещается в корпусе 16, который содержит электронные компоненты устройства 1, предпочтительно водонепроницаемым способом. Устройство 1 дополнительно содержит, по меньшей мере, один процессор 40, поддерживающий связь с датчиком 18 магнитного поля (см. фиг. 9). Помимо этого, устройство 1 может содержать аккумулятор 44, который представляет собой пример средства накопления мощности, датчик 42 ускорения, который представляет собой пример датчика движения, и беспроводной интерфейс 48. Хотя устройство 1 альтернативно или дополнительно может содержать проводной интерфейс, беспроводной интерфейс является предпочтительным вследствие простоты реализации. Беспроводной интерфейс 48 предпочтительно соединяется через LoRa-сеть или GSM-сеть. Устройство 1 помимо этого содержит блок 46 хранения данных, выполненный с возможностью сохранять инструкции для выполнения посредством процессора 40. Эти инструкции могут принимать форму микропрограммного обеспечения.

В устройстве 1, первый магнит 12 и второй магнит 14 дистанцируются друг от друга на первое расстояние  $b+c$  (см. фиг. 4), при этом датчик 18 магнитного поля позиционируется таким образом, что он допускает считывание магнитного поля, возникающего из первого 12 и второго 14 магнита.

Как показано на фиг. 3 и 4, устройство 1 содержит основание 24 и верхнюю сторону 26, расположенную напротив основания 24. Устройство 1 дополнительно содержит монтажную сторону 28 для монтажа устройства на боковую сторону рельса 2. На фиг. 3, устройство монтируется на боковой

стороне рельса 2, расположенной напротив боковой стороны 30. Напротив монтажной стороны 28 устройство 1 содержит вторую боковую сторону 29. На этой боковой стороне 29, монтируется корпус 16. Первый 12 и второй 14 магниты ориентируются по существу параллельно верхней стороне 26, при этом направления магнитного полюса первого 12 и второго 14 магнитов являются по существу перпендикулярными верхней стороне 26. Как должно быть очевидным и как также пояснено ниже, ориентация первого 12 и второго 14 магнитов также может отличаться.

Первое расстояние  $b+c$  находится в диапазоне в 20-200 мм, при этом датчик 18 магнитного поля предпочтительно позиционируется на по существу равных соответствующих расстояниях  $b$  и  $c$  (в направлении по оси  $X$ ) от первого и второго магнитов. Тем не менее, в показанном варианте осуществления, датчик 18 не находится непосредственно в середине между двумя магнитами 12, 14, а позиционируется на расстоянии  $d$  в направлении по оси  $Y$  ниже магнитов 12, 14. Это выполняется, в частности, когда, в этой позиции, компонент или вектор магнитного поля в одном направлении измерения является идентичным для обоих магнитов, как подробнее поясняется ниже.

Процессор 40 получает множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика 18 магнитного поля. После этого, полученное множество значений магнитного поля анализируется таким образом, что направление движения колеса 4 либо его кромки или фланца 5, проходящего мимо устройства 1, получается.

Примерный набор данных показывается на фиг. 8А. Что касается самых верхних данных  $V_u$  на фиг. 8А, имеется базовая линия 71, указываемая с пунктирной линией. Анализ полученного множества значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса 4, проходящего мимо устройства 1, получается, может выполняться посредством сравнения множества значений магнитного поля со значением базового 71 магнитного поля, считываемым посредством датчика 18 магнитного поля, когда колесо 4 (или другой объект) не присутствует, чтобы обнаруживать относительное увеличение 70 и последующее уменьшение 72 (фиг. 8А) или относительное уменьшение 80 и последующее увеличение 82 (фиг. 8В) множества значений магнитного поля по сравнению с значением базового 71 (или базового 81) магнитного поля.

Дополнительно или альтернативно, сравнение может проводиться посредством обнаружения того, в первый момент 78 времени, больше или нет одно из множества значений магнитного поля значения базового 71, 81 магнитного поля, и во второй момент 79 времени после первого момента времени, меньше или нет другое из множества значений магнитного поля значения базового 71 магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо 4, проходящее мимо устройства 1, перемещается вперед (фиг. 8А), в силу этого влево на фиг. 1.

Чтобы определять то, что колесо 4 приближается в другом, обратном направлении, затем обнаруживается то, что в первый момент 88 времени, одно из множества значений магнитного поля меньше базового 81 значения магнитного поля, и во второй момент 89 времени после первого момента 88 времени, другое из множества значений магнитного поля больше базового значения 81 магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо 4, проходящее мимо устройства 1, перемещается в обратном направлении (фиг. 8В), в силу этого вправо на фиг. 1.

Альтернативно или дополнительно, сравнение содержит обнаружение того, больше или нет первая разность между первым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля первого порогового значения, выше базового значения магнитного поля, либо меньше или нет второго порогового значения, ниже базового значения магнитного поля. Когда первая разность больше первого порогового значения, обнаруживается то, меньше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля третьего порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо 4, проходящее мимо устройства 1, имеет первое направление движения (прямое). Когда первая разность меньше второго порогового значения, обнаруживается то, больше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля четвертого порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо 4, проходящее мимо устройства 1, имеет второе направление движения (обратное).

Устройство 1 может быть выполнено с возможностью обнаруживать то, удовлетворяет или нет, по меньшей мере, одно из полученного множества значений магнитного поля условию, указывающему присутствие колеса 4 на железнодорожном пути 2, при этом процессор 40 выполнен с возможностью получать направление колеса 4 только тогда, когда полученное значение магнитного поля удовлетворяет условию, указывающему присутствие колеса на железнодорожном пути. Условие, указывающее присутствие колеса на железнодорожном пути 2, может представлять собой условие превышения предварительно определенного пятого порогового значения для абсолютного значения разности, по меньшей мере, между одним значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует. Когда устройство 1 имеет датчик 18, который допускает возможность считывать в двух перпендикулярных направлениях, к примеру, в направлениях по оси  $X$  и  $Y$ , показанных на фиг. 2-4,

можно проверять условие в одном из двух направлений. Например, на фиг. 8А, Вх-сигнал соответствует потоку магнитного поля в направлении по оси Х, в то время как Ву-сигнал соответствует потоку магнитного поля в направлении по оси Y. Вх-сигнал может использоваться для целей обнаружения того, удовлетворяется или нет условие, поскольку показывается большое падение в сигнале, когда колесо проходит.

