

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037752**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.18

(21) Номер заявки
201790449

(22) Дата подачи заявки
2017.03.22

(51) Int. Cl. **B61C 17/12** (2006.01)
B60L 15/20 (2006.01)
B60L 15/38 (2006.01)
B60W 40/00 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

(31) **102016006590-9**

(32) **2016.03.24**

(33) **BR**

(43) **2017.09.29**

(56) US-B2-9002547
US-B2-9037323
US-B2-8914168
RU-C2-2411147

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ
(US)

(72) Изобретатель:
Варгас Лукас Варес (BR), Мэтьюс мл.
Гарри Кёрк, Мейер Брайан Недвард
(US), Глейсер Габриэль де Альбукерке,
Гонсага Карлос (BR)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Игнатьев А.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А. (RU)

(57) Предложена система управления ходовыми параметрами для системы транспортных средств, которая выявляет узлы соединительных устройств в системе транспортных средств для обеспечения движения системы транспортных средств по маршруту. Узлы соединительных устройств представляют собой состояния провисания соединительных устройств между транспортными средствами в системе транспортных средств. Система также определяет ходовые параметры в одном или более местоположениях на маршруте, где состояние одного или более узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменится внутри системы транспортных средств при будущем движении системы транспортных средств. Система определяет ограничения на работу системы транспортных средств для управления узлами соединительных устройств при будущем движении системы транспортных средств и для распределения комбинированных ходовых параметров среди двух или более транспортных средств.

B1

037752

037752

B1

Область техники

Варианты осуществления изобретения, описанного в настоящем документе, относятся к распределению мощности среди формирующих тягу транспортных средств и к ограничению мощности в системе транспортных средств для управления динамикой узлов внутри системы транспортных средств.

Предпосылки создания изобретения

На существующем уровне развития техники системы транспортных средств могут включать множество транспортных средств, соединенных друг с другом для совместного движения. Такие системы транспортных средств могут содержать формирующие тягу транспортные средства и опционально неформирующие тягу транспортные средства, двигающиеся совместно по маршруту движения. Системы транспортных средств могут содержать одну или более групп формирующих тягу транспортных средств, в таком случае подобная группа может быть названа составом.

Работа формирующих тягу транспортных средств может быть взаимно скоординирована. В случае рельсовых транспортных средств управление частью локомотивов может осуществляться удаленно, из другого локомотива в той же системе транспортных средств. К примеру, управление локомотивами в режиме кратной тяги (distributed power, DP) может подразумевать задание всем локомотивам в системе рельсовых транспортных средств (например, поезде) различных параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов в один и тот же момент времени.

Поскольку системы транспортных средств могут быть очень длинными, различные части системы транспортных средств могут находиться в различных условиях на маршруте, например проходить через различные уклоны и/или кривые различных радиусов. В зависимости от местоположения формирующих тягу транспортных средств в системе транспортных средств и параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, формирующих тягу транспортных средств в системе транспортных средств, могут возникать один или более узлов.

При движении системы транспортных средств узлы системы могут перемещаться внутри нее. При некоторых условиях узлы могут сблизиться друг с другом настолько, что несколько узлов окажутся в одном местоположении в системе транспортных средств. Такое событие называют столкновением узлов. Система транспортных средств в месте столкновения узлов может распасться на части, и/или в месте столкновения узлов может произойти столкновение транспортных средств внутри системы транспортных средств. При этом также относительные перемещения и/или столкновения узлов в системе транспортных средств могут создавать помехи управлению системой.

Краткое описание изобретения

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения предлагается способ управления ходовыми параметрами, включающими параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, для системы транспортных средств, включающей множество транспортных средств и два или более формирующих тягу транспортных средств, соединенных соединительными устройствами. При этом способ включает выявление на основании математического моделирования системы транспортных средств и ходовых параметров, запланированных для предстоящей поездки системы транспортных средств, местоположений на маршруте, в которых внутри системы транспортных средств в результате ее движения по маршруту возникают и исчезают состояния ненагруженности узлов. При этом ненагруженным узлом считается узел, у которого соединительное устройство переходит из состояния растяжения или сжатия в ненагруженное состояние, в котором оно не испытывает ни растяжения, ни сжатия; ненагруженный узел при переходе соединительного устройства из ненагруженного состояния в состояние растяжения или сжатия считается нагруженным; ненагруженность узла считается переместившейся, когда она изменяется на состояние нагруженности в месте нахождения одного соединительного устройства и изменяется на состояние ненагруженности в месте нахождения соседнего соединительного устройства. Кроме того, упомянутый способ включает определение, с помощью упомянутой математической модели, местоположений на маршруте, в которых упомянутые запланированные ходовые параметры приводят к изменению состояний ненагруженности узлов в системе транспортных средств в результате их перемещения навстречу друг другу; распределение упомянутых запланированных ходовых параметров среди упомянутых формирующих тягу транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых формирующих тягу транспортных средств так, чтобы предотвратить столкновение ненагруженных узлов друг с другом в упомянутых местоположениях на маршруте; формирование плана поездки для упомянутых формирующих тягу транспортных средств на основе распределенных ходовых параметров, при этом план поездки задает параметры регулировки дроссельных заслонок и/или параметры регулировки тормозов системы транспортных средств как функцию расстояния на маршруте; передачу плана поездки в систему транспортных средств; и управление дроссельными заслонками и/или тормозами упомянутых формирующих тягу транспортных средств на основании плана поездки в процессе движения системы транспортных средств по маршруту.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения предлагается система управления ходовыми параметрами, включающими параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, для системы транспортных средств, включающей множество транспортных средств и два или более формирующих тягу транспортных средств, соединенных соединительными устройствами. При

этом система включает один или более процессоров, сконфигурированных для выявления, на основании математического моделирования системы транспортных средств и ходовых параметров, запланированных для предстоящей поездки системы транспортных средств, местоположений на маршруте, в которых внутри системы транспортных средств в результате ее движения по маршруту возникают и исчезают состояния ненагруженности узлов. При этом ненагруженным узлом считается узел, у которого соединительное устройство переходит из состояния растяжения или сжатия в ненагруженное состояние, в котором оно не испытывает ни растяжения, ни сжатия; ненагруженный узел при переходе соединительного устройства из ненагруженного состояния в состояние растяжения или сжатия считается нагруженным; и ненагруженность узла считается переместившейся, когда она изменяется на состояние нагруженности в месте нахождения одного соединительного устройства и изменяется на состояние ненагруженности в месте нахождения соседнего соединительного устройства. Упомянутые один или более процессоров сконфигурированы также для определения с помощью упомянутой математической модели местоположений на маршруте, в которых упомянутые запланированные ходовые параметры приводят к изменению состояний ненагруженности узлов в системе транспортных средств в результате их перемещения навстречу друг другу; распределения упомянутых запланированных ходовых параметров среди упомянутых формирующих тягу транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых формирующих тягу транспортных средств так, чтобы предотвратить столкновение ненагруженных узлов друг с другом в упомянутых местоположениях на маршруте; и формирования плана поездки для упомянутых формирующих тягу транспортных средств на основе распределенных ходовых параметров, при этом план поездки задает параметры регулировки дроссельных заслонок и/или параметры регулировки тормозов системы транспортных средств как функцию расстояния на маршруте. Кроме того, предлагаемая система также включает устройство связи, сконфигурированное для передачи плана поездки от упомянутых одного или более процессоров в контроллеры формирующих тягу транспортных средств; и контроллеры формирующих тягу транспортных средств, сконфигурированные для управления дроссельными заслонками и/или тормозами формирующих тягу транспортных средств на основании плана поездки в процессе движения системы транспортных средств по маршруту.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения система управления мощностью для системы транспортных средств включает один или более процессоров, сконфигурированных для выявления узлов соединительных устройств в системе транспортных средств для обеспечения движения системы транспортных средств по маршруту. Узлы соединительных устройств представляют собой состояния провисания соединительных устройств между транспортными средствами в системе транспортных средств. Упомянутые один или более процессоров также сконфигурированы для определения одного или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположениях на маршруте, где состояние одного или более узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменится внутри системы транспортных средств при будущем движении системы транспортных средств. Упомянутые один или более процессоров также сконфигурированы для определения ограничения на работу системы транспортных средств для управления узлами соединительных устройств при будущем движении системы транспортных средств и для распределения упомянутых одного или более комбинированных ходовых параметров среди двух или более транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых двух или более транспортных средств на основе упомянутого ограничения, которое было определено. Упомянутые индивидуальные ходовые параметры включают один или более параметров регулировки дроссельных заслонок или тормозов транспортных средств.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения способ задания параметров регулировки мощности для системы транспортных средств включает выявление узлов соединительных устройств в системе транспортных средств для обеспечения движения системы транспортных средств по маршруту. Узлы соединительных устройств представляют собой состояния провисания соединительных устройств между транспортными средствами в системе транспортных средств. Способ также включает определение одного или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположениях на маршруте, где состояние одного или более узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменится внутри системы транспортных средств при будущем движении системы транспортных средств, и определение индивидуального ходового параметра для одного или более транспортных средств на основе упомянутого ограничения, которое было определено. Упомянутый индивидуальный ходовой параметр включает параметр регулировки мощности одного или более транспортных средств.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения способ управления системой транспортных средств включает определение, при будущей поездке системы транспортных средств, местоположения на маршруте, на котором узлы соединительных устройств в системе транспортных средств столкнутся друг с другом, и распределение выходной мощности среди двух или более формирующих тягу транспортных средств на противоположных сторонах по меньшей мере одного из узлов соединительных устройств в системе транспортных средств. Упомянутая выходная мощность препятствует столкновению узлов соединительных устройств друг с другом в упомянутом местоположении на маршруте. Способ также включает формирование плана поездки для формирующих тягу транспортных средств.

средств в системе транспортных средств на основе выходной мощности, которая была распределена. План поездки задает одну или более скоростей движения, один или более параметров регулировки дроссельных заслонок или тормозов системы транспортных средств как функцию расстояния на маршруте.

Краткое описание чертежей

В настоящем документе осуществляются ссылки на приложенные чертежи, на которых проиллюстрированы конкретные варианты осуществления и дополнительные преимущества настоящего изобретения.

На фиг. 1 показана эскизная блок-схема одного из примеров системы транспортных средств, движущейся по маршруту.

На фиг. 2 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств по сегменту маршрута, который имеет низину и вершину, в соответствии с одним из примеров столкновения узлов.

На фиг. 3 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств по другому сегменту маршрута, показанного на фиг. 2.

На фиг. 4 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств по другому сегменту маршрута, показанного на фиг. 2.

На фиг. 5 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств по другому сегменту маршрута, показанного на фиг. 2.

На фиг. 6 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств по другому сегменту маршрута, показанного на фиг. 2.

На фиг. 7 проиллюстрирован один из вариантов осуществления системы управления мощностью и формирующего тягу транспортного средства в системе транспортных средств, показанной на фиг. 1.

На фиг. 8 проиллюстрирован один из вариантов осуществления способа управления системой транспортных средств.

На фиг. 9 проиллюстрирован один из примеров определения маркеров предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности в системе транспортных средств, показанной на фиг. 1, в различных местоположениях на маршруте.

На фиг. 10 проиллюстрирован другой пример определения маркеров предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности в системе транспортных средств, показанной на фиг. 1, в различных местоположениях на маршруте.

На фиг. 11 проиллюстрирован еще один пример определения маркеров предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности в системе транспортных средств, показанной на фиг. 1, в различных местоположениях на маршруте.

На фиг. 12 проиллюстрировано, каким образом в соответствии с одним из примеров определяют маркеры предельной мощности, показанные на фиг. 9-11.

На фиг. 13 проиллюстрировано, каким образом определяют маркеры предельной мощности, показанные на фиг. 9-11, в соответствии с другим примером.

На фиг. 14 проиллюстрировано, каким образом определяют маркеры предельной мощности, показанные на фиг. 9-11, в соответствии с еще одним примером.

На фиг. 15 проиллюстрированы альтернативные ходовые параметры, которые могут быть выбраны контроллером транспортного средства, показанным на фиг. 7, в ответ на то, что параметры работы системы транспортных средств, показанной на фиг. 1, отклоняются от плана поездки, в соответствии с одним из примеров.

На фиг. 16 проиллюстрированы альтернативные ходовые параметры, которые могут быть выбраны контроллером транспортного средства, показанным на фиг. 7, в ответ на то, что параметры работы системы транспортных средств, показанной на фиг. 1, отклоняются от плана поездки, в соответствии с другим примером.

На фиг. 17 проиллюстрирован один из примеров линий столкновения, которые определяют зоны столкновения для движения системы транспортных средств, показанной на фиг. 1.

Подробное описание изобретения

В соответствии с одним или более из вариантов осуществления настоящего изобретения, описанного в данном документе, предложены системы и способы управления мощностью, которые позволяют выявлять параметры регулировки (например, параметры регулировки мощности, то есть параметры регулировки дроссельной заслонки, параметры регулировки тормоза, скорости движения, тяговые и/или тормозные усилия или силы, ускорения, темп изменения тягового, и/или тормозного усилия, или силы и т.п.), условия (например, какие из транспортных средств выполняют торможение или формируют тяговое усилие в различные моменты времени и/или в различных местоположениях маршрута, уклоны маршрута, радиусы кривых маршрута и т.п.) и/или переходные процессы (например, избыточное и/или интенсивное торможение с использованием транспортных средств, расположенных в системе транспортных средств на удалении друг от друга), способные привести к нежелательной динамике системы. Такая динамика во время движения системы транспортных средств может приводить к столкновениям больших групп транспортных средств в системе транспортных средств, разрывам в системе транспортных средств между различными группами транспортных средств и аналогичным нежела-

тельными ситуациям, однако подобная динамика может быть предотвращена или устранена посредством предложенных систем и способов.

