

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034117**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.27

(51) Int. Cl. **B61L 27/04** (2006.01)
B61L 23/18 (2006.01)

(21) Номер заявки
201700599

(22) Дата подачи заявки
2017.12.27

**(54) СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ**

(43) 2019.06.28

(56) RU-U1-138441

(96) 2017000163 (RU) 2017.12.27

RU-U1-79083

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

RU-U1-93766

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "РОССИЙСКИЕ
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ" (RU)**

RU-C1-2403162

US-A-5533695

(72) Изобретатель:
**Дробышев Николай Матвеевич,
Попов Павел Александрович (RU)**

(57) Изобретение относится к системам централизованного управления движением поездов на железной дороге. Содержит стационарное оборудование, включающее РБЦ, сеть цифровой радиосвязи, подсистему ДЦ с МПЦ и АБ с ТРЦ цепями и АЛС-ЕН, подсистему СТДМ и бортовое оборудование поездов (БО). БО содержит бортовое устройство управления и безопасности (БУ), подключенное к модулям ГЛОНАСС/GPS, приема сигналов АЛС, регистрации сигналов ТРЦ и датчикам пути и скорости, взаимодействует с модулем радиосвязи и блока единого времени. Каждый РБЦ взаимодействует с РБЦ соседних зон управления, АРМ ДНЦ и АРМ оператора СТДМ, с оборудованием МПЦ и АБ, установленными в зоне его управления, а через цифровую сеть радиосвязи - с модулем радиосвязи БО поезда. АРМ ДНЦ подключен к АПК внешних систем управления. Оперативная память БУ БО и РБЦ включает цифровую электронную карту.

034117

B1

034117

B1

Изобретение относится к железнодорожному транспорту и может быть использовано в системах централизованного управления движением поездов на железнодорожном транспорте.

Известна система ITARUS-ATC для управления движением поездов на железнодорожном транспорте, содержащая стационарное и бортовое оборудование (А.С. Ададуров, А. Попов, ст. Общие принципы работы системы ITARUS-ATC, ж. Автоматика, связь, информатика, № 7, 2010 г.). В состав стационарного оборудования известной системы входит радиоблокцентр, система резервированного электропитания, система связи, шлюзовое оборудование для увязки с системами электрической централизации и автоблокировки станций. При этом радиоблокцентр подключен к основному и резервному центрам коммутации по каналам E1 ISDN PRI. Для получения информации о состоянии рельсовых цепей, стрелок маршрутов и показании светофоров радиоблок центр взаимодействует с системами ЭЦ-ЕМ.

От бортового оборудования поездов по цифровому радиоканалу радиоблокцентр получает информацию о номере поезда; его местоположении, скорости и длине.

Полученная информация используется в радиоблокцентре для управления движением поездов посредством формирования индивидуально для каждого поезда разрешения на движение.

Бортовое оборудование системы ITARUS-ATC построено на основе устройства безопасности КЛУБ-У или БЛОК с модифицированным программным обеспечением и блоком индикации БИЛ-М, двухканальной радиостанции GSM-R, специализированного шлюза, реализующего протокол Euroradio и обеспечивающего взаимодействие с радиоблокцентром посредством протокола ERTMS/ETCS. Автоматизированное рабочее место дежурного по станции отображает путевое развитие подконтрольного участка, состояние объектов инфраструктуры, а также положение поездов, выданное им разрешение на движение. Дежурный по станции может установить временные ограничения скорости на любом подконтрольном участке.

Известна система управления поездов ITCS (incremental train control system), содержащая стационарное оборудование и бортовое оборудование поезда. Бортовое оборудование поезда содержит электронную карту с базой путевых данных, уклонов, мест расположения стрелок и участков постоянных ограничений скорости. Бортовое оборудование также осуществляет определение местонахождения поезда и передачу этой информации стационарному оборудованию. Стационарное оборудование производит расчет длины участка, разрешенного для движения, и передачу этой информации бортовому оборудованию поезда. Бортовое оборудование поезда обеспечивает движение со скоростью, не превышающей установленного предельного значения для данного участка, и остановку поезда его тормозной системой до достижения им предельной разрешенной точки участка.

Для определения местонахождения поездов используются рельсовые цепи или счетчики осей, а для управления движением поездов - путевые или локомотивные сигналы. В системе ITCS рельсовые цепи заменены виртуальными блок-участками, путевые светофоры - "виртуальными сигналами", а влияние уклона пути и наихудших возможных характеристик тормозной системы поезда учитывается бортовым оборудованием, реализующим функцию принудительного исполнения требований.

Функция определения местоположения поезда в системе ITCS основана на использовании спутниковой навигации системы GPS. Бортовое оборудование имеет в своем составе два независимых спутниковых навигационных приемников. Стационарное оборудование осуществляет передачу в бортовое оборудование информации о положении стрелок. Это позволяет бортовому оборудованию правильно определять свое местоположение после прохождения стрелки.

Участок, оборудованный системой управления поездом ITCS, делится на виртуальные блок-участки таким же образом, как участок с обычной системой сигнализации, использующей рельсовые цепи. Каждый виртуальный блок-участок имеет уникальный идентификатор. Бортовой компьютер устанавливает состояние занятости виртуального блок-участка, если любая часть отрезка, занимаемого поездом, находится между двумя границами блок-участка. Бортовой компьютер переводит занятый виртуальный блок-участок в состояние свободы после того, как поезд покинет блок-участок и будет подтверждена целостность состава поезда.