Аналогично варианту осуществления, показанному на фиг. 4, предпочтительно, если датчик 18 магнитного поля позиционируется в позиции, в которой первое направление магнитного поля для компонента магнитного поля первого магнита отличается от второго направления магнитного поля для компонента магнитного поля второго магнита. Это видно на фиг. 5-7. На фиг. 5, относительно варианта осуществления, в котором магниты 12, 14 имеют магнитные поля, совмещенные антипараллельным способом, датчик 18 позиционируется не точно между двумя магнитами, поскольку компонент магнитного поля первого магнита и второго магнита имеют идентичный компонент по оси Х В, а именно, нулевой. Тем не менее, по-прежнему должно быть возможным измерять увеличение/уменьшение или уменьшение/увеличение компонента по оси Y, эквивалентное данным, показанным на фиг. 8А и 8В.

На фиг. 6, относительно варианта осуществления, в котором магниты 12, 14 имеют магнитное поле, совмещенное параллельным способом, позиция в середине между магнитами имеет идентичный компонент в направлении по оси Х (нуль) и в направлении по оси Y (поле, указывающее вниз, как показано посредством стрелки). Следовательно, датчик 18 позиционируется в некоторой степени ниже этой средней позиции. В данном случае, компонент в направлении по оси Х магнита 12 ориентируется влево на графике 120, при этом доля магнита 14 игнорируется. На графике 128, на котором доля магнита 12 игнорируется, компонент в направлении по оси Х магнита 14 ориентируется вправо. Когда доля обоих магнитов учитывается (график 124), чистое поле в направлении по оси Х является нулевым.

Альтернативно можно вращать один из двух магнитов таким образом, что средняя позиция по-прежнему может использоваться посредством датчика 18.

На фиг. 5-7, "Ва" указывает максимальное поле, сформированное посредством магнита 12, и "Вв" указывает максимальное поле, сформированное посредством магнита 14. Соответствующие графики 104, 124 и 144 показывают ситуацию, в которой колесо 4 или другой объект не присутствует, и датчик 18 измеряет магнитное поле, сформированное посредством обоих магнитов 12, 14. Когда колесо приближается справа (например, позиция 4' на фиг. 4), оно блокирует часть магнитного поля, сформированного посредством магнита 14. В качестве примера, графики 102, 122 и 124 показывают ситуацию, в которой магнит 14 формирует половину магнитного поля, которое он может производить в ситуации на графиках 104, 124 и 144.

Что касается графика 102, можно видеть, что компонент магнитного поля в направлении по оси Y в позиции датчика 18 увеличивается. Когда магнитное поле магнита 14 полностью блокируется, как показано на графике 100, компонент магнитного поля в направлении по оси Y в позиции датчика 18 увеличен еще больше. Это соответствует ситуации по фиг. 8А, на котором увеличение 70 наблюдается в Ву-сигнале.

Когда колесо 4 перемещается дополнительно влево (прямо), снова возникает ситуация графика 102, и Ву-сигнал снова уменьшается, согласно ситуации, показанной на графике 104, хотя только для направления по оси Y. Когда колесо 4 перемещается дополнительно влево, магнитное поле, сформированное посредством магнита 12, частично блокируется, и возникает ситуация, аналогичная ситуации графика 106, в которой компонент по оси Y магнитного поля, измеренного посредством датчика, начинает указывать вниз, приводя к уменьшению сигнала, как показано на фиг. 8А посредством начала уменьшения 72. Минимум в уменьшении 72 должен получаться, когда магнит 12 вообще не имеет доли, как показано на графике 108. Тем не менее, на практике, эта ситуация с большой вероятностью не должна достигаться. Фиг. 5-7 используются для того, чтобы показывать принцип работы устройства 1. Когда колесо перемещается дополнительно влево, снова должна возникать ситуация, аналогичная графику 106, поскольку колесо 4 должно частично заблокировать поле магнита 12 (например, позиция 4", показанная на фиг. 4). Компонент по оси Y по-прежнему направляется вниз, но теперь снова немного меньше. После того как колесо 4 находится на достаточно большом расстоянии, снова оба магнита 12 и 14 имеют долю, как показано на графике 104.

Аналогичное обоснование является применимым для перемещаемого назад колеса, приближающегося слева (например, из позиции 4" на фиг. 4), сигнал которого показывается на фиг. 8В, и следует понимать, что сигнал в направлении по оси Y в таком случае сначала уменьшается, а после этого увеличивается. Эта разность используется в устройстве 1 для того, чтобы определять направление движения, как описано выше.

Фиг. 6 показывает результирующие направления поля и абсолютные величины устройства, в котором геометрия магнитных осей магнитов 12 и 14 является параллельной. Графики 120-128 являются эквивалентными графикам 100-108. В этом случае, магнитное поле в направлении по оси Х должно показывать сигнал, аналогичный Ву-сигналу на фиг. 8А и В. Магнитное поле в направлении по оси Y должно показывать сигнал, аналогичный Вх-сигналу на фиг. 8А и 8В.

Фиг. 7 показывает другой пример магнитов 12 и 14, ориентированных с магнитными осями, указывающими друг на друга, что показывает то, что возможны множество ориентаций. Графики 140-148 являются эквивалентными графикам 100-108 и 120-128. Здесь также магнитное поле направления по оси X должно показывать сигнал, аналогичный Ву-сигналу на фиг. 8А и 8В.

Хотя симметричные позиции показаны на фиг. 5-7, другие несимметричные ориентации магнитных осей магнитов 12 и 14 по-прежнему возможны.

Предпочтительно, если магниты 12 и 14 представляют собой постоянные магниты. Один подходящий магнит представляет собой NbFeB-магнит, производимый компанией Webcraft GmbH, класса намагничивания N45, что в этом случае означает реллантность (Br) в 13200-13700 гауссов. Этот магнит имеет форму цилиндра, имеющего диаметр в 10 мм и высоту в 10 мм. Ось полюса направлена вдоль продольного направления цилиндра.

Устройство 1 имеет такую конфигурацию, в которой, по меньшей мере, один магнит 12, 14 предоставляет магнитное поле, на которое, по меньшей мере, частично оказывает влияние колесо 4, когда колесо проходит мимо устройства на расстоянии (см. фиг. 3 и 4) самое большее в 10 см. Предпочтительно, если устройство изготавливается таким образом, что оно размещается на расстоянии в диапазоне в 1,5-5 см от фланца 5 колеса 4. Датчик 18 магнитного поля позиционируется таким образом, что он считывает изменение магнитного поля, вызываемое посредством колеса, как описано выше.