Предложенные системы и способы позволяют выявлять местоположения и перемещения узлов, которые представляют местоположения между парами транспортных средств в системе транспортных средств, где относительное смещение транспортных средств в парах друг относительно друга практически не оказывает влияния на силы, приложенные к соединительным устройствам между транспортными средствами в этих парах. Узел в системе транспортных средств может представлять собой местоположение соединительного устройства, которое соединено по меньшей мере с одним транспортным средством (но не обязательно находится между двумя транспортными средствами) и которое находится в состоянии провисания. Соединительное устройство в состоянии провисания может представлять собой соединительное устройство, к которому приложено сравнительно малое усилие. В качестве одного из примеров соединительное устройство, соединяющее два транспортных средства, может находиться в состоянии провисания (и, следовательно, являться узлом), когда соединительное устройство не испытывает растяжения (то есть растяжение не превышает заданный порог, например, 10% от максимально допустимой растягивающей нагрузки, которую соединительное устройство способно выдержать без разрушения) и не испытывает сжатия (то есть сжатие не превышает заданный порог, например, 10% от максимальной сжимающей нагрузки, которую соединительное устройство способно выдержать без разрушения). В качестве другого примера соединительное устройство, соединяющее два транспортных средства, может быть в состоянии провисания и соответственно являться узлом, когда соединительное устройство способно перемещаться между этими транспортными средствами, относительно них, и при этом усилие, приложенное к соединительному устройству, изменяется незначительно. Например, процентная доля или относительное изменение перемещения, или местоположения, соединительного устройства относительно транспортных средств, связанных посредством этого соединительного устройства, может меняться на большее значение, чем изменение усилия, приложенного к соединительному устройству. В другом примере соединительное устройство может быть в состоянии провисания и представлять собой узел, когда соединительное устройство находится между двумя другими соединительными устройствами, одно из которых испытывает растяжение, а второе - сжатие. В еще одном примере соединительное устройство может быть в состоянии провисания и представлять собой узел, когда это соединительное устройство находится в конце системы транспортных средств и не испытывает никаких нагрузок (например, не сжато между системой транспортных средств и внешним объектом).

Узлы могут быть выявлены на основе равновесной модели усилий в системе транспортных средств или на основе динамического моделирования движения системы транспортных средств. Например, системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют определять, где произойдут или с большей вероятностью могут произойти, нежели не произойти, столкновения узлов во время будущей поездки или в предстоящем сегменте поездки системы транспортных средств. Опционально системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют определять и другие типы событий с узлами, например перемещения узлов в системе транспортных средств, скорости перемещения узлов в системе транспортных средств (которые отличаются от скорости движения транспортных средств), количество узлов, возникновение узлов и/или уничтожение узлов в системе транспортных средств.

Предложенные системы и способы затем позволяют создать или модифицировать план поездки, задающий ходовые параметры (например, параметры регулировки мощности, то есть параметры регулировки дроссельных заслонок, параметры регулировки тормозов или другие рабочие параметры регулировки, обеспечивающие управление движением системы транспортных средств) как функцию времени и/или расстояния на маршруте. В одном из примеров в плане поездки могут быть заданы параметры регулировки пневматических тормозов, параметры регулировки динамических тормозов или другие параметры регулировки, относящиеся к торможению. Ходовые параметры, заданные планом поездки, позволяют эффективно распределять мощность среди формирующих тягу транспортных средств и, таким образом, препятствовать или предотвращать столкновение узлов, управлять (т.е. подавлять или стимулировать) перемещением узлов в системе транспортных средств и/или создавать или уничтожать один или более узлов. Описание в настоящем документе выполнено на примере, в котором ходовые параметры представляют собой параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, однако альтернативно ходовыми параметрами могут быть скорости движения системы транспортных средств, тяговые мощности или усилия, развиваемые транспортными средствами в системе транспортных средств, тормозные мощности или усилия, развиваемые транспортными средствами в системе транспортных средств, ускорения транспортных средств в системе транспортных средств, темпы изменения тяговых и/или тормозных усилий, или силы и т.п.

Предложенные системы и способы позволяют выявлять условия, в которых избыточное торможение с использованием удаленных транспортных средств (например, формирующих тягу транспортных средств, не находящихся на переднем, или ведущем, краю системы транспортных средств) может быть опасным для работы системы транспортных средств. Опционально предложенные системы и способы позволяют выявлять условия, при которых избыточное изменение тяги может быть опасным из-за усилий, развиваемых между транспортными средствами в системе транспортных средств и/или выявлять

условия, при которых могут быть опасными избыточное торможение и/или резкое изменение тяги посредством ведущих транспортных средств. Для исключения таких ситуаций могут создаваться и/или модифицироваться планы поездки. Предложенные системы и способы позволяют находить огибающие ходовых параметров (например, диапазоны допустимых ходовых параметров) для параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, которые препятствуют или уменьшают вероятность столкновения узлов (например, в сравнении с системой транспортных средств, движущейся по тому же маршруту в соответствии с другими ходовыми параметрами, например, с ходовыми параметрами, обеспечивающими движение системы транспортных средств на предельно допустимой для данного маршрута скорости). Опционально предложенные системы и способы позволяют находить огибающие ходовых параметров или их допустимые диапазоны, которые обеспечивают управление (например, подавление или стимуляцию) перемещением узлов внутри системы транспортных средств и/или создание или уничтожение одного или более узлов.

План поездки и/или ограничения, определенные посредством предложенных систем и способов, могут быть применены с использованием стратегий автоматического управления, например посредством контроллера системы транспортных средств, выполняющего автоматическое управление системой транспортных средств согласно плану поездки. Опционально план поездки и/или ограничения могут использоваться для уведомления и/или инструктирования оператора системы транспортных средств о том, как следует управлять системой транспортных средств. План поездки может использоваться в контроллере системы транспортных средств для предотвращения или пресечения управляющих воздействий оператора, которые могли бы привести к движению системы транспортных средств, противоречащему или выходящему за рамки ограничений, заданных планом поездки.

Математическая модель системы транспортных средств может описывать поведение узлов в системе транспортных средств как функцию скорости системы транспортных средств, параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов в отдельных местах системы транспортных средств и/или физических особенностей маршрута (например, уклонов и/или радиусов кривых на маршруте). Для описания поведения узлов может применяться множество различных физических моделей, таких как модель упругого троса, модель с сосредоточенными массами или другая модель в соответствии с описанием в настоящем документе.

Посредством такой модели определяют подмножества или множества комбинаций параметров регулировки мощности тягового усилия в системе транспортных средств, которые гарантируют, что узлы в системе транспортных средств будут оставаться в безопасных зонах (например, не будет происходить столкновение узлов), или гарантируют, что узлы в системе транспортных средств будут перемещаться с безопасными скоростями (например, узлы не будут перемещаться по направлению друг к другу со скоростью, превышающей скорость движения системы транспортных средств). Комбинированное тяговое усилие может включать суммарное движущее усилие, или силу, развиваемую системой транспортных средств, и/или общее тормозное усилие, или силу, развиваемую системой транспортных средств.

Формирующие тягу транспортные средства в системе транспортных средств могут быть способны изменять положения крана машиниста в диапазоне от -8 (что указывает на включение тормозов с максимально возможной мощностью) до +8 (что указывает на увеличение тяги с максимально возможной мощностью). Комбинированный параметр регулировки мощности, равный -2, может представлять собой в формирующих тягу транспортных средствах действующий параметр регулировки тормоза, равный 2. Однако не все формирующие тягу транспортные средства обязательно должны использовать один и тот же параметр регулировки мощности, обеспечивающий комбинированный параметр регулировки мощности, равный -2. К примеру, в большем количестве транспортных средств может использоваться параметр регулировки мощности, равный -1, тогда как в меньшем количестве транспортных средств, в той же системе транспортных средств может использоваться параметр регулировки мощности, равный -6, что в результате даст действующий параметр регулировки тормоза для всех этих устройств, равный -2.

После нахождения комбинаций тяговых усилий, опасных с точки зрения поведения узлов, тяговое усилие может распределяться среди формирующих тягу транспортных средств таким образом, чтобы препятствовать столкновению узлов, чтобы управлять (например, подавлять или стимулировать) перемещением узлов в системе транспортных средств и/или чтобы создавать или уничтожать один или более узлов. Предложенные системы и способы позволяют находить комбинированные параметры регулировки мощности (например, положения крана машиниста), которые обеспечивают достаточно степеней свободы для разбиения, или разделения, тягового усилия по транспортным средствами таким образом, чтобы препятствовать столкновению узлов, чтобы управлять (например, подавлять или стимулировать) перемещением узлов в системе транспортных средств и/или чтобы создавать или уничтожать один или более узлов. Например, некоторый комбинированный параметр регулировки мощности может не позволить разделить общее движущее усилие и/или общее тормозное усилие среди формирующих тягу транспортных средств таким образом, чтобы препятствовать столкновению узлов, чтобы управлять (например, подавлять или стимулировать) перемещением узлов в системе транспортных средств и/или чтобы создать или уничтожить один или более узлов. Предложенные системы и способы позволяют определить огибающие, которые задают допустимые диапазоны комбинированных параметров регулировки мощности,

способные обеспечить достаточно степеней свободы для разделения тягового усилия среди транспортных средств в системе транспортных средств.

Альтернативно вместо определения параметров регулировки мощности для двух или более различных групп, или наборов, формирующих тягу транспортных средств в одной системе транспортных средств, определение параметров регулировки мощности может выполняться для одной группы или для одного транспортного средства. К примеру, управление транспортным средством или группой транспортных средств может осуществляться согласно параметрам регулировки мощности, которые были определены, что позволяет препятствовать столкновению узлов или иным образом управлять узлами в системе транспортных средств, без необходимости при этом определять параметры регулировки мощности для другого транспортного средства или группы транспортных средств.

Предложенные системы и способы позволяют анализировать отклонения, которые могут возникать при реальном практическом применении настоящего изобретения. К примеру, для будущей поездки или предстоящего сегмента поездки может быть создан или модифицирован план поездки, обеспечивающий управление узлами. Управление узлами может представлять собой препятствование столкновению узлов, управление перемещением узлов в системе транспортных средств и/или создание или уничтожение одного или более узлов. При движении системы транспортных средств для будущей поездки или предстоящего сегмента поездки тяговое усилие, развиваемое системой транспортных средств, может отклоняться от тягового усилия, заданного планом поездки. Такие отклонения могут происходить в результате воздействия множества различных факторов, например аэродинамического сопротивления, ветра, ограничений по движению (например, команды замедления движения) или других факторов, отличающихся от факторов, которые были использованы для создания или модификации плана поездки. Предложенные системы и способы обеспечивают соответствующие указания для контроллера транспортного средства или оператора системы транспортных средств, которым необходимо следовать, если при управлении узлами необходимы более интенсивные или отличающиеся движущие усилия и/или тормозные усилия. Такие указания могут включать инструкции о том, каким образом необходимые дополнительные тяговые усилия и/или тормозные усилия должны быть разделены среди формирующих тягу транспортных средств.

За счет ограничения ходовых параметров (например, параметров регулировки мощности), которые могут быть использованы в формирующих тягу транспортных средствах для обеспечения формирования системой транспортных средств безопасных комбинаций тягового усилия (например, действующих параметров регулировки мощности в отдельных транспортных средствах), системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют обеспечить безопасность движения системы транспортных средств. Столкновения узлов, которые могут иметь результатом разрыв системы транспортных средств на части, могут быть исключены, и может быть уменьшена частота включения пневматических тормозов в системе транспортных средств по сравнению с эвристическими правилами, применяемыми на существующем уровне техники. К примеру, в некоторых системах рельсовых транспортных средств пневматические тормоза могут применяться для предотвращения рывков при выборе и наборе слабины сцепки между различными частями системы транспортных средств, однако чрезмерное использование пневматических тормозов может приводить к их перегреву и влечет значительное повышение рисков безопасности системы транспортных средств.

В некоторых из существующих систем применяют эвристические правила, запрещающие операторам использовать динамическое торможение в удаленных локомотивах системы рельсовых транспортных средств при движении по определенному рельефу местности. Это ограничивает мощность динамического торможения системы рельсовых транспортных средств, что может повышать потребность в применении пневматических тормозов. Однако, как упоминалось выше, более интенсивное использование пневматических тормозов может создавать значительные риски безопасности.

Системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют накладывать ограничения на ходовые параметры, что дает возможность управлять узлами и одновременно снизить интенсивность применения пневматических тормозов, по сравнению с другими системами, в которых применяют упомянутые выше эвристические правила. Это позволяет исключить возникновения критических событий при управлении транспортными средствами (например, столкновение узлов) без значительного влияния на потребление топлива и/или время движения.

В некоторых системах транспортных средств одно или более транспортных средств могут иметь соединительные устройства с концевыми поглощающими аппаратами (end-of-car cushioning, ЕОСС). Узлы, к которым приложены усилия, равные значению предварительного натяжения, и узлы, расположенные в соединительных устройствах в состоянии полного растяжения, при столкновении могут вызывать разрушение соединительного устройства. Системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют формировать планы поездки, значительно снижающие вероятность разрыва сцепок в системах транспортных средств, имеющих соединительные устройства с ЕОСС-аппаратами.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют находить ходовые параметры, которые с высокой вероятностью могут привести к столкновению узлов, и/или ходовые параметры, которые позволяют препятствовать столкновению узлов, без передачи данных от бортовых датчиков системы транспортных средств, например

датчиков, которые измеряют усилия, приложенные к соединительным устройствами ("усилия на соединительных устройствах"). Альтернативно в предложенных системах и способах усилия на соединительных устройствах, измеренные датчиками, могут использоваться для создания и/или модификации плана поездки в соответствии с настоящим описанием. Для получения более достоверных измерений также могут применяться и другие типы датчиков, измеряющих высоту и крутизну уклона при движении системы транспортных средств (например, на отрезке пути, для которого существующая база данных еще не заполнена), что позволяет повысить эффективность настоящего изобретения, описанного в настоящем документе.