Контроль целостности поезда решается посредством хвостового датчика ЕОТ.

Наиболее близким аналогом является комплексная система интервального регулирования движения поездов, включающая микропроцессорную систему централизации стрелок и сигналов, связанную с системой объектных контроллеров и со стационарными техническими средствами цифрового радиоканала для передачи данных к бортовой ЭВМ локомотивов, снабжена расположенными вдоль перегонов реперными датчиками, выполненными в виде балис, стационарно расположенными радиоблокцентром и системой диспетчерской централизации с отображением местоположения поездов в реальном времени, при этом микропроцессорная система централизации стрелок и сигналов, радиоблокцентр и система диспетчерской централизации связаны между собой по принципу обратной связи, а бортовая ЭВМ локомотива выполнена в виде бортовой системы безопасности, включающей систему точечной передачи данных на основе балис и систему контроля целостности поезда, и связана с радиоблокцентром (RU 138441 U1, B61L 23/18, 19.07.2013).

При этом радиоблокцентр снабжен терминалом контроля технического состояния устройств, бортовая система безопасности снабжена комплексным локомотивным устройством безопасности, вклю-

чающим автоматическую локомотивную сигнализацию непрерывного действия и электронный локомотивный скоростемер, а система диспетчерской централизации снабжена автоматизированным рабочим местом электромеханика сигнализации, централизации, блокировки.

Однако для расчета динамических кривых торможения и, соответственно, допустимой скорости движения относительно точек остановки и места ограничения скорости необходимо знание точной координаты текущего местоположения поезда. Использование только системы бализ для определения точного текущего местоположения поезда недостаточно. Кроме того, при использовании известной системы в условиях больших перегонов увеличивается стоимость системы.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в повышении надежности и безопасности управления движением поездов при увеличении пропускной способности, а также сокращении количества напольной инфраструктуры, что позволяет уменьшить стоимость системы.

Технический результат достигается тем, что система управления движением поездов на железнодорожном транспорте содержит стационарное оборудование и бортовое оборудование, установленное на локомотивах поездов, вовлеченных в систему управления, стационарное оборудование включает радиоблокцентры, сеть цифровой радиосвязи, устройства электрической микропроцессорной централизации и автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и многозначной частотной автоматической локомотивной сигнализацией АЛС-ЕН без проходных светофоров на перегоне и светофорами на станции для поездных и маневровых передвижений, устройства телеуправления и телесигнализации диспетчерской централизации, объединенные магистральной линией связи и связанные с устройствами электрической микропроцессорной централизации, систему технической диагностики и мониторинга и реперные датчики, в качестве которых используют генераторы тональных рельсовых цепей, бортовое оборудование каждого поезда включает бортовое устройство управления и безопасности, входы которого через соответствующие интерфейсы подключены к выходам модуля приема навигационных сигналов, модуля приема сигналов рельсовой цепи и датчиков пути и скорости, выходы - к входам блока индикации и системы торможения поезда, а входы/выходы - к выходам/входам модуля радиосвязи и блока синхронизации, вход которого подключен ко второму выходу модуля приема навигационных сигналов, при этом радиоблокцентры соседних зон управления через соответствующие интерфейсы связаны между собой, а также с устройствами микропроцессорной централизации и автоблокировки, установленными в зоне его управления, и аппаратно-программным устройством автоматизированного рабочего места поездного диспетчера, другие входы/выходы которого через блоки сопряжения подключены к соответствующим выходам/входам устройств телеуправления и телесигнализации диспетчерской централизации, причем устройства автоблокировки связаны с устройствами микропроцессорной централизации, другие входы/выходы аппаратно-программного устройства автоматизированного рабочего места поездного диспетчера через защитный узел межсетевого взаимодействия подключены к железнодорожной сети передачи данных для информационного взаимодействия с аппаратно-программными устройствами внешних систем управления перевозочным процессом, входы/выходы аппаратно-программного устройства оператора системы технической диагностики и мониторинга подключены к входам/выходам модулей технической диагностики и мониторинга устройств микропроцессорной централизации и автоблокировки, а также - к соответствующим выходам/входам радиоблокцентров, каждый из которых связан по сети цифровой радиосвязи с модулем радиосвязи бортового оборудования поезда в зоне своего управления, радиоблокцентры и бортовые устройства управления и безопасности выполнены в виде аппаратно-программных вычислительных комплексов, память которых включает идентичную цифровую электронную карту с базой путевых данных, уклонов, участков постоянных ограничений скорости, а также с расположением генераторов тональной частоты, с указанием для каждого из которых его идентификационный номер, значения его несущей и моделирующих частот, линейной и географической координат, а программное обеспечение каждого устройства управления и безопасности дополнительно включает функцию определения идентификационного номера генератора тональной частоты и его местонахождения на основе цифровой электронной карты.

Аппаратно-программное устройство автоматизированного рабочего места поездного диспетчера другими входами/выходами через защитный узел межсетевого взаимодействия подключен к аппаратно-программным устройствам автоматизированной системы ведения и анализа графика исполненного движения и автоматизированной системы оперативного управления перевозками.

В качестве цифровой сети радиосвязи используют сеть по стандарту GSM-R или LTE.

Модуль радиосвязи бортового оборудования выполнен двухканальным.