Датчик 18 магнитного поля в показанных вариантах осуществления представляет собой двумерный датчик магнитного поля, который считывает два компонента магнитного поля в первом и втором перпендикулярных направлениях считывания, к примеру, в направлении по оси X и в направлении по оси Y, показанных на фиг. 2-4.

Предпочтительно, если соответствующие первое и второе множества значений магнитного поля получаются в течение соответствующих времен из датчика 18 магнитного поля для каждого соответствующего первого и второго направления считывания. После этого, полученное первое множество значений магнитного поля анализируется посредством обнаружения того, опускаются или нет значения магнитного поля ниже порогового значения, указывающего присутствие колеса на железнодорожном пути, проходящего мимо устройства. Например, первое множество значений магнитного поля представляет собой Vx-сигнал на фиг. 8А и 8В.

Когда присутствие колеса обнаруживается, второе множество значений магнитного поля анализируется, с тем чтобы определять направление движения колеса.

Этот анализ второго множества значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса, может выполняться посредством оценки позиции 76, 86 пика в первом множестве значений (Vx) магнитного поля, причем позиция 76, 86 пика указывает момент времени, когда колесо 4 располагается существенно выше устройства 1. После этого, знак первой производной второго множества значений (Vy) магнитного поля около оцененной позиции 76, 86 пика определяется. Когда определенный знак первой производной является положительным (ситуация по фиг. 8В, наблюдаемая в Ву-сигнале между уменьшением 80 и увеличением 82), направление движения колеса определяется как обратное направление вдоль железнодорожного пути. Когда определенный знак первой производной является отрицательным (ситуация по фиг. 8А, наблюдаемая в Ву-сигнале между увеличением 70 и уменьшением 72), направление движения колеса определяется как обратное направление вдоль железнодорожного пути 2.

Хотя это представляет собой ресурсоэффективный и практический способ определения направления движения, специалистам в данной области техники должно быть очевидным, что предусмотрены различные другие способы определения увеличения/уменьшения или уменьшения/увеличения измеренного сигнала.

Устройство 1 дополнительно может содержать дополнительные магниты 20-22 для подавления магнитных полей, вызываемых в рельсе 2 посредством железнодорожных вагонов 3, проходящих мимо рельса 2 около устройства 1. Магниты 20-22 позиционируются около монтажной стороны 28, чтобы достигать наибольшего преимущества относительно магнитомеханических эффектов, как описано выше.

Дополнительные магниты 20-22 также могут функционировать монтажный магнит для монтажа устройства на рельс 2. Предпочтительно, дополнительные магниты 20-22 с направлением полюса, по существу перпендикулярным монтажной стороне 28.

Предпочтительно, если магниты 20-22 представляют собой постоянные магниты. Один подходящий магнит представляет собой NbFeB-магнит, производимый компанией Webcraft GmbH, класса намагничивания N42, что в этом случае означает реллантность (Br) в 12900-13200 гауссов. Этот магнит имеет форму цилиндра, имеющего диаметр в 20 мм и высоту в 10 мм. Ось полюса направлена вдоль продольного направления цилиндра.

Описанное устройство 1 преимущественно только требует одного датчика 18 магнитного поля, с тем чтобы точно обнаруживать колесо 4 и необязательно также получать направление колеса 4 движения, как описано относительно предпочтительных вариантов осуществления. Следует понимать, что также скорость вагона 3 может получаться, на основе сигналов, например, по фиг. 8А и 8В. Когда увеличение и уменьшение возникает за меньший временной отрезок, вагон 3 перемещается быстрее, чем

тогда, когда увеличение и уменьшение возникает в течение большего временного отрезка. Калибровка устройства 1 затем обеспечивает возможность определять скорость вагона 3.

Устройство 1 может содержать датчик для обнаружения движения, такой как датчик 42 ускорения. Затем значение движения, указывающее движение устройства, может получаться, и датчик магнитного поля, с тем чтобы считывать значения магнитного поля, активируется только тогда, когда значение движения превышает предварительно заданное пороговое значение, указывающее то, что вагон, содержащий колесо для железнодорожного пути, приближается, чтобы после этого выполнять этапы получения и анализа. Например, значение движения может представлять собой дисперсию множества точек данных, полученных из датчика движения (например, из датчика ускорения), и дисперсия точек данных может определяться для того, чтобы получать индикатор уровня вибрации. После этого, может определяться то, превышает или нет дисперсия предварительно заданную дисперсию, указывающую пороговый уровень вибрации.

Как показано на фиг. 10, способ обнаружения колеса на железнодорожном пути содержит получение 50 множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и анализ 52 полученного множества значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается. Другие этапы описываются в вышеприведенном описании относительно устройства 1 либо могут легко извлекаться из него.

Специалисты в данной области техники должны легко признавать, что этапы различных вышеописанных способов могут выполняться посредством программируемых компьютеров. В данном документе, некоторые варианты осуществления также имеют намерение охватывать устройства хранения программ, например, цифровые носители хранения данных, которые являются машино- или компьютерно-читаемыми и кодируют машино-исполняемые или компьютерно-исполняемые программы с инструкциями, при этом упомянутые инструкции выполняют часть или все этапы упомянутых вышеописанных способов. Устройства хранения программ, например, могут представлять собой цифровые запоминающие устройства, магнитные носители хранения данных, такие как магнитные диски и магнитные ленты, жесткие диски, либо оптически-читаемые носители хранения цифровых данных. Варианты осуществления также имеют намерение охватывать компьютеры, программируемые с возможностью осуществлять упомянутые этапы вышеописанных способов.

Функции различных элементов, показанных на чертежах, включающих в себя все функциональные блоки, помеченные как "блоки", "процессоры" или "модули", могут предоставляться с помощью специализированных аппаратных средств, а также аппаратных средств, допускающих выполнение программного обеспечения, таких как микропрограммное обеспечение, в ассоциации с надлежащим программным обеспечением. При предоставлении посредством процессора, функции могут предоставляться посредством одного специализированного процессора, посредством одного совместно используемого процессора или посредством множества отдельных процессоров, некоторые из которых могут совместно использоваться. Кроме того, явное использование термина "блок", "процессор" или "контроллер" не должно истолковываться как означающее исключительно аппаратные средства, допускающие выполнение программного обеспечения, и может неявно включать в себя, без ограничений, аппаратные средства процессора цифровых сигналов (DSP), сетевой процессор, специализированную интегральную схему (ASIC), программируемую пользователем вентильную матрицу (FPGA), постоянное запоминающее устройство (ROM) для сохранения программного обеспечения, оперативное запоминающее устройство (RAM) и энергонезависимое устройство хранения. Также могут быть включены другие аппаратные средства, традиционные и/или специализированные. Аналогично, все переключатели, показанные на чертежах, являются только концептуальными. Их функция может выполняться посредством операций программной логики, посредством специализированной логики, посредством взаимодействия программного управления и специализированной логики или даже вручную, при этом конкретная технология выбирается разработчиком, как становится понятнее из контекста.

