

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039798**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.15

(51) Int. Cl. **B61L 21/06** (2006.01)
B61L 1/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
202190098

(22) Дата подачи заявки
2021.01.20

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОБОДНОСТИ ОТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА УЧАСТКОВ ПУТИ

(43) **2022.03.14**

(56) RU-C1-2511760
RU-C1-2567306
RU-C2-2337033
EA-A1-201270663

(96) **2021000002 (RU) 2021.01.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "РОССИЙСКИЕ
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Королев Иван Николаевич,
Мыльников Павел Дмитриевич,
Попов Павел Александрович,
Розенберг Ефим Наумович (RU)**

(74) Представитель:
Наумова М.А. (RU)

(57) Изобретение относится к железнодорожному транспорту и может быть использовано для определения свободы железнодорожных рельсовых участков от подвижного состава и для учета наличия и места нахождения составов на путях. Технический результат изобретения заключается в расширении функциональных возможностей системы для определения свободы от подвижного состава участков пути. Система для определения свободы участков пути от подвижного состава содержит пункты считывания идентификационной и диагностической информации с проходящих по путям поездов, пункты счета осей, каждый из которых включает рельсовые датчики фиксации прохождения колесных пар поезда, соединенные с напольным электронным модулем, порт связи которого подключен к порту связи стационарного приемопередатчика, который подключен к радиоканалам дальней мобильной связи и соединен по локальному радиоканалу цифровой связи через бортовой приемопередатчик с бортовым устройством управления скоростного электропоезда, проходящего через пункт счета осей, каждый напольный электронный модуль содержит модуль памяти, к которому подключен микроконтроллер с тремя встроенными таймерами, первый из которых соединен с портом связи напольного электронного модуля, а второй и третий таймеры подключены к соответствующим соединениям напольного электронного модуля с датчиками фиксации прохождения колесных пар поезда, при этом в состав бортового устройства управления скоростным электропоездом входят по крайней мере два соединенных между собой микропроцессорных модуля центральной обработки информации.

B1**039798****039798****B1**

Изобретение относится к железнодорожному транспорту и может быть использовано для определения свободности железнодорожных рельсовых участков от подвижного состава и для учета наличия и места нахождения составов на путях.

Известна система для определения свободности от подвижного состава участков пути на железнодорожном перегоне, состоящая из двух полукомплектов аппаратуры, установленной на счетных участках станций, ограничивающих перегон, каждый полукомплект аппаратуры содержит установленные на контрольном путевом участке соответствующего счетного участка рельсовые датчики, которые через формирователь сигналов соединены с входом блока приемников, выход которого через блок интерфейса со счетчиками осей соединен с локальной магистралью связи, к которой подключены блок интерфейса с электрической централизацией, блок управления и блок интерфейса с радиоканалом дальней цифровой радиосвязи, к которому подключен радиомодем с антенной, на каждом из промежуточных участков железнодорожного перегона размещен по крайней мере один промежуточный счетный пункт, включающий стационарный приемопередающий блок маломощного цифрового радиоканала ближней связи, который дополнительно содержит приемопередающий GSM-модуль, порт управления стационарным приемопередающим блоком маломощного цифрового радиоканала ближней связи соединен с первым портом микроконтроллера, второй порт которого через интерфейс сопряжения соединен с пассивным датчиком прохода колеса, входы питания стационарного приемопередающего блока и микроконтроллера подключены к автономному источнику питания, который состоит из двух последовательно соединенных аккумуляторных батарей, подключенных к входу второго стабилизатора напряжения, выход которого предназначен для подключения к входу питания приемопередающего GSM-модуля, первая аккумуляторная батарея соединена с входом первого стабилизатора напряжения, выход которого предназначен для подключения к входам питания стационарного приемопередающего блока и микроконтроллера, который управляющим выходом соединен с входом включения/выключения второго стабилизатора напряжения, на каждом локомотиве подвижного состава установлено приемопередающее устройство каналов дальней и ближней цифровой радиосвязи, которое посредством локальной магистрали соединено с центральным бортовым устройством управления движением подвижного состава (RU 2452644, B61L 21/06, 10.06.12).