На фиг. 1 показана эскизная блок-схема одного из примеров системы 100 транспортных средств, движущейся по маршруту 102. Система 100 транспортных средств содержит несколько транспортных средств 104, 106, функционально связанных друг с другом. Транспортные средства могут быть механически соединены друг с другом, например посредством соединительных устройств 108. Транспортные средства 104 (например, транспортные средства 104A-G) представляют собой формирующие тягу транспортные средства, способные формировать движущую силу для обеспечения движения системы 100 транспортных средств по маршруту 102. Например, транспортные средства 104 могут представлять собой локомотивы, другие транспортные средства, используемые вне автомобильных дорог (например, транспортные средства, движение которых по общественным дорогам не предусмотрено их конструкцией или не разрешено), автомобили (например, транспортные средства, конструкция которых предполагает движение по автомобильным дорогам общего пользования), морские суда и т.п. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения транспортные средства 104 представляют собой локомотивы, а транспортные средства 106 представляют собой железнодорожные вагоны. Транспортные средства 104 могут иметь двигатели внутреннего сгорания (например, для формирования электрического тока для питания моторов или для вращения осей или колес могут применяться двигатели, потребляющие топливо), могут иметь электрический привод (например, бортовые или внешние источники электрического тока могут применяться для питания моторов, формирующих тяговое усилие) и/или могут иметь гибридный привод (например, представлять собой транспортные средства, приводимые в движение двигателями внутреннего сгорания и другими источниками электрического тока). Транспортные средства 106 (например, транспортные средства 106A-I) представляют собой неформирующие тягу транспортные средства, например железнодорожные вагоны или другие подвижные единицы, движение которых по маршруту 102 обеспечивают посредством формирующих тягу транспортных средств 104.

Термин "транспортное средство" в настоящем документе может быть определен как подвижное устройство, которое перевозит пассажиров или груз. К примеру, транспортным средством может быть, без ограничения перечисленным, железнодорожный вагон, контейнер для смешанной перевозки, локомотив, морское судно, горно-шахтное оборудование, строительная техника, автомобиль и т.п. "Система транспортных средств" включает два или более транспортных средств, связанных между собой, для движения по маршруту. К примеру, система транспортных средств может включать два или более транспортных средств, которые непосредственно связаны друг с другом (например, путем соединительного устройства) или которые связаны друг с другом опосредованно (например, посредством одного или более других транспортных средств и соединительных устройств). Группы, или наборы, 110, 112, 114 из одного или более транспортных средств 104 в каждой группе, или наборе, могут называться составами. Набор 110, 112, 114, расположенный впереди другого набора 110, 112, 114 по направлению движения системы 100 транспортных средств, может быть назван ведущим набором, тогда как упомянутый другой набор может называться удаленным, или хвостовым, набором.

Под "программным обеспечением" или "компьютерной программой" в настоящем документе понимают, без ограничения перечисленным, одну или более машиночитаемых и/или машиновыполняемых инструкций, которые обеспечивают выполнение компьютером или другим электронным устройством требуемых функций, операций и/или обеспечивают их требуемое поведение. Такие инструкции могут быть реализованы в различных формах, например в форме подпрограмм, алгоритмов, модулей или программ, включающих отдельные приложения или код из динамически линкуемых библиотек. Программное обеспечение при этом может быть реализовано во множестве различных форм, например в виде автономной программы, вызова функции, сервлета, апплета, приложения, инструкций, хранимых в памяти, части операционной системы или в виде исполняемых инструкций другого типа. Под "компьютером", "процессорным элементом" или "компьютерным устройством" в настоящем документе понимают, без ограничения перечисленным, любое запрограммированное или программируемое электронное устройство, способное хранить, получать и обрабатывать данные. Под "машиночитаемым носителем" понимают, без ограничения перечисленным, CD-ROM, съемную карту флэш-памяти, привод жестких дисков, магнитную ленту или гибкий диск. Под "компьютерной памятью" в настоящем документе понимают запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения цифровых данных или информации, которые могут быть извлечены компьютером или процессорным элементом. Под "контроллером", "блоком" и/или "модулем" в настоящем документе понимают логические схемы и/или процессорные элементы и сопровождающее программное обеспечение, или программы, задействованные в управлении системой накопления энергии. Термины "сигнал", "данные" и "информация" в настоящем документе могут использо-

ваться взаимозаменяемо и могут относиться к цифровой или аналоговой формам.

По меньшей мере один технический результат, описанный в настоящем документе, включает определение ходовых параметров для поездки системы транспортных средств. Ходовые параметры могут предписывать рабочие параметры регулировки (например, параметры регулировки мощности, то есть положения крана машиниста, параметры регулировки тормозов или другие параметры регулировки) формирующих тягу транспортных средств в системе транспортных средств, которые обеспечивают управление узлами. Ходовые параметры могут формироваться до начала поездки системы транспортных средств и/или формироваться во время движения системы транспортных средств по маршруту в ходе поездки. Ходовые параметры могут быть заданы в плане поездки.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения параметры регулировки мощности (например, параметры регулировки дроссельной заслонки, такие как выходная мощность, мощность в лошадиных силах, скорость, или другие параметры регулировки, и/или параметры регулировки тормозов) системы 100 транспортных средств могут представлять собой ходовые параметры, которыми управляют для обеспечения движения системы 100 транспортных средств по маршруту 102 из исходного местоположения в целевое местоположение. Управление ходовыми параметрами может быть автоматическим, то есть параметрами регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза транспортных средств 104, 106 могут управлять без необходимости вмешательства оператора для изменения этих параметров. Альтернативно или в дополнение система 100 транспортных средств может предоставлять оператору инструкции и уведомления, указывающие оператору, каким образом следует управлять системой 100 транспортных средств в соответствии с ходовыми параметрами. К примеру, система 100 может выдавать оператору команды, которые инструктируют оператора о том, какие ходовые параметры должны быть использованы в текущий момент времени, и/или о том, какие ходовые параметры должны быть использованы в будущие моменты времени, когда система 100 прибудет в одно или более будущих местоположений.

Управление ходовыми параметрами может выполняться путем назначения рабочих параметров регулировки системы 100 транспортных средств в одном или более местоположениях на маршруте 102. В качестве примера такие рабочие параметры регулировки могут включать параметры регулировки мощности (например, дросселирующие положения штурвала машиниста), управляющие выходной мощностью формирующих тягу транспортных средств 104, и параметры регулировки тормозов (например, параметры регулировки динамических тормозов), управляющие тормозными усилиями формирующих тягу транспортных средств 104 и/или неформирующих тягу транспортных средств 106. Рабочие параметры регулировки, заданные для поездки системы 100 транспортных средств из первого местоположения в другое, второе местоположение по маршруту 102, могут быть названы планом поездки. Заданные рабочие параметры регулировки в плане поездки могут быть выражены в виде функции времени, прошедшего в течение поездки по маршруту 102, и/или расстояния на маршруте 102. Заданные рабочие параметры регулировки могут вычисляться для повышения управляемости системы 100 транспортных средств за счет управления или изменения состояния одного или более узлов в системе транспортных средств. К примеру, заданные рабочие параметры регулировки могут быть определены для снижения вероятности столкновения узлов или препятствование их столкновению, или для управления узлами иным образом. В настоящем описании упор сделан на препятствование столкновению узлов, однако те же самые варианты осуществления настоящего изобретения могут применяться для управления узлами другим образом, например для управления перемещением узлов внутри системы 100 транспортных средств, для создания одного или более узлов в системе 100 транспортных средств или для уничтожения одного или более узлов в системе 100 транспортных средств.

На фиг. 2-6 эскизно проиллюстрировано движение системы транспортных средств 100 по сегменту маршрута 102, который имеет низину 200 и вершину 202, в соответствии с одним из примеров столкновения узлов. Система 100 транспортных средств на фиг. 2-6 проиллюстрирована в виде сплошной линии, различные части которой представляют собой различные транспортные средства 104, 106. При движении по маршруту 102 по направлению к низине 200 ведущее формирующее тягу транспортное средство 104A может развивать тормозное усилие для замедления движения системы 100 транспортных средств по направлению к низине 200. Удаленное формирующее тягу транспортное средство 104G (например, расположенное в хвостовой части системы 100 транспортных средств) может находиться в состоянии бездействия, то есть не развивать ни движущего усилия, ни тормозного усилия. Система 100 транспортных средств в целом может испытывать сжимающие усилия, или усилия, которые двигают систему 100 транспортных средств вперед в направлении низины 200 из-за отрицательного уклона маршрута 102, по которому осуществляют движение, и/или движущие усилия, формируемые одним или более формирующими тягу транспортными средствами 104.

В соответствии с иллюстрацией на фиг. 3 при прохождении системы 100 транспортных средств через вершину 202 на маршруте 102 набор 300 транспортных средств 104 и/или 106 в системе 100 транспортных средств может начать испытывать растягивающее усилие, в отличие от остальных транспортных средств 104, 106. К примеру, вершина 202 может служить причиной тому, что транспортные средства 104 и/или 106 на противоположных сторонах вершины раздвигаются на большее расстояние друг относительно друга по сравнению с остальными парами транспортных средств 104 и/или 106 в системе

транспортных средств 100.

В соответствии с иллюстрацией на фиг. 4, когда система 100 транспортных средств продолжает движение через вершину 202 и низину 200, на маршруте 102 первый набор 300 транспортных средств 104 и/или 106, испытывающих растяжение, в системе 100 транспортных средств увеличивается, а транспортные средства 104 и/или 106 во втором наборе 400 в системе 100 транспортных средств начинают испытывать растяжение друг относительно друга. Второй набор 400 транспортных средств, испытывающих растяжение, может возникать вследствие того, что транспортное средство 104G развивает динамическое тормозное усилие в целях замедления движения по направлению к низине 202. Соединительные устройства 108 между транспортными средствами в "растянутых" наборах 300, 400 испытывают растягивающие усилия, тогда как соединительные устройства 108 между транспортными средствами в системе 100 транспортных средств, не входящими в наборы 300, 400, могут испытывать сжимающие усилия. В результате в системе 100 транспортных средств формируются узлы между набором 300 и транспортными средствами 104 и/или 106 между наборами 300, 400 и между набором 400 и транспортными средствами 104 и/или 106 между наборами 300, 400.

В соответствии с иллюстрацией на фиг. 5, когда система 100 транспортных средств продолжает движение через вершину 202 и низину 200 по маршруту 102, размеры "растянутых" наборов 300, 400 транспортных средств в системе 100 транспортных средств продолжают увеличиваться. Увеличение размера наборов 300, 400 указывает на то, что большее количество соединительных устройств 108 находятся в состоянии растяжения, и при этом узлы 402, 404 между наборами 300, 400 и транспортными средствами между наборами 300, 400 перемещаются в сторону друг друга.

В соответствии с иллюстрацией на фиг. 6, когда система 100 транспортных средств продолжает движение через вершину 202 и низину 200 по маршруту 102, размеры "растянутых" наборов 300, 400 транспортных средств в системе 100 транспортных средств продолжают увеличиваться, а узлы 402, 404 перемещаются в сторону друг друга, пока не столкнутся в местоположении 600 столкновения узлов. Местоположение 600 столкновения узлов представляет собой точку, в которой "растянутые" наборы 300, 400 транспортных средств в системе 100 транспортных средств приходят в соприкосновение друг с другом. Местоположение 600 столкновения узлов может представлять собой точку, в которой транспортные средства в наборах 300, 400 сталкиваются друг с другом (ведут себя как "якорь"), что может привести к разрушению одного или более соединительных устройств 108 в системе 100 транспортных средств.

Системы и способы, описанные в настоящем документе, позволяют определять потенциальные местоположения столкновения узлов, а также определять ограничения на ходовые параметры транспортных средств, позволяющие предотвратить столкновение узлов. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения местоположения столкновения узлов могут быть определены или предсказаны на основе одной или более моделей системы 100 транспортных средств и/или соединительных устройств 108 в системе 100 транспортных средств. К примеру, соединительные устройства 108 между транспортными средствами 104, 106 в системе транспортных средств могут моделироваться как пружины с коэффициентом жесткости и гасителем колебаний (например, масса транспортных средств 104 и/или 106 с которыми соединена моделируемая пружина). В результате приложения тяговых усилий (например, выходной мощности), обеспечиваемых формирующими тягу транспортными средствами, состоящими в системе 100 транспортных средств могут претерпеть изменения, при этом могут быть вычислены (например, оценены или смоделированы) усилия на соединительных устройствах 108 и/или энергии, накопленные в соединительных устройствах 108, в результате этих изменений, в различных местоположениях на маршруте 102 как функции тяговых усилий, обеспечиваемых формирующими тягу транспортными средствами 104 в различных местоположениях.

Исключительно в качестве примера может быть предсказано сжатие первого соединительного устройства 108 вследствие ожидаемого замедления первого ведущего формирующего тягу транспортного средства 104 и ожидаемого ускорения первого хвостового формирующего тягу транспортного средства 104, вызванных изменениями уклона маршрута 102 в ходе движения согласно синхронизированному плану будущей поездки (например, во время прохождения низины, или низшей точки маршрута 102). Для другого, второго соединительного устройства 108 может прогнозироваться растяжение вследствие ускорения второго ведущего формирующего тягу транспортного средства 104 и ожидаемого замедления второго прицепного формирующего тягу транспортного средства 104, вызванных изменением уклона на маршруте 102 в ходе поездки в соответствии с синхронизированным планом поездки (например, при прохождении вершины или высшей точки маршрута 102). В данном примере может быть спрогнозировано, что первое соединительное устройство 108 будет испытывать большую силу сжатия, чем второе соединительное устройство 108.

В качестве другого примера для системы 100 транспортных средств может использоваться модель упругого троса. В такой модели соединительные устройства 108 рассматриваются как не имеющие провисания при движении системы 100 транспортных средств по маршруту 102. Местоположения, для которых спрогнозировано, что в них соединительные устройства 108 будут иметь сравнительно большие усилия сжатия или сравнительно большие усилия растяжения вследствие тяговых и/или тормозных усилий, заданных планом поездки, и вследствие уклона на маршруте 102, не считают узлами. Как узлы оп-

ределяют другие местоположения, для которых спрогнозировано, что в них соединительные устройства 108 будут иметь сравнительно небольшие или нулевые сжимающие или растягивающие усилия. Альтернативно могут применяться и другие модели, и/или местоположения узлов и/или столкновения узлов могут быть определены исходя из предыдущих поездок системы 100 транспортных средств.