Специалисты в данной области техники должны принимать во внимание, что блок-схемы в данном документе представляют концептуальные виды иллюстративной схемы, осуществляющей принципы изобретения. Аналогично, следует принимать во внимание, что все блок-схемы последовательности операций, блок-схемы, схемы переходов состояния, псевдокод и т.п. представляют различные процессы, которые могут представляться большей частью на компьютерно-читаемом носителе и в силу этого выполняться посредством компьютера или процессора, независимо от того, показан или нет в явной форме такой компьютер или процессор.

Изобретение дополнительно содержит нижеприведенные варианты осуществления.

1. Устройство для обнаружения направления движения колеса на железнодорожном пути, причем устройство выполнено с возможностью размещаться на или около боковой стороны железнодорожного пути, причем устройство содержит:

по меньшей мере, один магнит для предоставления магнитного поля;

датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля;

по меньшей мере, один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью:

получать множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и в

анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что получается направление движения колеса, проходящего мимо устройства.

2. Устройство согласно варианту 1 осуществления, в котором процессор выполнен с возможностью анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается посредством сравнения множества значений магнитного поля с базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует, чтобы обнаруживать относительное увеличение и последующее уменьшение или относительное уменьшение и последующее увеличение множества значений магнитного поля по сравнению с базовым значением магнитного поля.

3. Устройство согласно варианту 2 осуществления, в котором сравнение содержит:

обнаружение того, в первый момент времени, больше или нет одно из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, меньше или нет другое из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и

обнаружение того, в первый момент времени, меньше или нет одно из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, больше или нет другое из множества значений магнитного поля базового значения магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающегося от первого направления движения.

4. Устройство согласно варианту 2 или 3 осуществления, в котором сравнение содержит:

обнаружение того, больше или нет первая разность между первым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля первого порогового значения, выше базового значения магнитного поля, либо меньше или нет второго порогового значения, ниже базового значения магнитного поля;

когда первая разность больше первого порогового значения, обнаружение того, меньше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля третьего порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и

когда первая разность меньше второго порогового значения, обнаружение того, больше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля четвертого порогового значения, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающееся от первого направления движения.

5. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, в котором, по меньшей мере, один процессор дополнительно выполнен с возможностью обнаруживать то, удовлетворяет или нет, по меньшей мере, одно из полученного множества значений магнитного поля условию, указывающему присутствие колеса на железнодорожном пути, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью получать направление колеса только тогда, когда полученное значение магнитного поля удовлетворяет условию, указывающему присутствие колеса на железнодорожном пути.

6. Устройство согласно варианту 5 осуществления, в котором условие, указывающее присутствие колеса на железнодорожном пути, представляет собой условие превышения предварительно определенного пятого порогового значения для абсолютного значения разности между, по меньшей мере, одним значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует.

7. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, в котором датчик магнитного поля позиционируется таким образом, что он находится за пределами точки симметрии, по меньшей мере, одного магнита и продольного направления железнодорожного пути, когда устройство размещается на или около боковой стороны железнодорожного пути, при этом, предпочтительно, когда, по меньшей мере, один магнит позиционируется таким образом, что его ось магнитного полюса является перпендикулярной продольному направлению железнодорожного пути, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, датчик магнитного поля размещается смежно с осью магнитного полюса.

8. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, причем устройство содержит первый и второй магнит для предоставления магнитного поля, при этом первый и второй магниты дистанцируются друг от друга на первое расстояние, при этом датчик магнитного поля

позиционируется таким образом, что он допускает считывание магнитного поля, возникающего из первого и второго магнита.

9. Устройство согласно варианту 8 осуществления, в котором датчик магнитного поля позиционируется в позиции, в которой первое направление магнитного поля для компонента магнитного поля первого магнита отличается от второго направления магнитного поля для компонента магнитного поля второго магнита.

10. Устройство согласно варианту 8 или 9 осуществления, в котором первый и второй магниты позиционируются таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу антипараллельными.

11. Устройство согласно варианту 8 или 9 осуществления, в котором первый и второй магниты позиционируются таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу параллельными.

12. Устройство согласно любому из вариантов 8-11 осуществления, при этом устройство содержит основание и верхнюю сторону, расположенную напротив основания, при этом первый и второй магниты позиционируются по существу параллельно верхней стороне, при этом направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу перпендикулярными верхней стороне.

13. Устройство согласно любому из вариантов 8-12 осуществления, в котором первое расстояние находится в диапазоне в 20-200 мм, при этом датчик магнитного поля предпочтительно позиционируется на по существу равных соответствующих расстояниях от первого и второго магнитов.

14. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, в котором, по меньшей мере, один магнит представляет собой постоянный магнит.

15. Устройство согласно варианту 14 осуществления, в котором, по меньшей мере, один магнит имеет реманентность, по меньшей мере, в 5000 гауссов, предпочтительно, по меньшей мере, в 8000 гауссов, более предпочтительно, по меньшей мере, в 12000 гауссов.

16. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, в котором, по меньшей мере, один магнит имеет такую конфигурацию, в которой на предоставленное магнитное поле, по меньшей мере, частично оказывает влияние колесо, когда колесо проходит мимо устройства на расстоянии самое большее в 10 см, при этом датчик магнитного поля позиционируется таким образом, что он считывает изменение магнитного поля, вызываемое посредством колеса.

17. Устройство согласно варианту 16 осуществления, в котором датчик магнитного поля дистанцируется от, по меньшей мере, одного магнита на второе расстояние, которое имеет аналогичный или идентичный порядок величины с третьим расстоянием между, по меньшей мере, одним магнитом и ближайшей позицией колеса, когда колесо проходит мимо устройства при позиционировании на или около железнодорожного пути.

18. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, в котором датчик магнитного поля представляет собой двумерный датчик магнитного поля, который считывает два компонента магнитного поля в первом и втором перпендикулярных направлениях считывания, при этом процессор выполнен с возможностью:

получать соответствующие первое и второе множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля для каждого соответствующего первого и второго направления считывания;

анализировать полученное первое множество значений магнитного поля посредством обнаружения того, опускаются или нет значения магнитного поля ниже порогового значения, указывающего присутствие колеса на железнодорожном пути, проходящего мимо устройства;

когда присутствие колеса обнаруживается, анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса.

19. Устройство согласно варианту 18 осуществления, в зависимости от варианта 8 осуществления, в котором, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью:

анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса посредством оценки позиции пика в первом множестве значений магнитного поля, причем позиция пика указывает момент времени, когда колесо располагается по существу над устройством;

определять знак первой производной второго множества значений магнитного поля около оцененной позиции пика;

когда упомянутый определенный знак первой производной является положительным, определять направление движения колеса как первое направление вдоль железнодорожного пути; и

когда упомянутый определенный знак первой производной является отрицательным, определять направление движения колеса как второе направление вдоль железнодорожного пути.

20. Устройство согласно варианту 18 или 19 осуществления, в зависимости от варианта 10 осуществления, в котором первое направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона располагается напротив основания устройства и выполнена с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство

размещается на или около железнодорожного пути, при этом первое направление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

21. Устройство согласно варианту 11 или 12 осуществления, в зависимости от варианта 11 осуществления, в котором второе направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона располагается напротив основания устройства и выполнена с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство размещается на или около железнодорожного пути, при этом второе направление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

22. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, дополнительно содержащее, по меньшей мере, один дополнительный магнит для подавления магнитных полей, вызываемых в рельсе посредством железнодорожных вагонов, проходящих мимо рельса около устройства.

23. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, содержащее верхнюю сторону, расположенную напротив основания устройства и выполненную с возможностью позиционироваться, по меньшей мере, частично ниже колеса, когда устройство размещается на железнодорожном пути, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса, при этом, по меньшей мере, один дополнительный магнит функционирует в качестве, по меньшей мере, одного монтажного магнита для монтажа устройства на железнодорожный путь, причем, по меньшей мере, один монтажный магнит позиционируется с направлением полюса, по существу перпендикулярным монтажной стороне.

24. Устройство согласно варианту 22 или 23 осуществления, в котором, по меньшей мере, один дополнительный магнит представляет собой постоянный магнит, имеющий релаксацию, по меньшей мере, в 5000 гауссов, предпочтительно, по меньшей мере, в 8000 гауссов, более предпочтительно, по меньшей мере, в 12000 гауссов.

25. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, при этом устройство содержит один датчик магнитного поля.

26. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, дополнительно содержащее сетевой интерфейс для передачи полученного направления движения колеса, при этом, предпочтительно, сетевой интерфейс представляет собой беспроводной сетевой интерфейс.

27. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, дополнительно содержащее датчик для обнаружения движения, такой как датчик ускорения, при этом, по меньшей мере, один процессор выполнен с возможностью:

получать значение движения, указывающее движение устройства; и

обеспечивать возможность датчику магнитного поля считывать значения магнитного поля только тогда, когда значение движения превышает предварительно заданное пороговое значение, указывающее то, что транспортное средство, содержащее колесо для железнодорожного пути, приближается, чтобы после этого выполнять этапы получения и анализа.

28. Устройство согласно любому из предыдущих вариантов осуществления, дополнительно содержащее средство накопления энергии для предоставления электрической мощности в устройство.

29. Способ обнаружения колеса на железнодорожном пути, причем способ осуществляется в устройстве, содержащем, по меньшей мере, один магнит для предоставления магнитного поля; датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля; и, по меньшей мере, один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом способ содержит этапы, выполняемые, по меньшей мере, посредством одного процессора, для:

получения множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и

анализа полученного множества значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается.

30. Способ согласно варианту 29 осуществления, в котором используется устройство согласно любому из вариантов 1-28 осуществления.

31. Компьютерный программный продукт, содержащий компьютерно-исполняемые инструкции для осуществления способа по варианту 29 или 30 осуществления, когда программа выполняется на устройстве согласно любому из вариантов 1-28 осуществления.

Хотя принципы описанных способов и устройств изложены выше в связи с конкретными вариантами осуществления, следует понимать, что это описание приводится просто в качестве примера, а не в качестве ограничения объема охраны, который определяется посредством прилагаемой формулы изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для обнаружения направления движения колеса на железнодорожном пути, причем устройство выполнено с возможностью размещения на или около боковой стороны железнодорожного пути, причем устройство содержит:

по меньшей мере один постоянный магнит для предоставления магнитного поля;

датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля;

по меньшей мере один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью:

получать множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и

анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что получается направление движения колеса, проходящего мимо устройства.

2. Устройство по п.1, в котором процессор выполнен с возможностью анализировать полученное множество значений магнитного поля таким образом, что направление движения колеса, проходящего мимо устройства, получается посредством сравнения множества значений магнитного поля с базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует, чтобы обнаруживать относительное увеличение и последующее уменьшение или относительное уменьшение и последующее увеличение множества значений магнитного поля по сравнению с базовым значением магнитного поля.

3. Устройство по п.2, в котором сравнение содержит:

обнаружение в первый момент времени, больше или нет одно из множества значений магнитного поля, чем базовое значение магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, меньше или нет другое из множества значений магнитного поля, чем базовое значение магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и

обнаружение в первый момент времени, меньше или нет одно из множества значений магнитного поля, чем базовое значение магнитного поля, и во второй момент времени после первого момента времени, больше или нет другое из множества значений магнитного поля, чем базовое значение магнитного поля, с тем чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающегося от первого направления движения.

4. Устройство по п.2 или 3, в котором сравнение содержит:

обнаружение того, больше или нет первая разность между первым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, чем первое пороговое значение выше базового значения магнитного поля, либо меньше или нет, чем второе пороговое значение ниже базового значения магнитного поля;

когда первая разность больше первого порогового значения, обнаружение того, меньше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, чем третье пороговое значение, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет первое направление движения; и

когда первая разность меньше второго порогового значения, обнаружение того, больше или нет вторая разность между вторым значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, чем четвертое пороговое значение, причем второе значение соответствует более позднему моменту времени, чем первое значение, чтобы определять то, что колесо, проходящее мимо устройства, имеет второе направление движения, отличающееся от первого направления движения.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один процессор дополнительно выполнен с возможностью обнаруживать то, удовлетворяет или нет по меньшей мере одно из полученного множества значений магнитного поля условию, указывающему присутствие колеса на железнодорожном пути, при этом по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью получать направление колеса только тогда, когда полученное значение магнитного поля удовлетворяет условию, указывающему присутствие колеса на железнодорожном пути.