В бортовое оборудование включен модуль контроля технического состояния поезда, выходом подключенный к бортовому модулю радиосвязи.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлена структурная схема варианта выполнения стационарного оборудования;

на фиг. 2 - структурная схема варианта выполнения бортового оборудования.

Система управления движением поездов на железнодорожном транспорте содержит стационарное оборудование и бортовое оборудование, установленное на локомотивах поездов, вовлеченных в систему управления.

Стационарное оборудование включает радиоблокцентры 1, сеть цифровой радиосвязи, выполненную в виде GSM-R сети и включающую центральный коммутатор 2 соединенный с базовыми станциями 3, установленными вдоль железнодорожного пути, устройства 4 и 5 электрической микропроцессорной централизации и автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и многозначной частотной АЛС-ЕН без проходных светофоров на перегоне и светофорами на станции для поездных и маневровых передвижений, устройства телеуправления и телесигнализации диспетчерской централизации (на чертеже не показаны), объединенные магистральной линией связи, центр 6 технической диагностики и мониторинга.

При этом для информационного взаимодействия радиоблокцентры 1 соседних зон управления через соответствующие интерфейсы связаны между собой, а также с устройствами 4 и 5 микропроцессорной централизации и автоблокировки, установленными в зоне его управления, аппаратно-программными устройствами автоматизированных рабочих мест 7 и 8 соответственно поездного диспетчера и оператора системы технической диагностики и мониторинга (АРМ 7 ДНЦ, АРМ 8 оператора) и центральным коммутатору 2 сети цифровой радиосвязи.

АРМ 7 ДНЦ установлено в диспетчерской центре 9 (ДЦ9), АРМ 8 оператора системы технической диагностики и мониторинга - в центре 10 технической диагностики и мониторинга (ЦДиМ 10).

Другие входы/выходы АРМ 7 ДНЦ подключены через защитный узел 11 межсетевое взаимодействие к железнодорожной сети передачи данных 12 (СПД 12) для информационного взаимодействия с аппаратно-программными устройствами комплексной автоматизированной системы 13 графика исполненного движения внешних систем управления (КАС 13ГИД) и автоматизированной системы 14 оперативного управления перевозками (АСОУП 14).

Модули 15 системы технической диагностики и мониторинга (СТДМ15) аппаратуры 4 и 5 МПЦ и АБ и напольным оборудованием 16 железнодорожной автоматики и телемеханики входами/выходами подключены к общей шине для информационного взаимодействия с аппаратно-программным устройством АРМ 8 оператора системы технической диагностики и мониторинга. При этом другие входы/выходы аппаратно-программного устройства АРМ 7 ДНЦ через соответствующий блоки сопряжения (на чертеже не показан) подключены к соответствующим выходам/входам устройств телеуправления и телесигнализации напольного оборудования 16 железнодорожной автоматики и телемеханики.

Причем соответствующими входами/выходами аппаратура 5 автоблокировки на перегоне подключена к другим выходам/входам аппаратуры 5 микропроцессорной централизации на станциях, ограничивающих перегон. Другие входы/выходы устройств 4 и 5 микропроцессорной централизации и автоблокировки подключены к соответствующим входам/выходам соответствующего радиоблокцентра 1.

Бортовое оборудование каждого поезда включает бортовое устройство 17 управления и безопасности, входы которого через соответствующие интерфейсы подключены к выходам модуля 18 приема навигационных сигналов, модуля 19 приема сигналов рельсовой цепи и датчиков 20 и 21 пути и скорости, выходы - к входам блока 22 индикации и системы 23 торможения поезда, а входы/выходы - к выходам/входам модуля 24 радиосвязи и блока 25 синхронизации, вход которого подключен ко второму выходу модуля 18 приема навигационных сигналов.

Для информационного взаимодействия через сеть цифровой радиосвязи каждый радиоблокцентр 1 подключен к модулю 24 радиосвязи бортового оборудования поезда, находящегося в зоне его управления.

Бортовые устройства 17 управления и безопасности и радиоблокцентры 1 выполнены в виде аппаратно-программных вычислительных комплексов, память которых включает идентичную цифровую электронную карту с базой путевых данных, уклонов, участков постоянных ограничений скорости, а также данных расположения генераторов тональной частоты с указанием для каждого из них его идентификационного номера, несущей и моделирующей частот, линейной и географической координат.

Программное обеспечение каждого бортового устройства 17 управления и безопасности позволяет по данным о значении несущей и моделирующей частот генератора тональной частоты на основе цифровой электронной карты определить его идентификационный номер и местонахождение.

Устройство 17 управления и безопасности бортового оборудования высокоскоростного поезда соответствующим входом/выходом подключен к системе управления поездом (на чертеже не показана).

Модуль 24 радиосвязи бортового оборудования выполнен двухканальным.

Предлагаемая система управления движением поездов на железнодорожном транспорте использует три уровня управления: верхний, средний и нижний.

Верхним уровнем управления является диспетчерское управление. В состав оборудования верхнего уровня управления входит диспетчерская централизация (ДЦ), система технической диагностики и мониторинга железнодорожной автоматики и телемеханики (СТДМ), средства увязки с устройствами электрооборудования и оборудованием других уровней управления, а также с внешними системами управления - КАС 13ГИД и АСОУП 14.

Средний уровень управления - станционный. В состав оборудования среднего уровня входят устройства 5 автоблокировки (АБ 5), радиоблокцентры 1, устройства 4 электрической микропроцессорной централизации (МПЦ 4) и средства увязки с верхним и нижним уровнями управления (на чертеже не показаны).