На фиг. 7 проиллюстрирован один из вариантов осуществления системы 700 управления мощностью и формирующее тягу транспортное средство 104 в системе 100 транспортных средств. Система 700 управления мощностью может определять местоположения узлов в системе 100 транспортных средств при будущей поездке или предстоящего сегмента поездки, определять, произойдут ли или могут ли произойти столкновения узлов, и/или определять ограничения на ходовые параметры системы 100 транспортных средств, позволяющие препятствовать столкновению узлов. Система 700 управления мощностью может быть расположена вне системы 100 транспортных средств или может, частично или полностью, быть расположена на борту системы 100 транспортных средств.

Система 700 управления мощностью включает одно или более устройств 702 ввода, которые принимают информацию, используемую для выявления потенциальных столкновений узлов. Устройства 702 ввода могут включать беспроводную антенну, сенсорный экран, клавиатуру, сетевые соединения, компьютерную мышь, компьютерное перо, микрофон и т.п. Информация, которую используют для выявления потенциальных столкновений узлов, включает тип транспортных средств 104, 106 в системе 100 транспортных средств, вес и/или длину транспортных средств 104, 106, тормозные и/или тяговые усилия, которые способны развивать транспортные средства 104, 106 (например, величины тягового усилия и/или тормозного усилия, которые способны развивать различные транспортные средства 104, 106), рельеф местности на маршруте 102 (например, радиусы кривых, уклоны и другие параметры маршрута 102), местоположения транспортных средств 104, 106 в системе 100 транспортных средств и/или другая информация, которая может использоваться при определении местоположения узлов и/или столкновений узлов.

Система 700 управления мощностью также включает один или более процессоров 704 контроллера. Процессоры 704 представляют собой аппаратные схемы, которые включают один или более процессоров или которые связаны с одним или более процессоров (например, микропроцессоров, электрически программируемых вентильных матриц и/или интегральных схем), программируемых для выполнения операций, описанных в настоящем документе. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения операции, описанные в настоящем документе, независимо от того, показаны они на фиг. 8 или нет, могут представлять собой программное обеспечение, которое используют для управления процессорами 704, или могут применяться для формирования программного обеспечения, которое используют для управления процессорами 704.

Запоминающее устройство 714 в системе 700 управления мощностью может представлять собой один или более машиночитаемых запоминающих устройств, таких как компьютерный жесткий диск, CD-ROM, DVD-ROM, съемная карта флэш-памяти, магнитная лента и т.п. Запоминающее устройство 714 может применяться для хранения информации в соответствии с описанием в настоящем документе, которую используют при определении ходовых параметров, планов поездки, линий столкновения, моделей системы 100 транспортных средств или другой информации.

Процессоры 704 контроллера определяют, где в системе 100 транспортных средств будут возникать узлы при движении во время будущей поездки или предстоящего сегмента поездки, на основе модели системы 100 транспортных средств и информации, принятой посредством устройств 702 ввода (и/или хранимой в запоминающем устройстве 714). В соответствии с настоящим описанием процессоры 704 контроллера могут определять план поездки, который включает заданные ходовые параметры для транспортных средств 104, 106 (например, параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, в зависимости от требований, для различных транспортных средств, при этом они заданы в виде функции времени и/или расстояния на маршруте 104) и/или который включает ограничения на ходовые параметры. Заданные ходовые параметры и/или ограничения на ходовые параметры системы 100 транспортных средств формируют для управления узлами во время поездки или предстоящего сегмента поездки. План поездки может быть передан в контроллер 706 формирующего тягу транспортного средства в системе 100 транспортных средств. К примеру, система 700 управления мощностью и транспортное средство 104 могут иметь устройства 720 связи, например антенны с приемопередающими схемами, которые используют для передачи плана поездки из процессоров 704 в контроллер 706 транспортного средства.

В контроллере 706 план поездки может использоваться для автономного управления работой тормозной системы 708 и/или двигательной системы 710 транспортного средства 104, показанного на фиг. 7, и/или других транспортных средств 104, 106 в этой же самой системе 100 транспортных средств. К примеру, контроллер 706 может передавать сигналы в другие транспортные средства 104, 106, управляя тормозными системами 708 и/или двигательными системами 710 этих транспортных средств 104, 106 в соответствии с планом поездки. Контроллер 706 представляет собой аппаратные схемы, которые содержат один или более процессоров или которые связаны с одним или более процессорами, управляющими движением транспортного средства и/или системы транспортных средств.

Запоминающее устройство 716 транспортного средства 104 может представлять собой один или более машиночитаемых запоминающих устройств, таких как компьютерный жесткий диск, CD-ROM,

DVD-ROM, съемная карта флэш-памяти, магнитная лента и т.п. Запоминающее устройство 716 может применяться для хранения информации в соответствии с описанием в настоящем документе, которую используют при управлении системой 100 транспортных средств, например ходовых параметров, планов поездки, линий столкновения, моделей системы 100 транспортных средств или другой информации.

Двигательные системы 710 могут представлять собой двигатели, моторы, аккумуляторы и другие устройства, формирующие тяговое усилие для обеспечения движения транспортного средства и системы транспортных средств. Тормозные системы 708 могут представлять собой тормоза, например динамические тормоза, пневматические тормоза и/или тормоза иного типа в транспортном средстве или в системе транспортных средств. Одно или более устройств 712 вывода в системе 700 управления мощностью передают план поездки в контроллер 706. Устройства 712 вывода могут представлять собой приемопередающие схемы, антенны, проводные соединения и т.п. Опционально одно или более устройств 712 вывода могут быть размещены на борту транспортного средства и могут инструктировать оператора транспортного средства о том, каким образом следует управлять транспортным средством согласно плану поездки. Например, устройство вывода может включать дисплей и/или громкоговорители на борту транспортных средств, посредством которых оператор инструктирует о том, каким образом следует управлять транспортным средством согласно плану поездки.

В дополнение или альтернативно контроллер 706 на борту транспортного средства может запрещать оператору ручное управление транспортным средством, которое не соответствовало бы плану поездки. К примеру, если оператор попытается применить для транспортного средства параметр регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза, который не попадает в допустимый диапазон или нарушает ограничения, заданные планом поездки, контроллер 706 может отменить или модифицировать ввод, выполненный оператором, и обеспечить управление системой транспортных средств таким образом, чтобы оно оставалось в пределах ограничений, наложенных планом поездки.

На фиг. 8 проиллюстрирован один из вариантов осуществления способа 800 управления системой транспортных средств. Способ 800 может применяться для управления движением системы 100 транспортных средств или для его ограничения, для предотвращения столкновений узлов. Способ 800 может представлять собой операции, выполняемые системой 700 управления мощностью, показанной на фиг. 7. На шаге 802 получают информацию, описывающую систему 100 транспортных средств, будущую поездку системы 100 транспортных средств и/или предстоящий сегмент поездки, которую в текущий момент выполняет система 100 транспортных средств. В соответствии с предшествующим описанием эта информация может включать вес транспортных средств в системе транспортных средств, радиусы кривых на маршруте 102, уклоны маршрута 102 и т.п.

На шаге 804 определяют одно или более ограничений на комбинированные параметры регулировки мощности для системы 100 транспортных средств. Эти ограничения могут включать ограничения на ходовые параметры, то есть, на параметры регулировки мощности (к примеру, параметры регулировки дроссельных заслонок, параметры регулировки тормозов, скорости, ускорения и т.п.) транспортных средств в системе 100 транспортных средств в различных местоположениях на маршруте 102, для управления узлами в системе 100 транспортных средств. К примеру, ограничения на параметры регулировки дроссельных заслонок и/или параметры регулировки тормозов транспортных средств в системе 100 транспортных средств могут быть определены, чтобы препятствовать, в системе 100 транспортных средств, столкновению узлов, которые были спрогнозированы на шаге 802. Ограничения на комбинированные параметры регулировки мощности могут называться маркерами предельной мощности. В соответствии с предшествующим описанием, комбинированный параметр регулировки мощности может представлять собой действующий параметр регулировки мощности транспортных средств (например, формирующих тягу транспортных средств) в системе транспортных средств.

На фиг. 9-11 проиллюстрированы примеры определения маркеров предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности в системе 100 транспортных средств в различных местоположениях на маршруте 102. На каждой из фиг. 9-11 первый график 11 представляет собой комбинированные ходовые параметры 1002 (например, параметры регулировки мощности) двух или более групп транспортных средств 104 в одной системе 100 транспортных средств. Горизонтальная ось 1004 представляет собой ходовые параметры первой группы транспортных средств 104, а вертикальная ось 1006 представляет собой ходовые параметры другой, второй группы транспортных средств 104 в той же системе 100 транспортных средств. Первая группа транспортных средств 104 может располагаться впереди второй группы транспортных средств по направлению движения системы 100 транспортных средств. Положительные значения ходовых параметров на осях 1004, 1006 указывают на то, что развивается тяговое усилие, а отрицательные значения ходовых параметров указывают на то, что развивается тормозное усилие, тогда как нулевые значения указывают на то, что транспортные средства 104 находятся в состоянии бездействия.

Несколько прямоугольников 1008 (например, прямоугольники 1008А-Е) представляют собой ограничения на ходовые параметры при различных заданных скоростях. Скорости, представленные прямоугольниками 1008, это различные скорости, с которыми может двигаться система 100 транспортных средств. Прямоугольник 1008А представляет собой ситуацию, в которой система 100 транспортных

средств движется со скоростью 32 км/ч, прямоугольник 1008В представляет собой ситуацию, в которой система 100 транспортных средств движется со скоростью 40 км/ч, прямоугольник 1008С представляет собой ситуацию, в которой система 100 транспортных средств движется со скоростью 48 км/ч, прямоугольник 1008D представляет собой ситуацию, в которой система 100 транспортных средств движется со скоростью 56 км/ч, а прямоугольник 1008Е представляет собой ситуацию, в которой система 100 транспортных средств движется со скоростью 64 км/ч.

Линия 1002 представляет собой различные комбинации ходовых параметров, используемых первой группой транспортных средств 104 и ходовых параметров, используемых второй группой транспортных средств 104. К примеру, линия 1002 может представлять собой различные комбинации ходовых параметров, при которых могут возникать столкновения узлов (например, столкновение "растяжений"). Соответственно таких комбинаций следует избегать. В данном примере не допускается пересечение линии 1002 сверху, в область под линией 1002, поскольку такой переход указывает на столкновение двух узлов. Буферная область 1010 вокруг комбинированных ходовых параметров 1002 представляет собой границу безопасности, которая опционально также может быть использована. Комбинированные ходовые параметры 1002 могут быть определены на основе модели системы транспортных средств.

На графиках 1012, на каждой из фиг. 9-11, показаны маркеры 1014 предельной мощности транспортных средств 104 в наборах транспортных средств в различных местоположениях на маршруте 102. Маркер 1014 предельной мощности представляет собой ограничения на комбинированные параметры регулировки мощности (например, параметры регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза), причем упомянутая предельная мощность может развиваться транспортными средствами 104 в наборах, в системе 100 транспортных средств, в различных местоположениях на маршруте 102. В соответствии с предшествующим описанием комбинированные параметры регулировки мощности могут представлять собой действующий параметр регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств.

Маркеры 1014 предельной мощности показаны в системе координат, имеющей горизонтальную ось 1016, которая представляет собой расстояние на маршруте 102, и вертикальную ось 1018, которая представляет собой нижние пределы комбинированных параметров регулировки. Маркеры 1014 предельной мощности представляют собой ограничения на комбинированные параметры регулировки мощности транспортных средств 104, пересечение которых для управляемости узлов в системе транспортных средств не допускается (например, для предотвращения столкновений узлов).

К примеру, маркер предельной мощности, имеющий значение -2, указывает на то, что действующий параметр регулировки мощности транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств не должен меняться от -1 (или нуля, или положительного значения) до -3 (или еще большего (по модулю)) отрицательного значения, чтобы гарантировать достаточно степеней свободы для управления узлами и/или для предотвращения столкновений узлов.

Значения маркеров 1014 предельной мощности определяют, исходя из того, где буферная область 1010 или комбинированный ходовой параметр пересекаются с одним или более прямоугольниками 1008. К примеру, график 1000, показанной на каждой из фиг. 9-11, представляет собой другое местоположение на маршруте 102. Пересечение 1020 между буферной областью 1010 и/или комбинированным ходовым параметром 1002 и одним или более из прямоугольников 1008 указывает на то, что ходовые параметры транспортных средств 104 в наборах должны быть ограничены, чтобы препятствовать столкновению узлов в системе 100 транспортных средств между наборами транспортных средств 104, если система 100 транспортных средств движется со скоростью, представленной соответствующим прямоугольником 1008. График 1000 на фиг. 9 представляет собой местоположение, отстоящее на 5,23 км от заданного местоположения в ходе поездки (например, начала поездки). В этом местоположении буферная область 1010 и комбинированный ходовой параметр указывают на то, что если система 100 транспортных средств будет двигаться со скоростью 64 км/ч в местоположении, которое отстоит на 5,23 км от заданного местоположения, то буферная область 1010 пересечет прямоугольник 1008Е в точке 1020Е пересечения.

Точка 1020Е пересечения указывает на то, что для комбинированных параметров регулировки мощности транспортных средств 104 имеются маркеры 1014Е предельной мощности. Эти маркеры 1014Е предельной мощности могут быть определены как равные некоторому значению, например -4 в примере на фиг. 9. Маркеры 1014 предельной мощности могут быть вычислены путем определения, какие параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов для первого набора транспортных средств 104 и какие параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов для второго набора транспортных средств 104 могут быть использованы для предотвращения столкновению узлов на скорости, связанной с прямоугольниками 1008, и в местоположении, показанном на фиг. 9.

При других скоростях системы 100 транспортных средств ни буферная область 1010, ни комбинированный ходовой параметр 1002 не пересекают ни один из прямоугольников 1008А-Д. Это означает, что для комбинированного параметра регулировки мощности транспортных средств 104 в наборах не существует маркеров 1014 предельной мощности, когда система 100 транспортных средств движется со скоростями, соответствующими прямоугольникам 1008А-Д. Система 100 транспортных средств может двигаться со скоростями, соответствующими прямоугольникам 1008А-Д и иметь при этом достаточно

степеней свободы, чтобы препятствовать столкновению узлов в системе 100 транспортных средств в местоположении, соответствующем фиг. 9.