В известной системе для определения свободности от подвижного состава участков пути осуществляют сравнение посчитанных соответствующими напольными электронными модулями количества осей колесных пар при вступлении поезда на очередной участок пути и количество осей колесных пар при уходе поезда с этого участка пути и при совпадении принимают решение об освобождении участка пути, причем на локомотиве поезда устанавливают систему радиообмена данными, обеспечивающую передачу информации о количестве осей колесных пар состава поезда через локальный радиоканал цифровой связи. Недостатком известной системы является ограниченные функциональные возможности, обусловленные тем, что она может предоставить информацию только о полных составах, которые проследовали через контролируемые пути и отсутствует информация о наличии и месте нахождения отдельных групп вагонов, накопленных на контролируемых системой путях.

В качестве прототипа выбрана система для определения свободности участков пути от подвижного состава, содержащая на станциях, ограничивающих перегоны, пункты считывания идентификационной и диагностической информации с проходящих по перегону поездов, пункты счета осей, каждый из которых включает рельсовые датчики фиксации прохождения колесных пар поезда, соединенные с напольным электронным модулем, порт связи которого подключен к порту связи стационарного приемопередатчика, который подключен к радиоканалам дальней мобильной связи и соединен по локальному радиоканалу цифровой связи через бортовой приемопередатчик с бортовым устройством управления локомотива поезда, проходящего через пункт счета осей, каждый напольный электронный модуль дополнительно содержит модуль памяти, к которому подключен микроконтроллер с тремя встроенными таймерами, первый из которых соединен с портом связи напольного электронного модуля, а второй и третий таймеры подключены к соответствующим соединениям напольного электронного модуля с датчиками фиксации прохождения колесных пар поезда, при этом в состав бортового устройства управления локомотивом входят по крайней мере два соединенных между собой микропроцессорных модуля центральной обработки информации, подключенные выходами к соответствующим входам модуля контроля функционирования микропроцессорных модулей, выход которого соединен с цепью перезапуска бортового устройства управления, при этом к системному CAN интерфейсу подключены и связаны между собой микропроцессорные модули, блок регистрации параметров движения, таймер системного времени бортового устройства, приемник сигналов спутниковой навигации, бортовой приемопередатчик и блок памяти, в котором записаны данные эталонной геометрической модели подвижного состава, содержащие информацию о структуре межосевых расстояний колесных пар (RU 2600175, B61L 21/06, 20.10.2016).

Недостатком известной системы также являются ограниченные функциональные возможности, обусловленные тем, что она может предоставить информацию только о полных составах, которые проследовали через контролируемые пути и отсутствует информация о наличии и месте нахождения отдельных групп вагонов, накопленных на контролируемых системой путях.

Технический результат изобретения заключается в расширении функциональных возможностей системы для определения свободности от подвижного состава участков пути.

Технический результат достигается тем, что в системе для определения свободности участков пути от подвижного состава, содержащей пункты считывания идентификационной и диагностической информации с проходящих по путям поездов, пункты счета осей, каждый из которых включает рельсовые датчики фиксации прохождения колесных пар поезда, соединенные с напольным электронным модулем, порт связи которого подключен к порту связи стационарного приемопередатчика, который подключен к радиоканалам дальней мобильной связи и соединен по локальному радиоканалу цифровой связи через бортовой приемопередатчик с бортовым устройством управления скоростного электропоезда, проходящего через пункт счета осей, каждый напольный электронный модуль содержит модуль памяти, к которому подключен микроконтроллер с тремя встроенными таймерами, первый из которых соединен с портом связи напольного электронного модуля, а второй и третий таймеры подключены к соответствующим соединениям напольного электронного модуля с датчиками фиксации прохождения колесных пар поезда, при этом в состав бортового устройства управления скоростным электропоездом входят по крайней мере два соединенных между собой микропроцессорных модуля центральной обработки информации, подключенные выходами к соответствующим входам модуля контроля функционирования микропроцессорных модулей, выход которого соединен с цепью перезапуска бортового устройства управления, при этом к системному CAN интерфейсу подключены и связаны между собой микропроцессорные модули, блок регистрации параметров движения, таймер системного времени бортового устройства, приемник сигналов спутниковой навигации, бортовой приемопередатчик и блок памяти, в котором записаны данные эталонной геометрической модели подвижного состава, содержащие информацию о структуре межосевых расстояний колесных пар, согласно изобретению каждый пункт счета осей снабжен программно-аппаратным модулем реконфигурации, вход/выход которого соединен со вторым выходом/входом микроконтроллера, а его выходы подключены к входам управления включением/выключением соответственно первого и второго рельсовых датчиков фиксации прохождения колесных пар поезда.