Нижний уровень сеть цифровой радиосвязи, модуль 24 радиосвязи бортового оборудования каждо-

го поезда и напольное оборудование 16: стрелки, светофоры, оборудование тональных рельсовых цепей и АЛС-ЕН.

Информация от станций передается в центр диспетчерской централизации (ДЦ 9) непосредственно на аппаратно-программное устройство АРМ 7 ДНЦ и содержит необходимые для принятия управляющих решений данные о местоположении подвижных транспортных средств, состоянии объектов подсистем электрической централизации, автоблокировки и других устройств.

Для связи с бортовыми устройствами подвижных транспортных средств используют резервированные цифровые радиоканалы, а также рельсовые цепи.

Безопасная структура всех микропроцессорных систем безопасности ЖАТ реализована по архитектуре 2²2²2².

Система использует средства автоматизации и информационные технологии управления и содержания инфраструктуры системы ЖАТ по следующим задачам:

- мониторинг технического состояния средств;
- контроль регламентных процессов содержания устройств;
- ведение базы данных о неисправностях и ремонте технических средств;
- материально-техническое обеспечение инфраструктуры;

ведение электронного паспорта на технические средства. Аппаратно-программное устройство АРМ 7 ДНЦ через защитное устройство 11 межсетевое взаимодействия (ЗУМВ) по каналам сети 12 передачи данных взаимодействует с аппаратно-программными устройствами автоматизированных систем управления перевозочным процессом КАС ГИД 13 и АСОУП 14 для выдачи по ее запросам необходимой информации для обеспечения ведения статистического учета и анализа работы магистрали; выявления возможных отклонений от графика и расчета эксплуатационных и экономических показателей, подготовки и контроля выполнения плана формирования поездов; планирования и учета работ по обслуживанию и текущему ремонту технических устройств на линии, а также для передачи информации о прогнозном графике.

Основным режимом управления движением поездов является диспетчерское управление.

На диспетчерское управление включены все промежуточные станции и диспетчерские посты.

На крупных станциях обеспечивают комбинированное управление. Диспетчерское управление осуществляют по главным и примыкающим к ним боковым путям безостановочного пропуска, а работа в других районах станции осуществляет дежурный по станции. При этом исключаться возможность несанкционированного выхода подвижного состава из других районов станции на маршруты высокоскоростных поездов посредством изоляции от основных приемоотправочных путей охранными стрелками.

Устройства 4 микропроцессорной централизации и автоблокировки 5 обеспечивают

- восприятие и реализацию команд поездного диспетчера по установке маршрутов движения;
- восприятие и реализацию команд по индивидуальному телеуправлению объектами станции;

восприятие и реализацию ответственных команд ДНЦ телеуправления по отказавшим устройствам МПЦ станции;

непрерывный съем и передачу телеконтроля состояния объектов железнодорожной автоматики и телемеханики;

формирование и передачу в АРМ 7 ДНЦ отдельных сигналов самодиагностики и диагностики состояния станционных и напольных устройств для формирования предупреждений диспетчерскому персоналу (пропадание фидера, потеря контроля (взрез) стрелки, переход на аккумуляторный резерв, общий сигнал о перегорании предохранителей, неисправность светофора, ложная занятость, ложная свобода);

трансляцию в АРМ 7 ДНЦ по каналу телесигнализации координат, номеров и скорости подвижных единиц по данным РБЦ 1 и идентификации.

На станциях диспетчерского управления на среднем уровне управления предусматривается два режима: станционного управления (СУ) - по команде от поездного диспетчера и резервного управления (РУ) - аварийного перевода станции на местное управление. На крупных станциях (вводы в конечные станции) осуществляется комбинированное управление (КУ), когда по путям движения поездов предусматривается диспетчерское управление, а в других районах станции управление осуществляется дежурным по станции.

РБЦ1 осуществляет

- запуск инициализации и самодиагностики системы безопасности;
- двусторонний обмен информацией с бортовым оборудованием; регистрация бортового оборудования при нахождении поезда в зоне действия системы;

передачу бортовому оборудованию разрешения на движение на основании информации о маршруте, полученной от МПЦ, информации о состоянии бортового оборудования и информации о местоположении предыдущего поезда;

отправку на поезд команды о переключении режимов, совместно с разрешением на движение и передаче данной команды на поезд, согласно данных о местоположении, полученных от бортового оборудования;

взаимный обмен информацией с соседним радиоблокцентром 1, формирование и передача разрешения на движение, а также передача бортовому оборудованию разрешения на движение через границы действий смежных радиоблокцентров 1;

передачу бортовому оборудованию информации о временном ограничении скорости;

передачу информации о местоположении нейтральной вставки, согласно данных о местоположении поезда;

определение местоположения поезда в зоне маневра и выдача разрешения на маневр поезда;

передачу бортовому оборудованию информации об аварийной остановке поезда по приказу диспетчера;

поддерживание синхронизации времени с оборудованием ДЦ;

обработку информации о чрезвычайных ситуациях.

Каждый РБЦ 1 обеспечивает безопасное интервальное регулирование движения поездов на перегонах без напольных светофоров путем взаимодействия по радиоканалу с модулем 24 радиосвязи бортового оборудования поезда, находящегося в зоне его управления.