6. Устройство по п.5, в котором условие, указывающее присутствие колеса на железнодорожном пути, представляет собой условие превышения предварительно определенного пятого порогового значения для абсолютного значения разности между по меньшей мере одним значением из множества значений магнитного поля и базовым значением магнитного поля, считываемым посредством датчика магнитного поля, когда колесо не присутствует.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором датчик магнитного поля расположен таким образом, что он находится за пределами точки симметрии по меньшей мере одного магнита и продольного направления железнодорожного пути, когда устройство расположено на или около боковой стороны железнодорожного пути, при этом, предпочтительно, когда по меньшей мере один магнит

расположен таким образом, что его ось магнитного полюса является перпендикулярной продольному направлению железнодорожного пути, когда устройство расположено на или около железнодорожного пути, датчик магнитного поля расположен смежно с осью магнитного полюса.

8. Устройство по любому из предшествующих пунктов, причем устройство содержит первый и второй магниты для предоставления магнитного поля, при этом первый и второй магниты дистанцированы друг от друга на первое расстояние, при этом датчик магнитного поля расположен таким образом, что он допускает считывание магнитного поля, возникающего из первого и второго магнитов.

9. Устройство по п.8, в котором датчик магнитного поля расположен в позиции, в которой первое направление магнитного поля для компонента магнитного поля первого магнита отличается от второго направления магнитного поля для компонента магнитного поля второго магнита.

10. Устройство по п.8 или 9, в котором первый и второй магниты расположены таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу антипараллельными.

11. Устройство по п.8 или 9, в котором первый и второй магниты расположены таким образом, что направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу параллельными.

12. Устройство по любому из пп.8-11, причем устройство содержит основание и верхнюю сторону, расположенную напротив основания, при этом первый и второй магниты расположены по существу параллельно верхней стороне, при этом направления магнитного полюса первого и второго магнитов являются по существу перпендикулярными верхней стороне.

13. Устройство по любому из пп.8-12, в котором первое расстояние находится в диапазоне в 20-200 мм, при этом датчик магнитного поля предпочтительно расположен на по существу равных соответствующих расстояниях от первого и второго магнитов.

14. Устройство по п.13, в котором по меньшей мере один магнит имеет реманентность по меньшей мере в 5000 гауссов, предпочтительно по меньшей мере в 8000 гауссов, более предпочтительно по меньшей мере в 12000 гауссов.

15. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один магнит имеет такую конфигурацию, в которой на предоставленное магнитное поле по меньшей мере частично оказывает влияние колесо, когда колесо проходит мимо устройства на расстоянии самое большее в 10 см, при этом датчик магнитного поля расположен таким образом, что он считывает изменение магнитного поля, вызываемое посредством колеса.

16. Устройство по п.15, в котором датчик магнитного поля дистанцирован от по меньшей мере одного магнита на второе расстояние, которое имеет аналогичный или идентичный порядок величины с третьим расстоянием между по меньшей мере одним магнитом и ближайшей позицией колеса, когда колесо проходит мимо устройства, когда оно расположено на или около железнодорожного пути.

17. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором датчик магнитного поля представляет собой двумерный датчик магнитного поля, который считывает два компонента магнитного поля в первом и втором перпендикулярных направлениях считывания, при этом процессор выполнен с возможностью:

получать соответствующие первое и второе множества значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля для каждого соответствующего первого и второго направления считывания;

анализировать полученное первое множество значений магнитного поля посредством обнаружения того, опускаются или нет значения магнитного поля ниже шестого порогового значения либо превышают или нет седьмое пороговое значение, что указывает присутствие колеса на железнодорожном пути, проходящего мимо устройства;

когда обнаруживается присутствие колеса, анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса.

18. Устройство по п.17, в зависимости от п.8, в котором по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью:

анализировать второе множество значений магнитного поля, с тем чтобы определять направление движения колеса посредством оценки позиции пика в первом множестве значений магнитного поля, причем позиция пика указывает момент времени, когда колесо располагается по существу над устройством;

определять знак первой производной второго множества значений магнитного поля около оцененной позиции пика;

когда упомянутый определенный знак первой производной является положительным, определять направление движения колеса как первое направление вдоль железнодорожного пути; и

когда упомянутый определенный знак первой производной является отрицательным, определять направление движения колеса как второе направление вдоль железнодорожного пути.

19. Устройство по п.17 или 18, в зависимости от п.10, в котором первое направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона расположена напротив основания устройства и выполнена с возможностью расположения по меньшей мере частично ниже колеса, когда устройство расположено на или около железнодорожного пути, при этом первое на-

правление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

20. Устройство по п.17 или 18, в зависимости от п.11, в котором второе направление считывания является по существу параллельным верхней стороне устройства, причем верхняя сторона расположена напротив основания устройства и выполнена с возможностью расположения по меньшей мере частично ниже колеса, когда устройство расположено на или около железнодорожного пути, при этом второе направление считывания дополнительно является по существу параллельным монтажной стороне устройства, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса.

21. Устройство по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее по меньшей мере один дополнительный магнит для подавления магнитных полей, вызываемых в рельсе посредством железнодорожных вагонов, проходящих мимо рельса около устройства.

22. Устройство по любому из предшествующих пунктов, содержащее верхнюю сторону, расположенную напротив основания устройства и выполненную с возможностью расположения по меньшей мере частично ниже колеса, когда устройство расположено на железнодорожном пути, причем монтажная сторона выполнена с возможностью размещения устройства на боковой стороне рельса, при этом по меньшей мере один дополнительный магнит функционирует в качестве по меньшей мере одного монтажного магнита для монтажа устройства на железнодорожный путь, причем по меньшей мере один монтажный магнит расположен с направлением полюса, по существу перпендикулярным монтажной стороне.

23. Устройство по п.21 или 22, в котором по меньшей мере один дополнительный магнит представляет собой постоянный магнит, имеющий релактантность по меньшей мере в 5000, предпочтительно по меньшей мере в 8000, более предпочтительно по меньшей мере в 12000 гауссов.