На чертеже представлена схема системы для определения свободности от подвижного состава участков пути.

Система для определения свободности участков пути от подвижного состава содержит пункты 1 считывания идентификационной и диагностической информации с проходящих по путям поездов, пункты 2 счета осей, каждый из которых включает рельсовые датчики 3 фиксации прохождения колесных пар поезда, соединенные с напольным электронным модулем 4, порт связи которого подключен к порту связи стационарного приемопередатчика 5, который подключен к радиоканалам дальней мобильной связи и соединен по локальному радиоканалу цифровой связи через бортовой приемопередатчик 6 с бортовым устройством 7 управления скоростным электропоездом 8, проходящего через пункт 2 счета осей, каждый напольный электронный модуль 4 содержит модуль 9 памяти, к которому подключен микроконтроллер 10 с тремя встроенными таймерами 11, 12 и 13 первый (11) из которых соединен с портом связи напольного электронного модуля 4, а второй (12) и третий (13) таймеры подключены к соответствующим соединениям напольного электронного модуля 4 с датчиками 3 фиксации прохождения колесных пар поезда, при этом в состав бортового устройства 7 управления скоростным электропоездом 8 входят по крайней мере два соединенных между собой микропроцессорных модуля 14 и 15 центральной обработки информации, подключенные выходами к соответствующим входам модуля 16 контроля функционирования микропроцессорных модулей 14 и 15, выход которого соединен с цепью перезапуска бортового устройства управления, при этом к системному CAN интерфейсу 17 подключены и связаны между собой микропроцессорные модули 14 и 15, блок 18 регистрации параметров движения, таймер 19 системного времени бортового устройства, приемник 20 сигналов спутниковой навигации, бортовой приемопередатчик 6 и блок 21 памяти, в котором записаны данные эталонной геометрической модели подвижного состава, содержащие информацию о структуре межосевых расстояний колесных пар, каждый пункт 2 счета осей снабжен программно-аппаратным модулем 22 реконфигурации, вход/выход которого соединен со вторым выходом/входом микроконтроллера 10, а его выходы подключены к входам управления включением/выключением соответственно первого и второго рельсовых датчиков 3 фиксации прохождения колесных пар поезда.

Рельсовые датчики 3 фиксации прохождения колесных пар поезда могут быть механического, оптического, радиочастотного или электромагнитного принципа действия, а для определения границ отдельных вагонов состава с двух сторон пути на уровне автосцепок могут быть установлены дополнительные датчики свободных промежутков между вагонами.

Система для определения свободности участков пути от подвижного состава работает следующим образом.

Расширение функциональных возможностей системы обеспечивается за счет того, что программно-аппаратный модуль 22 реконфигурации по командам со скоростного электропоезда 8 адаптирует к работе в различных условиях эксплуатации программно-аппаратную конфигурацию пункта 2 счета осей. Первая конфигурация используется, если в данный интервал времени участок пути, на котором расположен пункт 2 счета осей, используется для пропуска через него поездов. Вторая конфигурация используется, если в данный интервал времени участок пути, на котором находится пункт 2 счета осей, используется для перестановки и накопления вагонов. Управление конфигурациями производится сигналом по

команде со скоростного электропоезда 8 по маломощной радиосвязи.

Работа в первой конфигурации происходит следующим образом.