При этом РБЦ 1 осуществляет передачу по радиоканалу на модуль 24 радиосвязи бортового оборудования поезда, находящегося в зоне его управления, данных системного номера и идентификационного номера поезда; адресных команд РБЦ 1 и команд в особых случаях управления движением; запросов данных результатов контрольных расчётов, ограничений скорости, изменений данных электронной карты путевого развития участка.

Модуль 24 радиосвязи бортового оборудования поезда, находящегося в зоне управления РБЦ 1 передает по радиоканалу

координаты местоположения поезда,

идентифицированные данные поезда по запросам РБЦ1 в контрольных точках;

данные поезда с отметками времени;

РБЦ 1 осуществляет контрольные расчёты для определения фактических интервалов между поездами и допустимых скоростей движения поезда по необходимому тормозному пути служебного торможения; для определения свободного состояния пути в контрольных точках (или непрерывно) по целостности проследовавшего состава (контроль длины состава).

АБ 5 выполнена на основе тональных рельсовых цепей без проходных светофоров на перегонах и дополнена многозначной локомотивной сигнализацией АЛС-ЕН.

АБ 5 обеспечивает двухстороннее движение поездов по каждому из перегонных путей без сокращения функциональных возможностей. Аппаратуру АБ 5 размещают централизованно на постах МПЦ 5 станций и в перегонных пунктах концентрации аппаратуры.

На станциях осуществляют светофорную сигнализацию для поездных и маневровых передвижений. В системе управления предусмотрен режим пропуска высокоскоростных и скоростных поездов по главным путям станции с исключением по ним светофорной сигнализации. Управление движения на станциях осуществляется посредством РБЦ 1 и АЛС-ЕН. В этом случае сигнализацию на светофорах по маршрутам выключают и включают специальный маршрутный указатель. По главным путям раздельных пунктов применяют рельсовые цепи без изолирующих стыков.

Предлагаемая система включает МПЦ 4 с распределенной архитектурой, когда управляющий вычислительный комплекс (УВК) размещен на опорной станции, а объектные контроллеры (ОК) располагают на соседних станциях (путевых постах)(на чертеже не показаны).

ОК подключаются к УВК через петли связи и концентраторы (К).

ОК получает приказ от УВК, преобразует его в электрические сигналы для управления напольным оборудованием (стрелками, светофорами и др. устройствами ЖАТ). ОК сигналы, принятые от напольного оборудования, также преобразует в сигналы контроля его состояния и через К передает в УВК.

Используются ОК разного назначения. Например, сигнальный ОК управляет сигнальными показаниями светофорных ламп и контролирует их состояние. Стрелочный ОК определяет состояние стрелки и управляет её электродвигателем и т.д.

МПЦ 4 осуществляют программное, маршрутное и/или индивидуальное управление напольными объектами на станции и контроль за их состоянием. Кроме того, МПЦ 4 взаимодействует с устройствами 5 автоблокировки на перегонах в зоне контроля и с РБЦ 1.

Устройства МПЦ 4 и АБ 5 выполнены с функцией логического контроля работы и снабжены модулями 15 диагностики и мониторинга их технического состояния.

РБЦ 1 содержит

вычислительный комплекс, построенный на базе двух безопасных вычислительных комплектов, по архитектуре 2 А 2 V 2 А 2;

безопасный контроллер комплектов с двухканальной структурой, имеющий контрольную схему с несимметричной характеристикой отказов;

двухканальный модуль связи с центральным коммутатором 2 сети радиосвязи и интерфейсами ISDN E1 PRI или Ethernet;

двухканальный модуль взаимодействия с МПЦ 4 и АБ 5, радиоблокцентрами 1 соседних зон управ-

ления по интерфейсу Ethernet;

АРМ дежурного электромеханика (на чертеже не показан) с возможностью диагностики параметров работы радиоблокцентра 1 и внешних соединений и визуального отображения их состояния;

интерфейсы для подключения АРМ 7 ДНЦ.

РБЦ 1 взаимодействуют с устройствами 4 и 5 МПЦ и автоблокировки в своей зоне управления для приема данных о состоянии светофоров на и стрелок и рельсовых цепей.

Кроме того, РБЦ 1 получает информацию о заданных маршрутах от МПЦ 4.

На основании полученной информации РБЦ 1 формирует разрешения на движение для поездов в зоне своего управления.

Средства увязки между РБЦ1 и МПЦ 4 осуществляются на основе дублированного цифрового канала. Обмен информации между РБЦ 1 и МПЦ 4 осуществляется асинхронно в полудуплексном режиме.

Отсутствие сообщений от МПЦ 4 в течение заданного времени приводит к переводу всех объектов СЦБ в безопасное состояние, а именно, рельсовые цепи переходят в занятое состояние, светофоры - в запрещающее состояние, маршруты - в состояние "Не задан".

При передаче информации о состоянии объектов от МПЦ 4 в РБЦ1 обеспечивают однозначное соответствие восприятия объектов в МПЦ 4 и РБЦ 1 за счет того, что каждый объект СЦБ имеет свой уникальный идентификатор, состоящий из трех частей: код станции, код типа объекта, код (номер) объекта.

МПЦ 4 формирует соответствующее кодовое сообщение для передачи в РБЦ 1 информации о состоянии каждой стрелки, каждого светофора и состоянии маршрута, а АБ 5 формирует сообщение о состоянии каждой рельсовой цепи.