В случае на фиг. 10 графики 1000, 1012 относятся к другому местоположению на маршруте 102, а именно к отстоящему на 5,6 км от упомянутого заданного местоположения. В этом местоположении комбинированные ходовые параметры 1002 и буферная область 1010 системы 100 транспортных средств пересекает прямоугольники 1008В-Е в соответствующих точках 1020В, 1020С, 1020D, 1020Е пересечения. Если система 100 транспортных средств будет двигаться со скоростью, соответствующей прямоугольнику 1008Е, в местоположении, соответствующем фиг. 10, то пересечение 1020Е означает, что маркер 1014Е предельной мощности для комбинированного параметра регулировки мощности транспортных средств 104 в наборах транспортных средств 104 системы 100 транспортных средств равен -3 или менее. Другие пересечения прямоугольников 1008В-D и буферной области 1010 или комбинированных ходовых параметров 1002 между местоположениями, соответствующими фиг. 9 и фиг. 10, дают дополнительные маркеры 1014В-D предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности. Эти дополнительные маркеры предельной мощности определяют форму ограничений 1014В-Д, показанных на графике 1012.

Если система 100 транспортных средств будет двигаться со скоростью, соответствующей прямоугольнику 1008D, в местоположении, соответствующем фиг. 10, то пересечение 1020D означает, что маркер 1026 предельной мощности для комбинированного параметра регулировки мощности транспортных средств 104 в наборах транспортных средств 104 системы 100 транспортных средств равен -3 или менее. Другие пересечения прямоугольников 1008 и буферной области 1010 или комбинированных ходовых параметров 1002 между местоположениями, соответствующими фиг. 9 и фиг. 10, дают дополнительные маркеры 1014 предельной мощности для комбинированного параметра регулировки мощности.

Дополнительные маркеры 1014С, 1014В предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности транспортных средств могут быть определены путем сравнения различных скоростей системы 100 транспортных средств (показанных блоками 1008) с комбинированными ходовыми параметрами 1002 и/или буферной областью в различных местоположениях. Пересечения 1020С, 1020В между этими прямоугольниками 1008 и комбинированными ходовыми параметрами 1002 и/или буферной областью 1010 задают маркеры 1014С, 1014В предельной мощности для комбинированных параметров регулировки мощности транспортных средств 104 в различных местоположениях на маршруте 102.

В случае на фиг. 11 графики 1000, 1012 относятся к другому местоположению на маршруте 102, а именно к отстоящему на 6.04 км от упомянутого заданного местоположения. В этом местоположении комбинированные ходовые параметры 1002 и буферная область 1010 системы 100 не пересекают ни один из прямоугольников 1008. Соответственно значения маркеров 1014А-Е предельной мощности, соответствующие скоростям для различных прямоугольников 1008А-Е, опущены (то есть не показаны на графике 1012). В результате в местоположении, соответствующем фиг. 11, маркеры предельной мощности (то есть, ограничения) для комбинированных параметров регулировки мощности транспортных средств 104, необходимые для исключения столкновений узлов, отсутствуют. Альтернативно маркеры предельной мощности могут быть вычислены на основе опорной скорости, вместо рассмотрения некоторого диапазона значений скорости (как это показано на фиг. 9-11). К примеру, может использоваться скорость из плана поездки системы 100 транспортных средств, на которую не наложено никаких ограничений.

На фиг. 12-14 проиллюстрировано, каким образом в соответствии с некоторыми из примеров определяют маркеры предельной мощности, показанные на фиг. 9-11. Эти чертежи включают горизонтальную ось 1200, которая представляет собой различные ходовые параметры транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств в первом наборе, составе или группе транспортных средств 104. Вертикальная ось 1202 представляет собой различные ходовые параметры транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств в другом наборе, составе или группе транспортных средств 104. Первый набор транспортных средств 104 может располагаться впереди второго набора транспортных средств по направлению движения системы 100 транспортных средств. Ходовые параметры могут представлять собой параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, используемые для транспортных средств 104 в каждом из наборов. К примеру, ходовой параметр, равный +X, на горизонтальной оси 1200 указывает на то, что транспортные средства 104 в первом наборе двигаются, и обеспечивают движение системы 100 транспортных средств, с параметром регулировки дроссельной заслонки, равным X, тогда как ходовой параметр, равный -X, на горизонтальной оси 1200 указывает на то, что транспортные средства 104 в первом наборе выполняют торможение с параметром регулировки тормоза, равным X. Ходовой параметр, равный +Y, на вертикальной оси 1202 указывает на то, что транспортные средства 104 во втором наборе двигаются, и обеспечивают движение системы 100 транспортных средств с параметром регулировки дроссельной заслонки, равным Y, тогда как ходовой параметр, равный -Y, на вертикальной оси 1202 указывает на то, что транспортные средства 104 во втором наборе выполняют торможение с параметром регулировки тормоза, равным Y.

Ограничения 1204 на ходовые параметры проиллюстрированы на фиг. 12-14 в виде прямоугольника, однако альтернативно они могут иметь другую форму. Ограничения 1204 определяют, насколько велики могут быть параметры регулировки дроссельных заслонок (в положительном направлении осей

1200, 1202), используемые транспортными средствами 104 в первом и втором наборах, и насколько велики могут быть параметры регулировки тормозов (в отрицательном направлении осей 1200, 1202), используемые транспортными средствами 104 в первом и втором наборах. На каждой из фиг. 12-14 проиллюстрировано, каким образом определяют маркеры предельной мощности для различных местоположений на маршруте 102 и/или для различных скоростей системы 100 транспортных средств. К примеру, на фиг. 12 проиллюстрировано, каким образом может быть определен маркер предельной мощности для первого местоположения на маршруте 102 и/или первой скорости системы 100 транспортных средств в первом местоположении, на фиг. 13 проиллюстрировано, каким образом может быть определен маркер предельной мощности для другого, второго местоположения на маршруте 102 и/или другой, второй скорости системы 100 транспортных средств в первом местоположении или в другом местоположении, а на фиг. 14 проиллюстрировано, каким образом может быть определен маркер предельной мощности для еще одного, третьего местоположения на маршруте 102 и/или еще одной, третьей скорости системы 100 транспортных средств в первом местоположении или в другом местоположении.

Отношение 1206 синхронизированных ходовых параметров представляет собой общие ходовые параметры, которые могут использоваться для транспортных средств 104 в первом и втором наборе в системе 100 транспортных средств. При движении системы 100 транспортных средств может потребоваться определенное количество движущего усилия, обеспечивающего перемещение системы 100 транспортных средств с заданной скоростью, или определенное количество тормозного усилия, обеспечивающего замедление системы 100 транспортных средств до заданной скорости. Количество движущего или тормозного усилия может быть определено на основе моделей системы 100 транспортных средств, на основе моделирования поездки системы 100 транспортных средств и/или на основе предшествующих поездок системы 100 транспортных средств.

Количество движущего или тормозного усилия, необходимого системе 100 транспортных средств, может представлять собой одну или более точек на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров. К примеру, в различных точках на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров для транспортных средств 104 в первом и втором наборах в системе 100 транспортных средств используют одинаковые параметры регулировки дроссельных заслонок или тормозов, которые дают различное суммарное количество движущего усилия или тормозного усилия для системы 100 транспортных средств. После определения количества движущего усилия и/или тормозного усилия может быть найдена точка 1210 на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров. Точка 1210 представляет собой общую выходную мощность формирующих тягу транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств (или в других, непересекающихся наборах транспортных средств, которые могут располагаться по обеим сторонам от узла, управление которым осуществляют).

После определения точки 1210 на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров суммарная выходная мощность, представленная точкой 1210, может быть распределена по транспортным средствам 104, то есть могут быть определены индивидуальные параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов транспортных средств 104 в других наборах в системе 100 транспортных средств. Для распределения суммарной выходной мощности может быть проанализировано отношение 1208 независимых ходовых параметров, и может быть определено, имеется ли достаточно степеней свободы для изменения ходовых параметров различных транспортных средств 104. Отношение 1208 независимых ходовых параметров представляет собой несинхронизированные ходовые параметры, которые могут использоваться для транспортных средств 104 в первом и втором наборе в системе 100 транспортных средств. В различных точках на графике отношения 1208 независимых ходовых параметров для транспортных средств 104 в первом, или ведущем, наборе транспортных средств в системе 100 транспортных средств используют параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, которые отличаются от параметров регулировки для транспортных средств 104 во втором, или хвостовом, наборе транспортных средств в системе 100 транспортных средств. После нахождения точки 1210 на графике отношения 1206 синхронных ходовых параметров может быть выбрана точка на графике отношения 1208 независимых ходовых параметров, в результате чего могут быть определены ходовые параметры транспортных средств 104 в ведущем наборе и ходовые параметры транспортных средств 104 в хвостовом наборе. Отношение 1208 независимых ходовых параметров может быть расположено под углом 90° относительно отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров. Альтернативно отношение 1208 независимых ходовых параметров может иметь иную ориентацию относительно отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров.

При работе системы модель системы 100 транспортных средств, моделирование поездки или анализ предшествующей поездки системы 100 транспортных средств по маршруту 102 могут использоваться для выявления местоположений на маршруте 102, в которых некоторые комбинации ходовых параметров, используемых для транспортных средств в ведущем и хвостовом наборах, могут приводить к столкновению узлов. Такие местоположения могут быть выявлены путем математического или компьютерного моделирования системы 100 транспортных средств с различными заданными скоростями или в различных местоположениях маршрута 102, в результате чего могут быть определены ходовые параметры, необходимые для движения с заданными скоростями. Математическое или компьютерное моделирова-

ние также позволяет определить, где расположены узлы, в какую сторону они двигаются и в каких местах произойдут или могут произойти столкновения узлов (например, с вероятностью больше 50%).

В местоположении на маршруте 102, проиллюстрированном на фиг. 12, не накладывается никаких ограничений на синхронизированные или независимые ходовые параметры, которые могут применяться для транспортных средств 104. Местоположение, соответствующее фиг. 12, не несет рисков или не несет значительного риска (например, риска более 3%, риска более 5% или риска более 10%) столкновения узлов, независимо от ходовых параметров, применяемых для транспортных средств 104. Следовательно, для местоположения, соответствующего фиг. 12, не определены маркеры предельной мощности, и аналогично маркеры предельной мощности не определены для местоположений в диапазоне от 4,4 до 5,07 км, для системы 100 транспортных средств, движущейся с любой из заданных скоростей, которые проиллюстрированы в примерах на фиг. 9-11.

В отношении местоположения на маршруте 102, соответствующего фиг. 13, однако имеется риск столкновения узлов при различных комбинациях ходовых параметров. Процессоры системы 700 управления мощностью могут находить комбинации ходовых параметров, несущие риск столкновения узлов, на основе моделей системы 100 транспортных средств, моделирования движения системы 100 транспортных средств и/или на основе предшествующих поездок системы 100 транспортных средств.

Линии 1300, 1302 столкновения представляют собой пороги, которые не должны пересекаться при изменении ходовых параметров транспортных средств 104 в первом и втором наборах. К примеру, изменение синхронизированных ходовых параметров на графике отношения 1206 и/или изменение независимых ходовых параметров на графике отношения 1208, приводящие к пересечению, ходовыми параметрами, любой из линий 1300, 1302 столкновения приведут, или могут привести, к столкновению узлов в местоположении, соответствующем фиг. 13. Линии 1300, 1302 проиллюстрированы как прямые линии, однако одна или более из линий 1300, 1302 столкновения могут иметь непрямолинейную форму, например волнообразную форму, форму параболы, форму кривой другого типа или иную форму.

В зависимости от размера, ориентации и положения линий 1300, 1302 столкновения процессоры системы 700 управления мощностью могут определять безопасную зону 1304. Безопасная зона 1304 представляет собой комбинации ходовых параметров, которые могут использоваться для транспортных средств в первом и втором наборах в системе 100 транспортных средств и препятствуют столкновению узлов между первым и вторым наборами транспортных средств 104. Безопасная зона 1304 может быть определена, или задана, в виде диапазонов для комбинаций ходовых параметров, охваченных ограничениями 1204 на ходовые параметры и отделенную от линий 1300, 1302 столкновения буферным расстоянием 1306, в соответствии с иллюстрацией на фиг. 13. Буферное расстояние может представлять собой процентную долю или величину, пропорциональную общему диапазону ходовых параметров, охваченному ограничениями 1204, например, 3%, 5% или 10%. Альтернативно безопасная зона 1304 может доходить до линий 1300, 1302 столкновения, но не включать их.

На основе безопасной зоны 1304 процессоры в системе 700 управления мощностью могут определять допустимые диапазоны ходовых параметров для транспортных средств в первом и втором наборах. Например, система 700 управления мощностью может определить, что тормозное усилие, необходимое для обеспечения движения системы 100 транспортных средств с заданной скоростью в местоположении, соответствующем фиг. 13, может быть сформировано с использованием синхронизированных ходовых параметров, определенных для точки 1210 на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров.

Точка 1210 на графике отношения 1206 синхронизированных ходовых параметров определяет, где отношение 1208 независимых ходовых параметров пересекает отношение 1206 синхронизированных ходовых параметров. Поскольку линия 1300 столкновения пересекает отношение 1208 синхронизированных ходовых параметров, проиллюстрированное на фиг. 13, не все ходовые параметры, заданные на графике отношения 1208 независимых ходовых параметров, могут быть использованы для транспортных средств 104 в ведущем и хвостовом наборах. К примеру, диапазон 1310 отношения 1208 независимых ходовых параметров, который расположен внутри безопасной зоны 1304, представляет собой ходовые параметры, которые могут быть использованы для транспортных средств 104 в ведущем и хвостовом наборах для управления одним или более узлами. Допустимый диапазон 1310 ходовых параметров может быть ограничен верхней и нижней границами мощности в одном или более транспортных средств 104, например, нижней границей мощности для параметра регулировки тормоза и верхней границей мощности для параметра регулировки дроссельной заслонки для одного или более транспортных средств 104.