Напольные электронные модули 4 осуществляют подсчет количества осей колесных пар при вступлении поезда на очередной участок пути и количества осей колесных пар при уходе поезда с этого участка пути. При дальнейшем сравнении полученных данных определяют свободность (если полученные данные совпадают) или занятость (при несовпадении полученных данных) участка пути, при этом данные о количестве осей колесных пар поезда передают по локальному радиоканалу цифровой связи посредством бортового передатчика 6 скоростного электропоезда 8 движущегося поезда, используя его в качестве носителя указанной информации. Дополнительно с информацией о количестве осей колесных пар в бортовое устройство 7 управления передают данные о временных интервалах между импульсами, формируемыми рельсовыми датчиками 3 фиксации прохождения колесных пар поезда. Эти данные о временных интервалах между импульсами используют в бортовом устройстве 7 управления скоростного электропоезда 8 для построения расчетной геометрической модели состава поезда, а эту расчетную модель используют при определении в бортовом устройстве 7 управления поезда пункта 2 счета осей в полном или в не полном составе. В случае несовпадения подсчитанного количества осей и с априорно известными данными о количестве осей, записанными в блоке 21 памяти, в котором также записаны данные эталонной геометрической модели состава поезда, бортовое устройство 7 управления дополнительно осуществляет сопоставление априорно известных данных из эталонной модели расстояний между колесными парами в составе поезда с соответствующими расстояниями из расчетной геометрической модели состава поезда, причем расстояния между колесными парами в расчетной геометрической модели состава поезда принимают равными расстояниям, которые проходил поезд во временных интервалах, соответствующих интервалам времени между импульсами, формируемыми рельсовыми датчиками 3 фиксации прохождения колесных пар поезда, а величины расстояний определяют по массиву данных, содержащему изменения координаты текущего места нахождения скоростного электропоезда 8, в функции от текущего времени, увязанному с электронной картой маршрута движения поезда и записанному в памяти блока 18 регистрации параметров движения. Таймеры 11, 12 и 13 в микроконтроллере 10, измеряющие временные интервалы между импульсами, формируемыми рельсовыми датчиками 3 фиксации прохождения колесных пар поезда и таймер 19 системного времени бортового устройства 7 управления скоростного электропоезда 8 синхронизируются между собой посредством передачи по локальному радиоканалу цифровой связи синхронизирующих сигналов от бортового устройства 7 управления в пункт 2 счета осей, при приближении скоростного электропоезда 8 к этому пункту 2. Возможна синхронизация таймеров посредством независимой их синхронизации по глобальному времени систем спутниковой навигации ГЛОНАСС, GPS или аналогичных. После сопоставления данных из расчетной и эталонной геометрических моделей в бортовом устройстве 7 управления формируют сигнал, несущий информацию о проследовании поезда очередного пункта 2 счета осей в полном или в неполном составе, и передают его по локальному радиоканалу цифровой связи в пункт 2 счета осей, а по радиоканалам дальней мобильной связи посредством бортового передатчика 6 передают эту информацию в другие системы управления движением поездов (на чертеже не показаны), использующие данные о проследовании поезда мимо этого пункта счета осей. Сообщение для приготовления аппаратуры каждого пункта 2 к началу счета осей очередного поезда передают в пункт 2 счета осей со скоростного электропоезда 8, приближающегося к координате места расположения этого пункта на электронной карте маршрута движения поезда, а сообщение о завершении временного интервала для счета осей передают с этого скоростного электропоезда 8 после расчетного удаления последнего вагона состава поезда от данного пункта 2 счета осей на расстояние, гарантирующее завершение полного проследования состава поезда мимо этого пункта.

При движении поезда по станциям бортовое устройство 7 управления скоростного электропоезда 8 по локальному радиоканалу цифровой связи может устанавливать связь с расположенными на станциях пунктами 1 считывания идентификационной и диагностической информации для оперативного получения от них значений параметров эталонной геометрической модели состава поезда.

В составе напольного электронного модуля 4 каждого из пунктов 2 счета осей содержится микроконтроллер 10, обеспечивающий первичную обработку сигналов от рельсовых датчиков 3 и взаимодействие этого электронного модуля с другими блоками пункта счета осей.