Взаимодействие РБЦ 1 с МПЦ 4 и АБ 5 осуществляется по протоколу TCP/IP.

Увязка РБЦ 1 с АРМ 7 ДНЦ выполняется по интерфейсу Ethernet. Поездной диспетчер с аппаратно-программного устройства АРМ 7 ДНЦ передает в РБЦ 1 соответствующие управляющие команды, а РБЦ 1 - информацию о поездном положении и состоянии поездов в зоне своего управления.

Средства увязки РБЦ 1 с АРМ 7 ДНЦ обеспечивают

возможность отправки поездным диспетчером команды на остановку поезда в зоне управления РБЦ 1;

возможность отправки поездным диспетчером команды на все поезда в зоне управления РБЦ 1;

контроль на мониторе АРМ 7 ДНЦ местоположения поездов с параметрами движения: скорость, режим движения;

контроль на мониторе АРМ 7 ДНЦ выданного разрешения на движение;

контроль на мониторе АРМ 7 ДНЦ установленных временных ограничений скорости.

Увязка РБЦ 1 соседних зон управления позволяет передавать информацию о поездах, следующих из зоны управления РБЦ 1 в зону управления соседнего с ним РБЦ 1.

Увязка соседних РБЦ 1 осуществляется на основе двух оптоволоконных каналов связи. Соединение РБЦ 1 соседних зон управления обеспечивает двухсторонний синхронный обмен сообщениями.

При этом взаимодействие передающего и принимающего РБЦ 1 определяется посредством идентификационных номеров.

Передающий РБЦ 1 передает информацию принимающему РБЦ 1 о приближающихся к зоне его управления поезде. После подтверждения предварительного извещения от передающего РБЦ 1 принимающий РБЦ 1 передает с требуемой периодичностью информацию о свободности пути (маршруте).

Обмен между РБЦ 1 и модулем 24 радиосвязи поезда, находящегося в зоне его управления, осуществляется на основе обмена сообщениями по сети цифровой радиосвязи, обеспечивающей соединение точка-точка в режиме пакетной передачи.

Передача информации от РБЦ 1 в АРМ 8 оператора СТДМ осуществляется в асинхронном режиме. Данные передаются в канал пакетами в соответствии с протоколом обмена. Связь АРМ 8 оператора СТДМ с РБЦ 1 считают разорванной, если не был получен корректный пакет в течение заданного промежутка времени.

РБЦ 1 передает в АРМ 8 оператора СТДМ массив данных, характеризующий техническое состояние элементов РБЦ 1 и поездов, находящихся в зоне его управления.

АСОУП 14 является автоматизированной системой управления выдачей и отмены предупреждений об ограничениях скорости. В РБЦ 1 для передачи временных ограничений скорости (ВОС) используется специальный набор сообщений и пакетов. Для реализации передачи ВОС на подвижной состав используют средства увязки РБЦ 1 с системой АСОУП 14 с преобразованием данных из формата АСОУП 14 в формат ВОС, применяемый для передачи на бортовое оборудование поездов. Увязка радиоблокцентра с системой АСУВОП осуществляется через ЗУМВ.

На основании полученных данных аппаратно-программное устройство АРМ 7 ДНЦ формирует команды на остановку контролируемого поезда в зоне управления РБЦ 1 для последующей передачи их в РБЦ 1, а также обеспечивает на мониторе контроль местоположения поездов с параметрами движения: скорость, режим движения, выданных разрешений на движение РБЦ 1, установленных временных ограничений скорости.

Позиционирование поездов осуществляется в относительной системе координат, где опорными точками являются генераторы тональных рельсовых цепей.

Местоположение поезда всегда определяется линейной величиной, выраженной в метрах, относительно последнего пройденного генератора ТРЦ.

Каждый генератор тональной рельсовой цепи (ТНЦ) имеет уникальный идентификатор. Для каждого генератора ТРЦ известна информация об его линейной координате и географической координате.

Местоположением поезда считается позиция головы поезда по отношению к пройденному генератору ТРЦ. Информация о местоположении включает

оценку расстояния между положением головы поезда и последнего пройденного генератора ТРЦ;
доверительный интервал местоположения поезда;
значение текущей принимаемой частоты ТРЦ.

Данные о местоположении поезда бортовое устройство 16 безопасности и управления направляет в РБЦ 1.

РБЦ 1 определяет направление движения поезда на основании сопоставления идентификатора последнего пройденного поездам генератора тональной частоты и его текущей принимаемой частоты.

Инициализация коммуникационной сессии происходит при проследовании поезда в зону управления РБЦ 1, определяемую локомотивным устройством 17 управления и безопасности.

По команде устройством 17 управления и безопасности устанавливается безопасное соединение с РБЦ 1.

После установления безопасного радиосоединения модуль 24 радиосвязи 4 с РБЦ 1 бортовое устройство 17 безопасности и управления через модуль 24 радиосвязи посылает соответствующее сообщение с указанием данных о начальном местоположении.

РБЦ 1 проверяет местоположение поезда на соответствие данным о занятости соответствующих рельсовых цепей и при прохождении проверки отправляет по сети цифровой радиосвязи сообщение о принятии поезда.

В ответ бортовое устройство 17 безопасности через модуль 24 радиосвязи борт посылает по сети радиосвязи сообщение с данными поезда.

РБЦ 1 в ответ отправляет сообщение с разрешением на движение в режиме АЛС-ЕН.