Ходовые параметры, попадающие в диапазон 1310, определяют маркер предельной мощности для местоположения на маршруте 102 поездки, представленного безопасной зоной 1304, которая проиллюстрирована на фиг. 13. Значение предельного маркера мощности, показанного на графиках 1012, может быть достаточно велико, чтобы охватывать диапазон 1310 ходовых параметров, но не может быть больше, то есть маркер предельной мощности не может включать ходовые параметры, лежащие вне диапазона 1310. Например, если значение ходовых параметров на пересечении отношения 1208 независимых ходовых параметров и безопасной зоны 1310 (например, сторона, прилегающая справа к диапазону 1310 на фиг. 13) представляет собой ходовой параметр, равный -5, для транспортных средств 104 в ведущем

наборе, и ходовой параметр, равный -3, для транспортных средств в хвостовом наборе, то маркер предельной мощности может быть равен сумме этих ходовых параметров, то есть -8 для местоположения, показанного на фиг. 13.

На фиг. 14 проиллюстрирована безопасная зона 1404 и линии 1400, 1402 столкновения для другого местоположения на маршруте 102 и/или для другой скорости системы 100 транспортных средств. Точка 1210 представляет собой суммарную выходную мощность формирующих тягу транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств (или в других, непересекающихся наборах транспортных средств, которые могут располагаться по обеим сторонам от узла, управление которым осуществляют). В одном из примеров суммарная выходная мощность может быть представлена ходовыми параметрами, которые необходимы для приложения достаточного тормозного усилия (или движущего усилия) для движения системы 100 транспортных средств с заданной скоростью в местоположении на маршруте 102, которое показано на фиг. 13.

В соответствии с иллюстрацией на фиг. 13 безопасная зона 1404 слишком мала и не пересекает отношение 1208 независимых ходовых параметров, которое, в свою очередь, пересекает отношение 1206 синхронизированных ходовых параметров в точке 1210. Соответственно на отношении 1208 независимых ходовых параметров отсутствуют значения ходовых параметров, которые могли бы применяться в транспортных средствах 104 в ведущем и хвостовом наборах системы 100 транспортных средств, чтобы препятствовать столкновению узлов в местоположении на маршруте и при скорости, которые показаны на фиг. 13. Для этого местоположения на маршруте и этой скорости может быть задан маркер предельной мощности, равный нулю (или другому значению), поскольку никакие комбинации ходовых параметров не позволят получить ни достаточное движущее усилие, ни достаточное тормозное усилие, чтобы обеспечить движение системы 100 транспортных средств с заданной скоростью и одновременно с этим избежать столкновения узлов.

Исходя из диапазона 1310 допустимых ходовых параметров для различных местоположений на маршруте и для различных скоростей могут быть заданы различные маркеры предельной мощности. Маркеры предельной мощности представляют собой ограничения на суммарные тяговые усилия в системе 100 транспортных средств, которые определяют. Вернемся к рассмотрению блок-схемы алгоритма способа 800, показанной на фиг. 8. На шаге 806 создают один или более планов поездки с использованием ограничений на суммарные тяговые усилия системы 100 транспортных средств. Планы поездки могут создаваться путем назначения скоростей системы 100 транспортных средств в различных местоположениях на маршруте 102, а также скоростей, развиваемых транспортными средствами 104 в ведущем и хвостовом наборе системы 100 транспортных средств, которые обеспечиваются за счет того, что транспортные средства 104 работают с использованием ходовых параметров, лежащих в диапазоне 1310 маркеров предельной мощности в различных местоположениях на маршруте.

На шаге 808 ограничения на суммарные тяговые усилия транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств анализируют и находят приемлемые независимые конфигурации кратной тяги (DP). Приемлемая независимая конфигурация кратной тяги представляет собой одну или более комбинаций ходовых параметров, которые могут использоваться для различных транспортных средств 104 в ведущем наборе и/или в хвостовом наборе для обеспечения суммарных тяговых усилий в пределах ограничений, заданных маркерами предельной мощности. Ходовые параметры в пределах допустимого диапазона (например, диапазон 1310) маркеров предельной мощности включают различные комбинации параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов для транспортных средств 104 в ведущем и хвостовом наборах в системе 100 транспортных средств.

К примеру, одна из точек допустимого диапазона 1310 может представлять собой ходовой параметр, равный -6 (например, включение тормозов с параметром регулировки, равным 6 из максимальных 8), для транспортных средств в ведущем наборе системы 100 транспортных средств, и ходовой параметр, равный -3 (например, включение тормозов с параметром регулировки, равным 3 из максимальных 8), для транспортных средств 104 в хвостовом наборе системы 100 транспортных средств. Другая точка в том же допустимом диапазоне 1310 может представлять собой ходовой параметр, равный -7 (например, включение тормозов с параметром регулировки, равным 7 из максимальных 8), для транспортных средств в ведущем наборе системы 100 транспортных средств, и ходовой параметр, равный -2 (например, включение тормозов с параметром регулировки, равным 2 из максимальных 8), для транспортных средств 104 в хвостовом наборе системы 100 транспортных средств. Остальные точки в том же допустимом диапазоне 1310 могут представлять собой другие комбинации ходовых параметров или комбинированные ходовые параметры.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения процессоры в системе 700 управления мощностью могут анализировать ходовые параметры внутри диапазона допустимых ходовых параметров, определенных маркерами предельной мощности, и выбирать ходовые параметры для других местоположений на маршруте, исходя из того, насколько далеки ходовые параметры от линий столкновения. Например, если пять различных ходовых параметров лежат в диапазоне допустимых ходовых параметров, заданных маркером предельной мощности для первого местоположения на маршруте, то система 700 управления мощностью может выбрать, из этих пяти, ходовой параметр, отстоящий дальше от линии

столкновения, соответствующей первому местоположению на маршруте, чем один, или более, или все из остальных ходовых параметров внутри допустимого диапазона. Альтернативно система 700 управления мощностью может выбирать из диапазона допустимых ходовых параметров ходовой параметр, который находится ближе к линии столкновения, чем один, или более, или все из ходовых параметров внутри допустимого диапазона. В одном из примеров система 700 управления мощностью может выбирать ходовые параметры, лежащие вне буферной зоны вокруг линий столкновения.

Опционально процессоры системы 700 управления мощностью могут анализировать один или более параметров обращения с системой 100 транспортных средств для определения, какие из комбинированных ходовых параметров внутри допустимых диапазонов, заданных маркерами предельной мощности, следует использовать для плана поездки системы 100 транспортных средств. Параметр обращения может включать измерение, связанное с управлением системой 100 транспортных средств. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения система 700 управления мощностью может выбирать комбинированные ходовые параметры для уменьшения или минимизации параметров обращения. Под "минимизацией" (и различными другими формами этого термина) подразумевают, что значение параметра обращения уменьшено по сравнению с параметром обращения, который будет получен при другом комбинированном ходовом параметре (например, комбинированном ходовом параметре, не соответствующем маркеру предельной мощности или лежащем вне допустимого диапазона ходовых параметров, заданных маркером предельной мощности). "Минимизация" (и другие формы этого термина) также может означать уменьшение значения параметра обращения по меньшей мере до заданного предела, но не обязательно до наименьшего возможного значения.

Примеры параметров обращения включают усилия, приложенные к одному или более соединительным устройствам в системе 100 транспортных средств, кинетическую энергию и изменения положения дроссельной заслонки. Силы, воздействующие на соединительные устройства (например, усилия на соединительных устройствах) могут быть измерены посредством датчиков усилия, связанных с соединительными устройствами 108, или посредством датчиков расстояния (например, при помощи радиолокатора, лидара и т.п.). В дополнение или альтернативно усилия на соединительных устройствах могут быть определены на основе предшествующей поездки системы 100 транспортных средств (например, на основе предшествующих измерений). Опционально усилия на соединительных устройствах могут быть определены с использованием данных о маршруте, которые являются представлением маршрута 102 (например, радиусы кривых и/или уклонов) и/или данных о транспортных средствах, которые отражают размер (например, массу) системы 100 транспортных средств и/или части системы 100 транспортных средств:

$$F_{i-1} - F_i = m_i g_i + m_i \dot{v} \quad (\text{Уравнение 1})$$

где F_i - естественная сила, воздействующая на i -е соединительное устройство 108 в системе 100 транспортных средств, F_{i-1} - естественная сила, воздействующая на $(i-1)$ -е соединительное устройство 108 в системе 100 транспортных средств, m_i - масса i -го транспортного средства 104 или 106, g_i - медианный, средний или действующий уклон маршрута 102 системы 100 транспортных средств, а \dot{v} - ускорение системы 100 транспортных средств. Ускорение (\dot{v}) может представлять собой ускорение, обусловленное силой притяжения и может быть выражено следующим образом:

$$\dot{v} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i g_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \quad (\text{Уравнение 2})$$

В результате естественная сила, приложенная к i -му соединительному устройству 108, может быть определена как:

$$F_i = \sum_{j=1}^i m_j g_j + m_i \dot{v} \quad (\text{Уравнение 3})$$

Если сила на соединительном устройстве 108 положительна (например, больше нуля), это означает, что гравитационная сила обеспечивает растяжение соединительного устройства 108. Если сила на соединительном устройстве 108 отрицательна (например, меньше нуля), это означает, что гравитационная сила обеспечивает сжатие соединительного устройства 108. Система управления мощностью может выбирать комбинированные ходовые параметры для различных местоположений на маршруте 102 таким образом, чтобы уменьшить усилия на соединительных устройствах, чтобы устранить узлы или изменить местоположение узлов в системе 100 транспортных средств или чтобы иным образом управлять усилиями, приложенными к соединительным устройствам 108.

Например, процессоры системы 700 управления мощностью могут выбирать комбинированный хо-

довой параметр в некотором местоположении на маршруте 102 таким образом, чтобы снижалось суммарное усилие, приложенное к соединительным устройствам 108 (например, по сравнению с предыдущим местоположением), или чтобы суммарное усилие, приложенное к соединительным устройствам 108, было минимизировано. Суммарные усилия F_T , приложенные к соединительным устройствам 108 могут быть определены следующим образом:

$$F_T = \sum_{j=1}^i F_i^2 \quad (\text{Уравнение 4})$$

Альтернативно суммарные усилия, приложенные к соединительным устройствам, могут быть определены вычислением квадратного корня из суммы квадратов усилий, приложенных к каждому из соединительных устройств (или подмножества соединительных устройств 108) в системе 100 транспортных средств 100.

Если в качестве параметра обращения применяют кинетическую энергию, то система управления мощностью может выбирать комбинированный ходовой параметр, в некотором местоположении и при некоторой скорости системы 100 транспортных средств, который обеспечивает замедление, или инструктирует о необходимости замедления, систему 100 транспортных средств и/или одно или более транспортных средств 104, 106 (по сравнению с предшествующей скоростью), в результате чего кинетическая энергия системы 100 транспортных средств и/или одной или более групп транспортных средств 104, 106 снижается (по сравнению с предшествующей кинетической энергией). Альтернативно система управления мощностью может выбирать комбинированный ходовой параметр, который обеспечивает, в системе 100 транспортных средств, или инструктирует систему 100 транспортных средств о необходимости увеличения кинетической энергии одного или более наборов транспортных средств 104, 106, для ее увеличения до заданной кинетической энергии, например кинетической энергии другого набора транспортных средств в той же системе 100 транспортных средств, до попадания в заданный диапазон относительно кинетической энергии упомянутого другого набора транспортных средств 104, 106 (например, в пределах 1%, 3%, 5%, 10% или другого диапазона) или до другого значения. Выбор комбинированных ходовых параметров для управления кинетической энергией различных транспортных средств 104, 106 или наборов транспортных средств в одной системе 100 транспортных средств таким образом, чтобы они были равны или лежали в заданном диапазоне относительно друг друга, позволяет уменьшить усилия, воздействующие на соединительные устройства 108 между транспортными средствами 104, 106, и/или позволяет устранить узлы или уменьшить их количество в системе транспортных средств и соответственно улучшить параметры обращения с системой транспортных средств.

Если в качестве параметра обращения используют изменение положения дроссельной заслонки, процессоры системы 700 управления мощностью могут выбирать комбинированный ходовой параметр, который позволяет избежать изменений в параметрах регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов. Если ходовые параметры для транспортных средств 104 могут быть назначены для некоторого местоположения таким образом, чтобы не потребовалось изменять параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов относительно предшествующих или используемых в текущий момент параметров регулировки, то система 700 управления мощностью может выбирать ходовые параметры, устраняющие необходимость изменения параметров регулировки. Например, если система 700 управления мощностью определит, что для транспортных средств 104 в ведущем, хвостовом или ином наборе транспортных средств в системе 100 транспортных средств должны быть использованы параметры регулировки дроссельных заслонок, равные 4, в первом местоположении на маршруте 102, и при этом маркер предельной мощности ограничивает параметр регулировки дроссельной заслонки значениями 3, 4 или 6 во втором, дальнейшем местоположении на маршруте 102, то система 700 управления мощностью может предписывать, чтобы для транспортных средств 104 во втором местоположении были использованы параметры регулировки дроссельных заслонок, равные 4, чтобы снизить количество переключений параметров регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза в плане поездки или полностью их устранить. В качестве другого примера система 700 управления мощностью может выбирать параметр регулировки дроссельной заслонки и/или тормоза, наиболее близкий к предыдущему параметру регулировки дроссельной заслонки или тормоза. Например, если система 700 управления мощностью определит, что для транспортных средств 104 в ведущем, хвостовом или ином наборе транспортных средств в системе 100 транспортных средств должны быть использованы параметры регулировки тормозов, равные 4, в третьем местоположении на маршруте 102, и при этом маркер предельной мощности ограничивает параметр регулировки тормоза значениями 5, 6 или 7 в четвертом, дальнейшем местоположении на маршруте 102, то система 700 управления мощностью может предписывать, чтобы для транспортных средств 104 в четвертом местоположении были использованы параметры регулировки дроссельных заслонок, равные 5, чтобы уменьшить степень изменения параметра регулировки тормоза при переходе между этими местоположениями.