Бортовое устройство 7 управления посредством передатчика 6 устанавливает двухстороннюю радиосвязь с каждым очередным пунктом 2 счета осей, ближайшим по ходу движения поезда по своему маршруту. Данные о координате местоположения пункта 2 счета осей и уникальный адрес известны и записаны в блоке 21 памяти. Данные о текущей координате скоростного электропоезда 8 поступают из приемника 20 сигналов спутниковой навигации и записываются в блоке 18 регистрации параметров движения, который также непрерывно записывает и хранит данные, поступающие от устройств измерения пройденного пути скоростным электропоездом 8 и его скорости (на чертеже не показаны) и увязанные с координатами текущего места нахождения скоростного электропоезда на электронной карте маршрута движения поезда.

В процессе радиообмена по локальному радиоканалу цифровой связи между скоростным электро-

поездом 8 и пунктом 2 счета осей приемопередатчик 6 передают свой адрес для связи с приемопередатчиком 5 и синхронизирует по времени встроенные таймеры 11, 12 и 13 микроконтроллера 10 с таймером 19 системного времени бортового устройства, что позволяет записанные в модуль 9 памяти данные о последовательности импульсов, формируемых при прохождении колесных пар поезда над рельсовыми датчиками 3, преобразовать в бортовом устройстве 7 управления в данные о расстояниях между осями колесных пар поезда. Микроконтроллер 10 с помощью встроенных таймеров 12 и 13 фиксирует время поступления импульсов от соответствующих рельсовых датчиков 3, определяет длительность интервалов между импульсами и записывает эту информацию в модуль 9 памяти. Для измерения длительности каждого последующего интервала между импульсами таймеры 12 и 13 переносят свои очередные данные в модуль 9 памяти и обнуляются, тем самым уменьшается влияние сбоев от помех на результаты измерений, производимых с помощью таймеров 12 и 13, и улучшается возможность последующего восстановления в бортовом устройстве 7 управления достоверной информации о проследовании осей поезда над рельсовыми датчиками 3. Массивы данных измерений, хранящиеся в модуле 9 памяти, включаются в пакет данных для их передачи в бортовое устройство 7 управления.

После того как хвостовой вагон состава поезда удалился от пункта 2 счета осей на расстояние $5 \div 100$ м, из бортового устройства 7 управления передают в напольный электронный модуль 4 сообщение о завершении счета осей и запрашивают все данные, записанные в модуле 9 памяти, которые напольный электронный модуль 4 передает с помощью приемопередатчика 5 по локальному радиоканалу цифровой связи в бортовое устройство 7 управления, осуществляющее на основе этих данных проверку проследования поезда через пункт 2 счета осей в полном составе, и результат передает обратно в электронный модуль 4. Расчетное определение того, что хвостовой вагон состава поезда удалился от пункта 2 счета осей на заданное расстояние, осуществляется в бортовом устройстве 7 управления на основе измерения текущей координаты места нахождения скоростного электропоезда, данных из эталонной геометрической модели о длине состава поезда и непрерывной регистрации текущей скорости движения поезда в блоке 18 регистрации параметров движения и координаты местонахождения скоростного электропоезда 8 по электронной карте маршрута движения поезда.

Пакет данных, который на скоростном электропоезде 8 принимается бортовым приемопередатчиком 6, содержит информацию об адресе приемопередатчика 5, моментах времени начала счета осей, числе импульсов, полученных от каждого из рельсовых датчиков 3 и длительности временных интервалов между этими импульсами. Бортовое устройство 7 управления осуществляет анализ этих данных и используют их для проверки проследования поезда мимо пункта 2 счета осей в полном или в неполном составе. По радиоканалам дальней мобильной связи эта информация из бортового устройства 7 управления может также передаваться другим устройствам, входящим в системы интервального регулирования и в ЭВМ пункта диспетчерского управления движением (на чертеже не показано).