24. Устройство по любому из предшествующих пунктов, при этом устройство содержит один датчик магнитного поля.

25. Устройство по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее сетевой интерфейс для передачи полученного направления движения колеса, при этом, предпочтительно, сетевой интерфейс представляет собой беспроводной сетевой интерфейс.

26. Устройство по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее датчик для обнаружения движения, такой как датчик ускорения, при этом по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью:

получать значение движения, указывающее движение устройства; и

обеспечивать возможность датчику магнитного поля считывать значения магнитного поля только тогда, когда значение движения превышает предварительно заданное пороговое значение, указывающее то, что транспортное средство, содержащее колесо для железнодорожного пути, приближается, чтобы после этого выполнять этапы получения и анализа.

27. Устройство по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащее средство накопления энергии для предоставления электрической мощности в устройство.

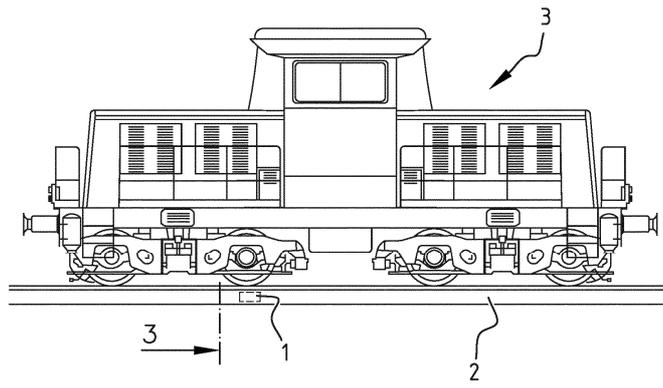
28. Способ обнаружения колеса на железнодорожном пути, причем способ осуществляется в устройстве, содержащем по меньшей мере один постоянный магнит для предоставления магнитного поля; датчик магнитного поля для считывания значения магнитного поля, указывающего плотность потока или изменение плотности потока предоставленного магнитного поля; и по меньшей мере один процессор, поддерживающий связь с датчиком магнитного поля, при этом способ содержит этапы, выполняемые по меньшей мере посредством одного процессора, на которых:

получают множество значений магнитного поля для соответствующих моментов времени из датчика магнитного поля; и

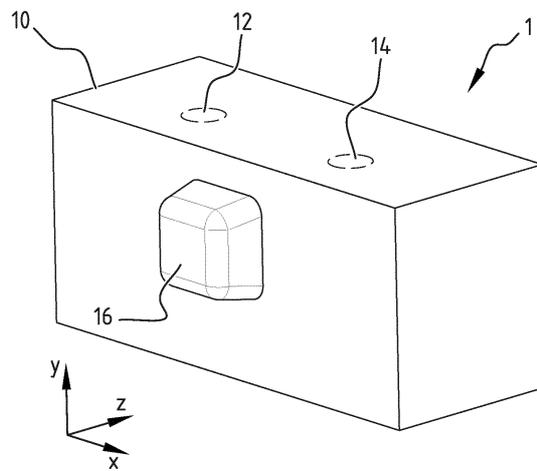
анализируют полученное множество значений магнитного поля таким образом, что получается направление движения колеса, проходящего мимо устройства.

29. Способ по п.28, в котором используется устройство по любому из пп.1-27.

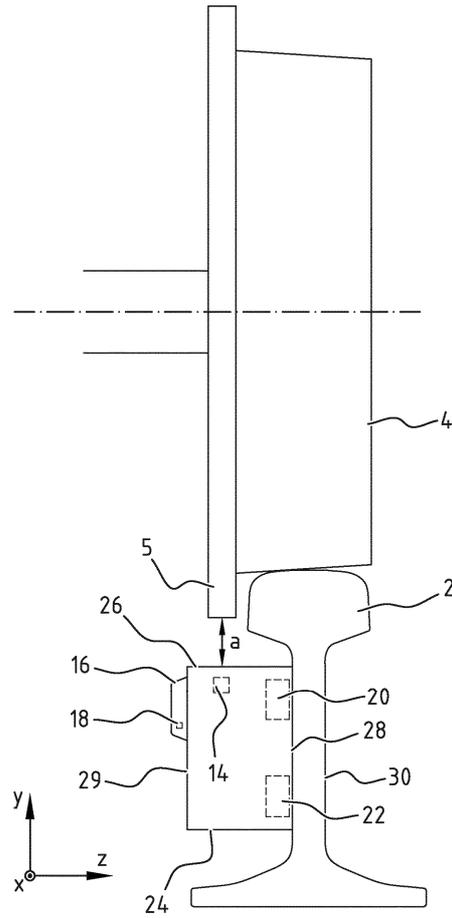
30. Компьютерно-читаемый носитель, содержащий компьютерную программу для осуществления способа по п.28 или 29, когда программа выполняется на устройстве по любому из пп.1-27.