Вернемся к описанию блок-схемы алгоритма способа 800. На шаге 808 параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов выбирают из допустимых диапазонов, заданных маркерами пре-

дельной мощности, в виде независимых конфигураций кратной тяги. В одном из примеров для каждого местоположения может быть выбран один ходовой параметр (например, для каждого километра на маршруте или для каждого из набора последовательных километров на маршруте) на маршруте 102. Опционально для каждого местоположения могут быть выбраны несколько ходовых параметров. Например, вместо выбора одного ходового параметра для включения в план поездки для местоположения, связанного с маркером предельной мощности, могут быть выбраны два или более ходовых параметров в допустимом диапазоне, заданным этим маркером предельной мощности, или все такие ходовые параметры. Назначение нескольких ходовых параметров для одного местоположения позволяет системе 100 транспортных средств, или оператору системы 100 транспортных средств, использовать множество различных ходовых параметров в одном или более местоположений на маршруте 102.

На шаге 810 определяют или пересматривают план поездки для будущей поездки или предстоящего сегмента поездки на основе (или с использованием) ходовых параметров (например, параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов), которые были выбраны на основе допустимых ходовых параметров, заданных маркерами предельной мощности в различных местоположениях на маршруте. Затем система 100 транспортных средств может двигаться по маршруту 102 с использованием сформированного плана поездки, то есть с использованием параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, заданных для различных местоположений на маршруте на основе маркеров предельной мощности.

На шаге 812 система транспортных средств движется по маршруту 102 в течение поездки или сегмента поездки с использованием ходовых параметров, заданных планом поездки. Управление системой 100 транспортных средств может осуществляться автоматически согласно плану поездки контроллером 706, который управляет двигательной и тормозной системами 710, 708 системы 100 транспортных средств в соответствии с параметрами регулировки, заданными планом поездки. Опционально контроллер может обеспечивать отображение выходным устройством 712 инструкций оператору системы 100 транспортных средств, которые предписывают оператору, каким образом следует управлять двигательными и тормозными системами 710, 708 в соответствии с планом поездки.

На шаге 814 контролируют работу системы 100 транспортных средств во время движения в соответствии с ходовыми параметрами, заданными планом поездки, благодаря чему могут быть выявлены отклонения или иные расхождения между работой системы 100 транспортных средств и планом поездки. Во время движения системы 100 транспортных средств один или более факторов могут приводить к тому, что параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, используемые в системе 100 транспортных средств при движении, будут отклоняться от ходовых параметров, заданных планом поездки.

К примеру, лобовой ветер (т.е. ветер, направленный в сторону, обратную или частично противоположную движению системы 100 транспортных средств) может привести к тому, что контроллер 706 или оператор будут использовать более высокие значения параметров регулировки дроссельных заслонок (например, параметры регулировки, обеспечивающие формирование, системой 100 транспортных средств, большей тяговой силы, или усилия, чем менее высокие значения параметров регулировки) и/или менее высокие значения параметров регулировки тормозов (например, параметры регулировки, обеспечивающие формирование, системой 100 транспортных средств, меньшей тормозной силы, или усилия, чем более высокие значений параметров регулировки) по сравнению с заданными в плане поездки. Альтернативно попутный ветер (т.е. ветер в направлении, совпадающем с направлением поездки, или не противодействующий движению системы 100 транспортных средств) может привести к тому, что контроллер 706 или оператор будут использовать менее высокие значения параметров регулировки дроссельных заслонок и/или более высокие значения параметров регулировки тормозов, чем заданные в плане поездки.

В качестве другого примера различия в трении или сцеплении между колесами системы 100 транспортных средств и поверхностью, и трением или сцеплением, на которых основан план поездки, могут приводить к тому, что контроллер 706 или оператор будут использовать параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, отличающиеся от заданных в плане поездки.

В другом примере различия в весе транспортных средств 104 и/или 106, различия в местоположении транспортных средств 104 и/или 106 в системе 100 транспортных средств или другие различия в системе 100 транспортных средств или различия во внешних условиях, в которых система 100 транспортных средств осуществляет движение, и данными о системе 100 транспортных средств и/или внешних условиях, на которых основан план поездки, могут приводить к тому, что контроллер 706 и/или оператор будут использовать ходовые параметры, отличающиеся от заданных в плане поездки, в одном или более местоположениях на маршруте 102.

Ходовые параметры, которые используют для управления движением системы транспортных средств, если они отличаются от ходовых параметров, заданных в плане поездки, могут быть названы отклоняющимися ходовыми параметрами, тогда как ходовые параметры, предписанные планом поездки, могут быть названы заданными ходовыми параметрами. Контроль за работой системы 100 транспортных средств может выполняться посредством контроллера 706, например за счет анализа контроллером 706 параметров регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов.

На шаге 816 контролируемую работу системы 100 транспортных средств сравнивают с ходовыми

параметрами, заданными планом поездки, и определяют, отклоняются ли параметры работы от плана поездки. Если контролируемая работа (например, параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов) отличаются от заданных ходовых параметров, то контроллер 706 может определять, что заданные ходовые параметры должны быть изменены, чтобы система 100 транспортных средств продолжала двигаться согласно плану поездки или вернулась к движению согласно плану поездки. К примеру, контроллер 706 может определить, что параметры регулировки дроссельных заслонок должны быть увеличены или параметры регулировки тормозов должны быть уменьшены для ускорения системы 100 транспортных средств и возвращения ее к параметрам, заданным в плане поездки, или определить, что параметры регулировки дроссельных заслонок должны быть уменьшены или параметры регулировки тормозов должны быть увеличены для замедления системы 100 транспортных средств и возвращения ее к параметрам, заданным в плане поездки.

Если контроллер 706 определит, что контролируемая работа отличается от плана поездки, тогда в алгоритме способа 800 может быть выполнен переход к шагу 818, на котором изменяют движение системы 100 транспортных средств. С другой стороны, если контроллер 706 определит, что контролируемая работа не отличается от плана поездки, например контролируемый параметр работы находится в пределах заданного порога от параметра, заданного в плане поездки, например 10%, одно положение штурвала машиниста и т.п., то в алгоритме способа 800 может выполняться возврат к шагу 812, чтобы система 100 транспортных средств могла продолжать движение согласно плану поездки, с контролем ее работы на предмет отклонения от плана поездки. Опционально выполнение способа 800 может завершаться, например, когда поездка окончена.

На шаге 818 выбирают один или более альтернативных ходовых параметров, позволяющих вернуть систему 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, но при этом также предотвращающих столкновение узлов в системе 100 транспортных средств. В соответствии с предшествующим описанием система 700 управления мощностью может определять линии столкновения, которые задают ходовые параметры, с высокой вероятностью способные привести к столкновениям узлов в системе 100 транспортных средств. Информация об этих линиях столкновения может быть передана из системы 700 управления мощностью в контроллер 706 транспортного средства, благодаря чему контроллер 706 может определять, какие ходовые параметры следует использовать для возвращения системы 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, препятствуя при этом столкновению узлов.

На фиг. 15 проиллюстрированы альтернативные ходовые параметры 1500, которые могут быть выбраны контроллером 706 транспортного средства, показанным на фиг. 7, в ответ на то, что параметры работы системы 100 транспортных средств отклоняются от плана поездки, в соответствии с одним из примеров. Альтернативные ходовые параметры 1500 показаны в системе координат, имеющей горизонтальную ось 1502, которая представляет собой ходовые параметры для одного из наборов транспортных средств в системе 100 транспортных средств (например, ведущего набора транспортных средств 104), и вертикальную ось 1504, которая представляет собой ходовые параметры другого набора транспортных средств 104 в той же системе 100 транспортных средств (например, хвостового набора транспортных средств 104). Положительные значения на осях 1502, 1504 обозначают параметры регулировки дроссельных заслонок или движущее усилие, развиваемое транспортными средствами 104, тогда как отрицательные значения на осях 1502, 1504 обозначают параметры регулировки тормозов или тормозное усилие, развиваемое транспортными средствами 104.

Альтернативные ходовые параметры 1500, показанные на фиг. 15, лежат на линии, соединяющей первый комбинированный ходовой параметр 1506 и второй комбинированный ходовой параметр 1508. Первый комбинированный ходовой параметр 1506 представляет собой ситуацию, в которой транспортные средства 104 в обоих наборах одновременно включают тормоза с одинаковым параметром регулировки (например, равным около -3), а второй комбинированный ходовой параметр 1508 представляет собой ситуацию, в которой транспортные средства в упомянутых наборах формируют движущее усилие с одинаковыми параметрами регулировки дроссельных заслонок (например, равными около +3). Контроллер 706 может выбирать точку на линии, соответствующей альтернативным ходовым параметрам 1500, в ответ на отклонение параметров работы системы 100 транспортных средств от плана поездки.

Например, если необходимо дополнительное тяговое усилие, чтобы вернуть систему 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, то контроллер 706 может выбирать ходовые параметры для транспортных средств 104 на линии, описывающей альтернативные ходовые параметры 1500, которые обеспечивают дополнительное тяговое усилие. И наоборот, если необходимо дополнительное тормозное усилие, чтобы вернуть систему 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, то контроллер 706 может выбирать ходовые параметры для транспортных средств 104 на линии, описывающей альтернативные ходовые параметры 1500, которые обеспечивают дополнительное тормозное усилие. В проиллюстрированном примере альтернативных ходовых параметров 1500 отсутствуют линии столкновения. В результате контроллер 706 может выбирать множество различных ходовых параметров из альтернативных ходовых параметров 1500 без риска столкновения узлов.

Альтернативные ходовые параметры, которые могут применяться контроллером 706 для возврата системы 100 к движению согласно плану поездки, могут быть различными в зависимости от местополо-

жения на маршруте 102. Например, альтернативные ходовые параметры 1500, показанные на фиг. 15, могут отличаться в случае другого местоположения на маршруте 102.

На фиг. 16 проиллюстрированы альтернативные ходовые параметры 1600, которые могут быть выбраны контроллером 706 транспортного средства, показанным на фиг. 7, в ответ на то, что параметры работы системы 100 транспортных средств отклоняются от плана поездки, в соответствии с другим примером. Альтернативные ходовые параметры 1600 показаны по осям 1502, 1504, которые были описаны выше. Альтернативные ходовые параметры 1600 могут быть заданы процессорами 704 системы 700 управления мощностью для местоположения на маршруте, которое отличается от местоположения, соответствующего альтернативным ходовым параметрам 1500. Альтернативные ходовые параметры 1600 отличаются от альтернативных ходовых параметров 1500 тем, что альтернативные ходовые параметры 1600 проходят через другие комбинации ходовых параметров, исключающие пересечение линий 1602, 1604 столкновения.

Линии 1602, 1604 столкновения могут быть аналогичны линиям 1300, 1302 столкновения, показанным на фиг. 13, в том отношении, что линии 1602, 1604 могут представлять собой комбинированные ходовые параметры транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств, приводящие к столкновению одного или более узлов в системе 100 транспортных средств. Например, изменение ходовых параметров транспортных средств 104, при котором ходовые параметры пересекают линии 1602 и/или 1604, или касаются их, может приводить к столкновению узлов в системе 100 транспортных средств. В отличие от линий 1300, 1302 столкновения, линии 1602, 1604 столкновения имеют изогнутую, или непрямолинейную, форму. В результате альтернативные ходовые параметры 1600 лежат на двух различных линиях, имеющих различные направления. Одна линия альтернативных ходовых параметров 1600 проходит от нижнего предела 1606 торможения (например, параметров регулировки тормозов для транспортных средств в ведущем наборе, равных около 4, и параметров регулировки тормозов для транспортных средств 104 в хвостовом наборе, равных около 2) до нулевых значений параметров регулировки дроссельных заслонок и параметров регулировки тормозов, а вторая линия альтернативных ходовых параметров 1600 проходит от нулевых параметров регулировки дроссельных заслонок и параметров регулировки тормозов до верхнего предела 1608 тяги (например, параметров регулировки дроссельных заслонок для транспортных средств 104 в ведущем наборе, равных около 2, до параметров регулировки дроссельных заслонок для транспортных средств 104 в хвостовом наборе, равных около 4).

Альтернативные ходовые параметры 1600 определяются линиями 1602, 1604 столкновения в том смысле, что ходовые параметры 1600 должны лежать выше линий столкновения 1602, 1604, для параметров регулировки дроссельных заслонок для транспортных средств 104 в хвостовом, или удаленном, наборе, и слева от линий столкновения 1602, 1604, для параметров регулировки тормозов для транспортных средств 104 в ведущем наборе. К примеру, альтернативные ходовые параметры 1600 не должны допускать назначение ходовых параметров для транспортных средств 104, которые имеют менее высокие значения параметров регулировки дроссельных заслонок или более высокие значения параметров регулировки тормозов, чем заданные линиями столкновения 1602, 1604.

Вернемся к описанию блок-схемы алгоритма для способа 800, показанной на фиг. 8. На шаге 818 выбирают один или более альтернативных ходовых параметров, позволяющих вернуть системы 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, но при этом также препятствующих столкновению узлов в системе 100 транспортных средств. Альтернативные ходовые параметры могут быть выбраны таким образом, чтобы исключить пересечение линий 1300, 1302, 1602, 1604 столкновения, в соответствии с предшествующим описанием. Контроллер 706 может управлять системой 100 транспортных средств или инструктировать оператора системы 100 транспортных средств об управлении системой 100 транспортных средств с использованием альтернативных ходовых параметров, что позволяет вернуться к движению согласно плану поездки, и вместе с тем препятствовать столкновению узлов. Затем в алгоритме способа 800 может быть выполнен возврат к шагу 812, в результате чего система 100 транспортных средств может продолжить движение согласно плану поездки, а ее работа будет контролироваться на предмет отклонений от плана поездки. Опционально выполнение способа 800 может завершаться, например, когда поездка окончена.