За счет наличия в принятых данных информационной избыточности и использования независимых априорных данных, имеющихся в бортовом устройстве 7 управления, результаты обработки данных в бортовом устройстве 7 управления скоростным электропоездом 8 являются более достоверными по сравнению с результатами подсчета осей только в самих напольных электронных модулях 4, как это используется в известных решениях. Кроме того, обработка данных в бортовом устройстве 7 управления (по сравнению с напольным электронным модулем) производится в условиях меньшего влияния помех, а само бортовое устройство более надежное и производительное по сравнению со средствами обработки, используемыми в напольных электронных модулях.

Использование избыточности данных для повышения надежности и безопасности требует достаточно сложной обработки, которая осуществляется независимо и параллельно во времени в модулях 14 и 15 центральной обработки информации бортового устройства управления на скоростном электропоезде 8. Модули 14 и 15 обмениваются между собой информацией и выдают ее на модуль 16 контроля, который при рассогласовании данных по двум каналам обработки данных осуществляет перезапуск устройства. За счет высокого уровня полноты безопасности (УШИ) такой обработки данных и двухстороннего обмена данными с пунктами 2 счета осей значительно снижаются требования к безопасности обработки информации в самих пунктах 2 счета осей. Таким образом, в системе обеспечивается требуемый уровень полноты безопасности УПБ4 при упрощенной аппаратной и программной реализации напольных электронных модулей 4, в которых нет необходимости иметь средства контроля обработки информации с двумя независимыми микроконтроллерами. Это существенно упрощает и удешевляет путевую аппаратуру и повышает надежность ее работы.

Каждый из модулей 14 и 15 использует массив данных от одного канала формирования исходных данных, полученных из микроконтроллера 10. Модули 14 и 15 сопоставляют данные геометрической модели состава, хранящейся в блоке 21 памяти, с данными расчетной геометрической модели состава. Эта расчетная модель формируется каждым из модулей 14 и 15 на основе исходных данных, полученных из микроконтроллера 10 и данных, полученных из блока 18 регистрации параметров движения.

После получения из бортового устройства 7 управления сигнала проследования поезда и подтверждения в пункте 2, что счет осей прошел нормально, напольный электронный модуль 4 удаляет использованную информацию и передает в бортовое устройство 7 и другим устройствам, входящим в связан-

ные системы интервального регулирования, состояние своей исправности и готовности к счету осей следующего поезда.

В случае обнаружения бортовым устройством 7 управления ошибок в работе пункта 2 счета осей оно передает информацию об этом в пункт 2 и в центр диспетчерского управления, где предпринимаются возможные действия, по предотвращению дальнейших ошибок и парированию их последствий.

Если в процессе счета осей поезд останавливается или очень медленно движется над рельсовыми датчиками 3, то пункт 2 счета осей фиксируя слишком большой интервал между импульсами не будет передавать на скоростной электропоезд 8 информацию о длительности интервалов между импульсами, а передаст только информацию о числе осей в поезде, чтобы не усложнять алгоритмы обработки данных в бортовом устройстве 7 управления для таких очень редких случаев.

Обработка данных, поступающих из пункта 2 счета осей, осуществляется следующим образом.

Модули 14 и 15 на скоростном электропоезде 8 взаимодействуют между собой посредством системного CAN интерфейса 17. Каждый модуль циклически с периодичностью (450-500) мс выдает в системный интерфейс информацию о своем состоянии и результаты своей работы. Вместе с тем каждый модуль выделяет из сообщений других модулей информацию, необходимую ему для обработки данных. Вначале каждый модуль 14 и 15 независимо сравнивает количества осей, посчитанных напольным электронным модулем 4 по импульсам, полученным по каждому из каналов от рельсовых датчиков 3 и переданных в пакете данных из пункта 2 счета осей. Если количество осей совпадает с данными о количестве осей в составе поезда, хранящимися в блоке 21 памяти, то бортовое устройство 7 управления формирует сигнал об исправной работе пункта 2 и проследовании через него поезда в полном составе. Правильность работы модулей 14 и 15 проверяется модулем 16 контроля. Сообщение об успешном завершении счета осей передается бортовым передатчиком 6 в пункт 2 счета осей, а также связанные со счетом осей в другие системы регулирования движения поездов.