Управление движением поезда осуществляет устройство 17 управления и безопасности на основании кодовых сигналов автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН. Кодовые сигналы автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН, передаваемые по рельсовым цепям, воспринимает модуль 19 приема сигналов рельсовой цепи и направляет в устройство 17 управления и безопасности.

РБЦ 1 проверяет, что при проследовании на следующую рельсовую цепь произошла занятость и координата поезда соответствует занятой рельсовой цепи. РБЦ 1 посылает разрешение на движение.

После получения сообщения "разрешения движения" бортовое устройство 17 безопасности и управления переходит в режим движения под контролем РБЦ 1.

При движении бортовое оборудование с цикличностью заданной переменной в пакете отправляет сообщение о своем местоположении.

При приближении локомотива поезда к зоне окончания разрешения на движение бортовое устройство 17 управления и безопасности запрашивает новое разрешение на движение.

РБЦ 1 проверяет условия для выдачи нового разрешения движения, а именно, свободу рельсовых цепей, состояние маршрутов. При наличии условий для выдачи нового разрешения РБЦ 1 отправляет соответствующее сообщение с новым разрешением движения.

Время отправления запроса нового разрешения движения бортовое устройство 17 безопасности и управления определяет как расстояние до конца разрешения движения, деленное на фактическую (текущую) скорость поезда, измеренную датчиками 20 и 21.

Данные о временных ограничениях поступают в РБЦ 1 от поездного диспетчера с АРМ 7 ДНЦ.

РБЦ 1 проверяет корректность временных ограничений скорости и формирует соответствующий информационный пакет. Сформированный информационный пакет РБЦ 1 посылает посредством сети радиосвязи на модуль 24 радиосвязи для передачи локомотивному устройству 17 управления и безопасности с соответствующим сообщением выдачи разрешения движения, когда координаты ограничений пересекаются с выдаваемым разрешением движения.

Локомотивное устройство 17 управления и безопасности при получении разрешения движения строит скоростной профиль с учетом временных ограничений скорости.

Экстренная остановка поезда осуществляется на основе отправки бортовому устройству 17 управления и безопасности ответственной команды от РБЦ 1. Бортовое устройство 17 управления и безопасности, получив команду об экстренной остановке поезда, применяет экстренное торможение путем направления соответствующего сигнала в тормозную систему 23 поезда и направляет через модуль 24 радиосвязи по сети цифровой радиосвязи в РБЦ 1 соответствующее сообщение с подтверждением экстренной остановки.

Для сокращения ранее выданного разрешения РБЦ 1 посылает на локомотивное устройство 17 управления и безопасности новое разрешение движения с меньшей разрешенной дистанцией для проследования.

Бортовое устройство 17 управления и безопасности проверяет, является ли длина нового разреше-

ния движения больше, чем тормозной путь поезда и принимает новое сокращенное разрешение движения. В противном случае бортовое устройство 17 управления и безопасности отклоняет новое разрешение движения.

Сбоем автоматической локомотивной сигнализации считается ошибка в декодировании сигнала АЛС-ЕН устройством 17 управления и безопасности (в соответствии с кодами Бауэра), а также отсутствие сигнала АЛС-ЕН более 3 периодов (посылок сигнала АЛС-ЕН).

При наличии подключения по цифровому радиоканалу сбой канала АЛС-ЕН бортовое устройство 17 управления и безопасности игнорирует и осуществляет управление движением поезда в соответствии с разрешением на движение, полученного от РБЦ 1.

Сбой в работе сети цифровой радиосвязи определяется независимо бортовым устройством 17 управления и безопасности и РБЦ 1.

Бортовое устройство 17 управления определяет сбой радиосвязи как отсутствие любых сообщений в течение заданного времени, определяемого по результатам испытаний.

При определении разрыва соединения с РБЦ 1 бортовое устройство 17 управления и безопасности осуществляет переход на движение по данным системы автоматической локомотивной сигнализации. Данные о дистанции, разрешенной для проследования, формируются на основе количества свободных рельсовых цепей по показаниям АЛС-ЕН.

РБЦ 1 определяет разрешенную дистанцию для проследования по показаниям АЛС-ЕН о количестве свободных рельсовых цепей и данных из электронной карты об их длине и выдает разрешение на движение в виде дистанции в метрах для проследования относительно последнего пройденного генератора рельсовой цепи.

При несовпадении данных по двум каналам бортовое устройство 17 управления и безопасности строит кривую торможения по данным наиболее ограничивающего канала.

При несовпадении данных по двум каналам на расстояние большее, чем длина защитного участка, бортовое устройство 17 управления и безопасности зафиксирует подобную ситуацию с регистрацией события в оперативной памяти для последующего разбора, а также отправляет соответствующее сообщение с данными о различии показаний в РБЦ 1.

При отсутствии сигнала ГЛОНАСС/GPS определение местоположения бортовое устройство 16 управления и безопасности осуществляет на основе датчиков 19 и 20 путевой скорости с уточнением координат при проходе генераторов рельсовых цепей.

При этом доверительный интервал оценки местоположения линейно увеличивается при движении от одного генератора рельсовой цепи к другому.

При неисправности электронной карты бортовое устройство 17 управления и безопасности управления движением поезда осуществляет на основе связующей информации от РБЦ 1 о расположении впереди расположенных генераторов ТРЦ и расстоянии до них.