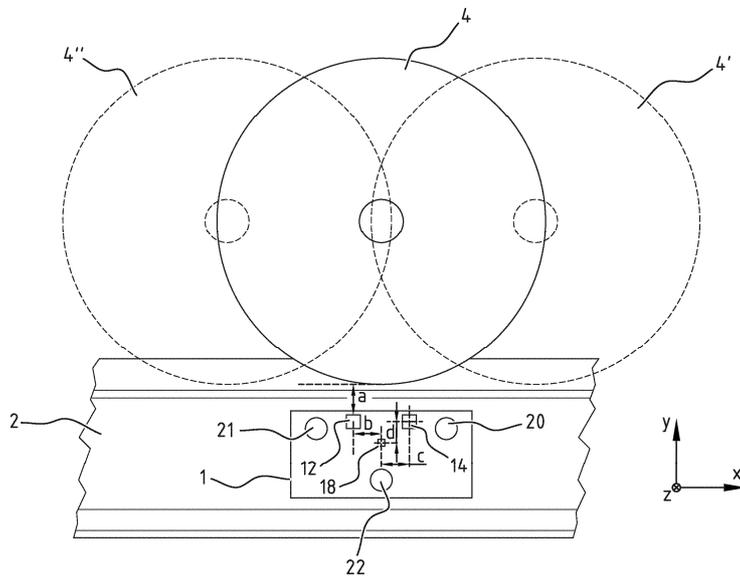
Фиг. 1



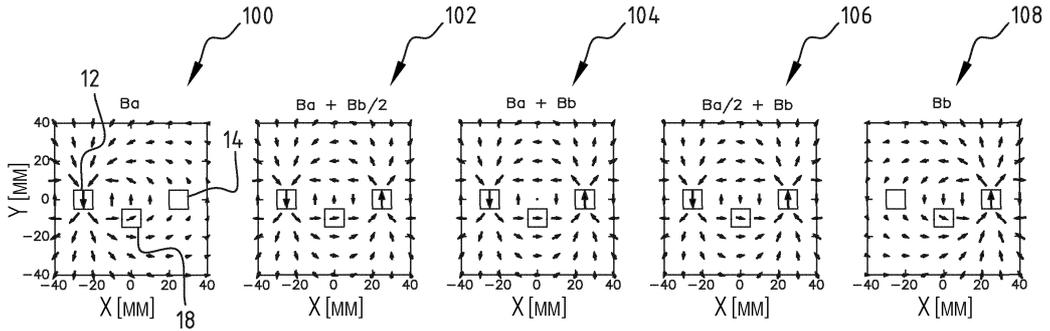
Фиг. 2



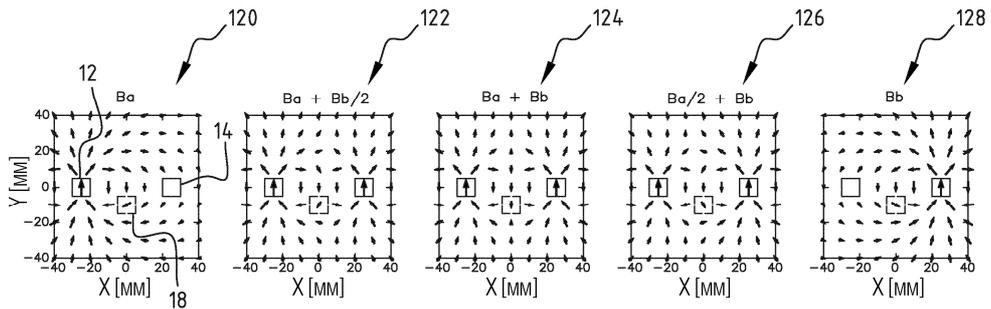
Фиг. 3



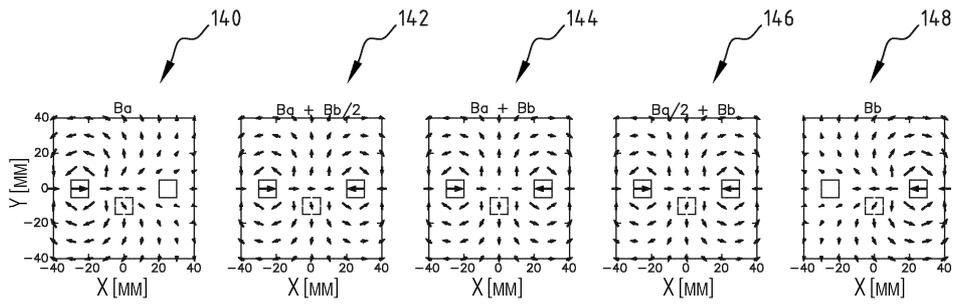
Фиг. 4



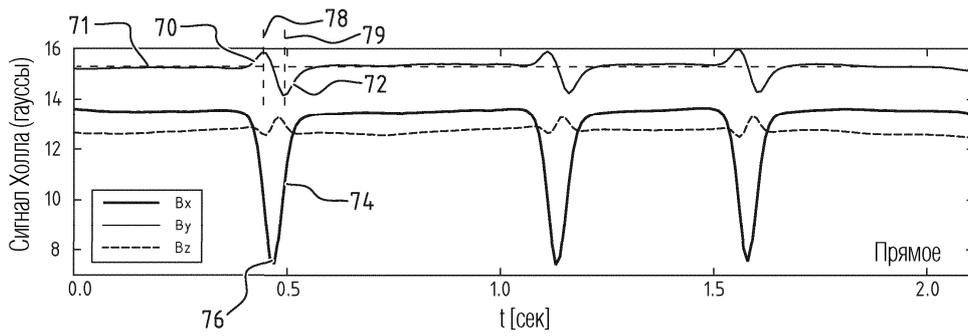
Фиг. 5



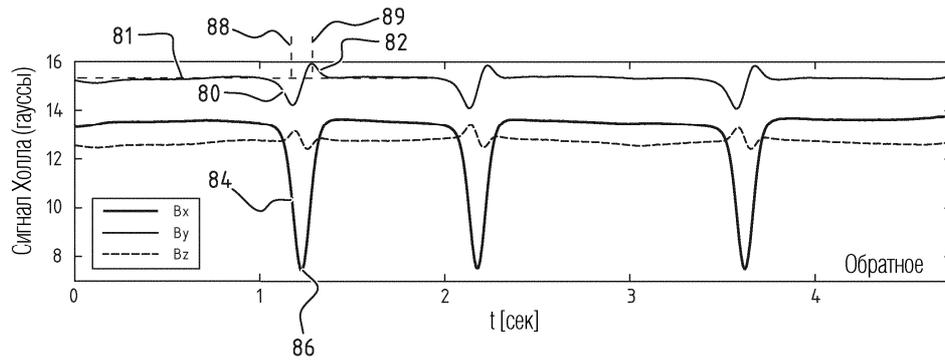
Фиг. 6



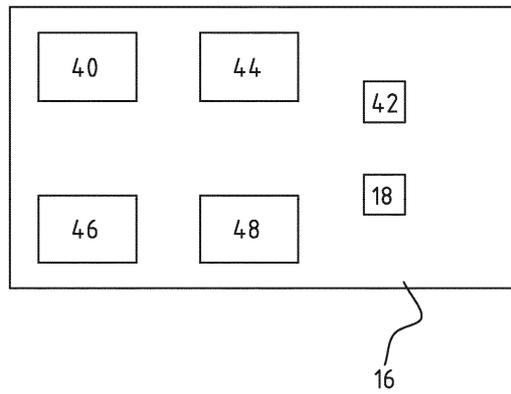
Фиг. 7



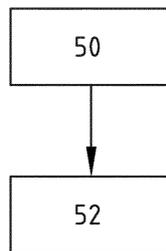
Фиг. 8А



Фиг. 8В



Фиг. 9



Фиг. 10