Если обнаруживается несоответствие в данных о количестве осей, то бортовым устройством 7 управления выполняется более сложный анализ данных из пакета информации, переданного из пункта 2 счета осей. При этом используется записанные в блоке 21 памяти данные эталонной геометрической модели подвижного состава, содержащие информацию о структуре межосевых расстояний колесных пар, соответствующих типам и порядковому расположению подвижных единиц в составе поезда, а также информацию об общей длине состава. В процессе движения поезда параметры модели могут дополнительно подтверждаться после каждого успешного прохождения поезда пункта 2 счета осей. Модули 14 и 15 используют разной сложности алгоритмы проверки полноты состава поезда, основанные на сопоставлении данных эталонной геометрической модели состава поезда с вычисленными расстояниями между тележками колесных пар вагонов в составе поезда. Модули 14 и 15 осуществляют вычисление этих расстояний на основе данных об интервалах между импульсами от рельсовых датчиков 3, переданных в пакете данных из напольного электронного модуля 4, и приращениях координаты места нахождения за интервалы времени между этими импульсами. Эти приращения координаты X в функции от глобального текущего времени t спутниковых систем навигации ГЛОНАСС, GPS непрерывно вычисляются в бортовом устройстве 7 управления и запоминаются в блоке 18 регистрации параметров движения. По глобальному текущему времени t приемника 20 сигналов спутниковой навигации в бортовом устройстве 7 синхронизируется таймер 19 системного времени.

Когда рельсовые датчики 3 находятся между тележками колесных пар подвижной единицы, то формируется более длинный интервал времени между импульсами прохода колесных пар, следовательно, по количеству этих длинных интервалов уже можно определить количество отдельных подвижных единиц в составе поезда. Это может быть использовано при недостаточной информации о геометрических параметрах состава поезда. Но более защищенной от ошибок система будет при использовании информации о пройденных поездом расстояний в интервалах времени между импульсами и сопоставлении этих расстояний равных расстоянию между колесными парами с их заранее известными величинами из геометрической модели состава поезда.

Микропроцессорные модули 14 и 15 преобразуют данные из блока 18 регистрации параметров движения в массив данных расстояний, пройденных поездом в интервалах времени, значения которых переданы в пакете данных от пункта 2 счета осей, и формирует расчетную геометрическую модель состава поезда. В случае, если возникнет неточность синхронизации по времени таймера 19 бортового устройства 7 управления и таймеров 11, 12 и 13 электронного модуля 4, обусловленная задержкой между моментом времени передачи и приема пакета данных из устройства 7 в пункт 2 счета осей, то она мала (связь между ними осуществляется по маломощному цифровому радиоканалу связи диапазона ISM за время меньше 1 с) и погрешность от нее не значительна, так как скорость поезда за 1 с меняется незначительно. Если связь осуществляется через модули GSM, то синхронизация таймеров производится по глобальному времени спутниковой системы навигации и погрешность синхронизации практически отсутствует.

В процессе работы каждый из модулей 14 и 15, независимо друг от друга, определяет расстояния между соответствующими осями состава поезда в расчетной геометрической модели, которые они обрабатывают и сравнивают полученные данные с данными о расстоянии между соответствующими осями

состава поезда. Сравнение может производиться по всем геометрическим размерам или по наиболее характерным геометрическим размерам. В простейшем случае каждый из модулей проверяет с заданной точностью совпадение геометрического местоположения и длин больших промежутков между колесными парами поезда, которые соответствуют расстояниям между тележками колесных пар каждой отдельной подвижной единицы в составе поезда. Эти расстояния обычно намного больше остальных расстояний между колесными парами и между тележками колесных пар соседних подвижных единиц в составе поезда. Количество и местоположение относительно местоположения колесных пар скоростного электропоезда 8 этих больших промежутков соответствует количеству подвижных единиц в составе поезда, а измеренная величина этих больших расстояний характеризует типы этих подвижных единиц. Если вычисленная длина этих больших промежутков и их геометрическое место в вычисленной расчетной геометрической модели поезда совпадает с заданной точностью с их длиной и их геометрическим местом в эталонной геометрической модели поезда, то это свидетельствует о том, что поезд проследовал очередного пункта 2 в полном составе.