Связующую информацию от РБЦ 1 бортовое устройство 17 управления и безопасности использует для определения длин рельсовых цепей, местоположения генераторов тональной частоты и расчета разрешенной дистанции по показаниям АЛС-ЕН.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система управления движением поездов на железнодорожном транспорте, содержащая стационарное оборудование и бортовое оборудование, установленное на локомотивах поездов, вовлеченных в систему управления, стационарное оборудование включает радиоблокцентры, сеть цифровой радиосвязи, устройства электрической микропроцессорной централизации и автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и многозначной частотной автоматической локомотивной сигнализацией АЛС-ЕН без проходных светофоров на перегоне и светофорами на станции для поездных и маневровых передвижений, устройства телеуправления и телесигнализации диспетчерской централизации, объединенные магистральной линией связи и связанные с устройствами электрической микропроцессорной централизации, систему технической диагностики и мониторинга и реперные датчики, в качестве которых используют генераторы тональных рельсовых цепей, бортовое оборудование каждого поезда включает бортовое устройство управления и безопасности, входы которого через соответствующие интерфейсы подключены к выходам модуля приема навигационных сигналов, модуля приема сигналов рельсовой цепи и датчиков пути и скорости, выходы - к входам блока индикации и системы торможения поезда, а входы/выходы - к выходам/входам модуля радиосвязи и блока синхронизации, вход которого подключен ко второму выходу модуля приема навигационных сигналов, при этом радиоблокцентры соседних зон управления через соответствующие интерфейсы связаны между собой, а также с устройствами микропроцессорной централизации и автоблокировки, установленными в зоне его управления, и аппаратно-программным устройством автоматизированного рабочего места поездного диспетчера, другие входы/выходы которого через блоки сопряжения подключены к соответствующим выходам/входам устройств телеуправления и телесигнализации диспетчерской централизации, причем устройства автоблокировки связаны с устройствами микропроцессорной централизации, другие входы/выходы аппаратно-программного устройства

автоматизированного рабочего места поездного диспетчера через защитный узел межсетевого взаимодействия подключены к железнодорожной сети передачи данных для информационного взаимодействия с аппаратно-программными устройствами внешних систем управления перевозочным процессом, вход/выходы аппаратно-программного устройства оператора системы технической диагностики и мониторинга подключены к входам/выходам модулей технической диагностики и мониторинга устройств микропроцессорной централизации и автоблокировки, а также к соответствующим выходам/входам радиоблокцентров, каждый из которых связан по сети цифровой радиосвязи с модулем радиосвязи бортового оборудования поезда в зоне своего управления, радиоблокцентры и бортовые устройства управления и безопасности выполнены в виде аппаратно-программных вычислительных комплексов, память которых включает идентичную цифровую электронную карту с базой путевых данных, уклонов, участков постоянных ограничений скорости, а также с расположением генераторов тональной частоты с указанием для каждого из них его идентификационного номера, значения его несущей и моделирующих частот, линейной и географической координат, а программное обеспечение каждого устройства управления и безопасности дополнительно включает функцию определения идентификационного номера генератора тональной частоты и его местонахождения на основе цифровой электронной карты.

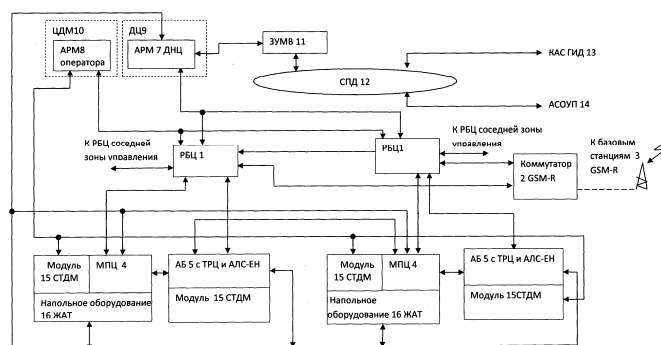
2. Система по п.1, отличающаяся тем, что устройство управления и безопасности бортового оборудования высокоскоростного поезда соответствующим входом/выходом подключено к системе управления высокоскоростного поезда.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что аппаратно-программное устройство автоматизированного рабочего места поездного диспетчера другими входами/выходами через защитный узел межсетевого взаимодействия подключен к аппаратно-программным комплексам автоматизированной системы ведения и анализа графика исполненного движения и автоматизированной системы оперативного управления перевозками.

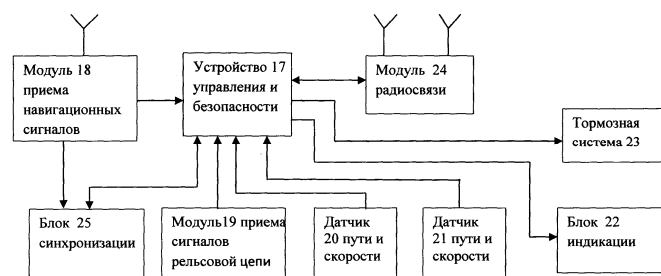
4. Система по любому из пп.1 или 2, отличающаяся тем, что в качестве цифровой сети радиосвязи используют сеть по стандарту GSM-R или LTE.

5. Система по п.1, отличающаяся тем, что модуль радиосвязи бортового оборудования выполнен двухканальным.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что в бортовое оборудование включен модуль контроля технического состояния поезда, выходом подключенный к бортовому модулю радиосвязи.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2