Такая система определения проследования поезда в полном составе является более защищенной от сбоев по сравнению с простым устройством счета осей и может быть использована для исправления ошибок, допущенных при обычном счете количества осей колесных пар. Если в процессе прохождения колесных тележек поезда над рельсовыми датчиками 3 пропадают некоторые импульсы и/или формируются ложные импульсы, то большие расстояния между тележками колесных пар все равно будут вычислены с точностью, которая позволяет их правильно идентифицировать и, следовательно, обеспечить достоверное определение полноты состава поезда при наличии сбоев.

Рассмотренный алгоритм достаточно прост и позволяет обнаруживать и исправлять широкий класс ошибок. При сравнении всех расчетных расстояний между колесными парами с соответствующими расстояниями на эталонной геометрической модели состава поезда используются еще более сложные, но еще более надежные алгоритмы обнаружения и исправления ошибок при определении полноты состава поезда. Эти алгоритмы могут быть использованы для дополнительной проверки, когда первый алгоритм обнаружил одно или несколько несоответствий расстояний для внутренних подвижных единиц в составе поезда. Также такие алгоритмы могут быть использованы, когда в состав поезда входят очень короткие подвижные единицы (например, дрезины и т.п.), не имеющие однозначно определяемых больших расстояний между их тележками колесных пар. Информация о полноте состава поезда, удовлетворяющая требованиям по вероятности опасного отказа УПБ4, в бортовом устройстве 7 управления окончательно формируется при совпадении результатов обоих модулей 14 и 15 с проверкой соответствия их работы модулем 16 контроля. Только после этого бортовое устройство 7 управления передает в пункт 2 счета осей и в другие устройства управления движением поездов информацию о проследовании поездом очередного пункта 2 в полном или в не полном составе.

Работа во второй конфигурации аналогична рассмотренной выше работе при первой конфигурации и отличается в основном использованием первого и второго рельсовых датчиков 3.

Информационное сообщение о переходе ко второй реконфигурации выделяется из принимаемой на пункте 2 счета осей команды со скоростного электропоезда 8 и после декодирования микроконтроллером 10 поступает в модуль 22 реконфигурации, который управляет настройкой программы работы микроконтроллера 10. На скоростном электропоезде 8 алгоритм обработки данных от пункта 2 счета осей использует данные приемника 20 сигналов спутниковой навигации и позволяет определить номер пути нахождения состава. Информация после ее интеллектуальной обработки на скоростном электропоезде 8 передается со скоростного электропоезда 8 по дальней радиосвязи в дорожный информационно-вычислительный центр (ИВЦ) и находящиеся там информационные системы для учета наличия и места нахождения составов на путях при формировании поездов.

При обеих конфигурациях решение микроконтроллера 10 об окончании счета осей принимается, например, через 10 с после последнего срабатывания в непрерывной серии срабатываний датчиков 3 во время движения над ними колесных пар состава. После передачи данных на скоростной электропоезд 8 и завершении самопроверок системы во взаимодействии счетного пункта 2 со скоростным электропоездом 8 и информационной системой со скоростного электропоезда 8 в пункте 2 передается сигнал обнуления старых данных счета осей.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Система для определения свободности участков пути от подвижного состава, содержащая пункты считывания идентификационной и диагностической информации с проходящих по путям поездов, пункты счета осей, каждый из которых включает рельсовые датчики фиксации прохождения колесных пар поезда, соединенные с напольным электронным модулем, порт связи которого подключен к порту связи стационарного приемопередатчика, который подключен к радиоканалам дальней мобильной связи и соединен по локальному радиоканалу цифровой связи через бортовой приемопередатчик с бортовым устройством управления скоростного электропоезда, проходящего через пункт счета осей, каждый напольный электронный модуль содержит модуль памяти, к которому подключен микроконтроллер с тремя