На фиг. 17 проиллюстрирован один из примеров линий столкновения 1700, 1702, которые определяют зоны столкновения при движении системы 100 транспортных средств, показанной на фиг. 1. Линии 1700, 1702 столкновения и зоны 1704 столкновения показаны в системе координат из горизонтальной оси 1706, представляющей собой параметры регулировки дроссельных заслонок и параметры регулировки тормозов (например, ходовые параметры) для транспортных средств 104 в ведущем наборе системы 100 транспортных средств, и вертикальной оси, представляющей собой параметры регулировки дроссельных заслонок и параметры регулировки тормозов (например, ходовые параметры) для транспортных средств в хвостовом, или удаленном, наборе в системе 100 транспортных средств.

Зоны 1704 столкновения представляют собой области между линиями 1700, 1702 столкновения. Аналогично линиям 1300, 1302, 1602, 1604, показанным на фиг. 13 и 16, линии 1700, 1702 столкновения представляют собой комбинированные ходовые параметры, которые приводят к столкновению узлов в системе 100 транспортных средств. Например, изменение ходовых параметров транспортных средств

104, при котором ходовые параметры пересекают линии 1700 и/или 1602, с выходом или входом в зоны 1704 столкновения приводит к столкновению узлов в системе 100 транспортных средств. Линии 1700, 1702 могут представлять собой различные типы столкновений узлов. Линии 1700 столкновения могут представлять собой столкновения узлов, которые происходят в некотором месте системы 100 транспортных средств между ведущим и хвостовым наборами транспортных средств 104 в результате движения упомянутых наборов транспортных средств 104 в сторону друг друга. Такой тип относительного перемещения в системе 100 транспортных средств приводит к сжатию одного или более соединительных устройств 108 между упомянутыми наборами транспортных средств 104. Подобный тип столкновения узлов может быть назван столкновением "сжатий".

И наоборот, линии 1702 столкновения могут представлять собой столкновения узлов, которые происходят в некотором месте системы 100 транспортных средств между ведущим и хвостовым наборами транспортных средств 104 в результате движения упомянутых наборов транспортных средств 104 в системе 100 транспортных средств в сторону друг от друга. Такой тип относительного перемещения приводит к растяжению одного или более соединительных устройств 108 между упомянутыми наборами транспортных средств 104. Подобный тип столкновения узлов может быть назван столкновением "растяжений".

Столкновения сжатий и растяжений могут быть выявлены в соответствии с предшествующим описанием на основе моделей системы 100 транспортных средств, на основе предшествующих поездок системы 100 транспортных средств и т.п. Линии 1700, 1702 столкновения могут применяться для определения, какие ходовые параметры могут быть использованы, а какие - не могут, в различных местоположениях в ходе поездки системы 100 транспортных средств, чтобы препятствовать столкновению узлов различных типов, в соответствии с предшествующим описанием. Когда столкновение узлов происходит, количество узлов (n) уменьшается до $(n-2)$, поскольку два столкнувшихся узла исчезают. На основе линий столкновения может быть просчитано количество узлов для всех комбинаций тягового усилия. Линии столкновения определяют зоны столкновения и количество узлов в системе транспортных средств для местоположения, которому соответствуют эти линии столкновения.

Альтернативные ходовые параметры 1500, показанные на фиг. 15, лежат на линии, соединяющей первый комбинированный ходовой параметр 1506 и второй комбинированный ходовой параметр 1508. Первый комбинированный ходовой параметр 1506 представляет собой ситуацию, в которой транспортные средства 104 в обоих наборах одновременно включают тормоза с одинаковым параметром регулировки (например, равным около -3), а второй комбинированный ходовой параметр 1508 представляет собой ситуацию, в которой транспортные средства в упомянутых наборах формируют движущее усилие с одинаковым параметром регулировки дроссельной заслонки (например, равным около +3). Контроллер 706 может выбирать точку на линии, соответствующей альтернативным ходовым параметрам 1500, в ответ на отклонение параметров работы системы 100 транспортных средств от плана поездки.

Например, если необходимо дополнительное тяговое усилие, чтобы вернуть систему 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, то контроллер 706 может выбирать ходовые параметры для транспортных средств 104 на линии, описывающей альтернативные ходовые параметры 1500, которые обеспечивают дополнительное тяговое усилие. И наоборот, если необходимо дополнительное тормозное усилие, чтобы вернуть систему 100 транспортных средств к движению согласно плану поездки, то контроллер 706 может выбирать ходовые параметры для транспортных средств 104 на линии, описывающей альтернативные ходовые параметры 1500, которые обеспечивают дополнительное тормозное усилие. В проиллюстрированном примере альтернативных ходовых параметров 1500 отсутствуют линии столкновения. В результате контроллер 706 может выбирать множество различных ходовых параметров из альтернативных ходовых параметров 1500 без риска столкновения узлов.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения система управления мощностью для системы транспортных средств включает один или более процессоров, сконфигурированных для выявления узлов соединительных устройств в системе транспортных средств для обеспечения движения системы транспортных средств по маршруту. Узлы соединительных устройств представляют собой состояния провисания соединительных устройств между транспортными средствами в системе транспортных средств. Упомянутые один или более процессоров также сконфигурированы для определения одного или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположениях на маршруте, где состояние одного или более узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменится внутри системы транспортных средств при будущем движении системы транспортных средств. Упомянутые один или более процессоров также сконфигурированы для определения ограничения на работу системы транспортных средств для управления узлами соединительных устройств при будущем движении системы транспортных средств и для распределения упомянутых одного или более комбинированных ходовых параметров среди двух или более транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых двух или более транспортных средств на основе упомянутого ограничения, которое было определено. Упомянутые индивидуальные ходовые параметры включают один или более параметров регулировки дроссельных заслонок или параметров регулировки тормозов транспортных средств.

Опционально определяемые ходовые параметры включают одно или более из следующего: параметр регулировки дроссельной заслонки для одного или более транспортных средств; параметр регулировки тормоза для одного или более транспортных средств; скорость движения одного или более транспортных средств; тяговая мощность, развиваемая одним или более транспортными средствами; тяговое усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами; тормозное усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами; и/или ускорение одного или более транспортных средств.

В одном из примеров соединительные устройства включают по меньшей мере одно соединительное устройство с концевым поглощающим аппаратом, и при этом один или более процессоров сконфигурированы для определения одного или более комбинированных ходовых параметров путем определения, в какой момент изменяется состояние упомянутого по меньшей мере одного соединительного устройства с концевым поглощающим аппаратом. Узлы соединительных устройств опционально представляют местоположения в системе транспортных средств, где транспортные средства перемещаются относительно друг друга внутри системы транспортных средств, в то время как соединительные устройства между этими транспортными средствами остаются в состоянии провисания.

В одном из примеров один или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположений на маршруте, в которых состояние узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменяется, определяют посредством одного или более процессоров на основе одной или более характеристик маршрута или системы транспортных средств. Опционально комбинированные ходовые параметры представляют собой синхронизированные параметры регулировки мощности для транспортных средств в первом наборе транспортных средств в системе транспортных средств и для транспортных средств в отличающемся втором наборе транспортных средств в упомянутой системе транспортных средств. В одном из примеров один или более процессоров сконфигурированы для определения ограничения на работу системы транспортных средств путем определения нижнего предела мощности или верхнего предела мощности для по меньшей мере одного из транспортных средств в системе транспортных средств.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения способ задания параметров регулировки мощности для системы транспортных средств включает выявление узлов соединительных устройств в системе транспортных средств для обеспечения движения системы транспортных средств по маршруту. Узлы соединительных устройств представляют собой состояния провисания соединительных устройств между транспортными средствами в системе транспортных средств. Способ также включает определение одного или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположениях на маршруте, где состояние одного или более узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменится внутри системы транспортных средств при будущем движении системы транспортных средств, и определение индивидуального ходового параметра для одного или более транспортных средств на основе упомянутого ограничения, которое было определено. Упомянутый индивидуальный ходовой параметр включает параметр регулировки мощности одного или более транспортных средств.

Опционально упомянутый индивидуальный ходовой параметр определяют для каждого из двух или более транспортных средств. В одном из примеров определяемые ходовые параметры включают одно или более из следующего: параметр регулировки дроссельной заслонки для одного или более транспортных средств; параметр регулировки тормоза для одного или более транспортных средств; скорость движения одного или более транспортных средств; тяговая мощность, развиваемая одним или более транспортными средствами; тяговое усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами; тормозное усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами; и/или ускорение одного или более транспортных средств.

Опционально соединительные устройства включают по меньшей мере одно соединительное устройство с концевым поглощающим аппаратом, и при этом определение одного или более комбинированных ходовых параметров включает определение, в какой момент изменяется состояние упомянутого по меньшей мере одного соединительного устройства с концевым поглощающим аппаратом. В одном из примеров узлы соединительных устройств опционально представляют местоположения в системе транспортных средств, где транспортные средства перемещаются относительно друг друга внутри системы транспортных средств, в то время как соединительные устройства между этими транспортными средствами остаются в состоянии провисания. Опционально один или более комбинированных ходовых параметров в одном или более местоположений на маршруте, где состояние узлов соединительных устройств в системе транспортных средств изменяется, определяют на основе одной или более характеристик маршрута или системы транспортных средств.

Комбинированные ходовые параметры могут представлять собой синхронизированные параметры регулировки мощности для транспортных средств в первом наборе транспортных средств в системе транспортных средств и для транспортных средств в отличающемся втором наборе транспортных средств в упомянутой системе транспортных средств. Опционально определение ограничения на работу системы транспортных средств включает определение нижнего предела мощности и/или верхнего предела мощности для по меньшей мере одного из транспортных средств в системе транспортных средств.

В одном из примеров способ также может включать определение одного или более изменений в одном или более комбинированных ходовых параметров, вызванных одним или более факторов, внешних по отношению к системе транспортных средств, и перераспределение одного или более комбинированных ходовых параметров среди двух или более транспортных средств при движении системы транспортных средств по маршруту. Опционально способ включает отображение инструкций оператору системы транспортных средств, предписывающих оператору управление системой транспортных средств согласно индивидуальным ходовым параметрам, которые были определены.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения способ управления системой транспортных средств включает определение местоположения на маршруте при будущей поездке системы транспортных средств, на котором узлы соединительных устройств в системе транспортных средств столкнутся друг с другом, и распределение выходной мощности среди двух или более формирующих тягу транспортных средств на противоположных сторонах по меньшей мере одного из узлов соединительных устройств в системе транспортных средств. Упомянутая выходная мощность препятствует столкновению узлов соединительных устройств друг с другом в упомянутом местоположении на маршруте. Способ также включает формирование плана поездки для формирующих тягу транспортных средств в системе транспортных средств на основе выходной мощности, которая была распределена. План поездки задает одну или более скоростей движения, один или более параметров регулировки дроссельных заслонок или параметров регулировки тормозов системы транспортных средств как функцию расстояния на маршруте.

Опционально узлы соединительных устройств представляют местоположения в системе транспортных средств, в которых части из одного или более транспортных средств, связанных соединительным устройством в системе транспортных средств, перемещаются относительно друг друга внутри системы транспортных средств, в то время как упомянутое соединительное устройство остается в состоянии провисания. В одном из примеров выходная мощность представляет собой синхронизированный параметр регулировки мощности для формирующих тягу транспортных средств в системе транспортных средств, используемый для формирования выходной мощности. Опционально распределение выходной мощности включает асинхронное распределение выходной мощности среди формирующих тягу транспортных средств, что обеспечивает формирование этими формирующими тягу транспортными средствами суммарной выходной мощности.

Нужно понимать, что приведенное выше описание имеет целью иллюстрацию, а не ограничение настоящего изобретения. К примеру, описанные выше варианты осуществления настоящего изобретения (и/или их аспекты) могут использоваться в сочетании друг с другом. При этом в пределах объема настоящего изобретения может быть внесено множество изменений для приспособления замысла настоящего изобретения к конкретной ситуации или к конкретным материалам. Размеры и типы материалов, описанные в настоящем документе, имеют целью определение параметров настоящего изобретения, но никоим образом не ограничивают его и являются всего лишь примерами его осуществления. По прочтении приведенного выше описания специалистами в данной области техники могут быть найдены множество дополнительных вариантов осуществления настоящего изобретения. Соответственно для определения объема настоящего изобретения необходимо обращаться к приложенной формуле изобретения, при этом в объем правовой защиты изобретения попадают все эквиваленты, упомянутые в пунктах формулы изобретения. В приложенной формуле изобретения выражения "содержащий" и "в котором" используются как упрощенные эквиваленты соответствующих терминов "охватывающий" и "отличающийся тем, что". При этом в приведенной ниже формуле изобретения выражения "первый", "второй", "третий" и т.д. используются исключительно как обозначения и не служат для наложения порядковых ограничений на их объекты. Также ограничения приведенных ниже пунктов формулы изобретения не имеют формата "средство плюс функция" и не должны интерпретироваться на основании шестого пункта §112(f) главы 35 Кодекса США, кроме случаев, когда в ограничении пункта формулы изобретения явно используется выражение "средство", за которым следует описание функции без описания структуры.

В настоящем документе для описания нескольких вариантов осуществления, а также для обеспечения возможности их практического применения специалистами в данной области техники, включая создание и использование любых устройств или систем, или выполнение способов из состава изобретения, использованы конкретные примеры. Объем правовой защиты настоящего изобретения может включать другие примеры, которые могут быть найдены специалистами в данной области техники. Все такие дополнительные примеры попадают в объем правовой защиты формулы изобретения, если они имеют структурные элементы, не отличающиеся от буквального описания в пунктах формулы изобретения, или если они включают эквивалентные структурные элементы с незначительными отличиями от буквального описания в пунктах формулы изобретения.

Приведенное выше описание конкретных вариантов осуществления настоящего изобретения может быть понято более детально при его прочтении в сочетании с приложенными чертежами. На чертежах показаны блок-схемы из функциональных блоков с различными вариантами осуществления настоящего изобретения, однако эти функциональные блоки не обязательно отражают разделение аппаратных схем. Так, например, один или более функциональных блоков (например, процессоров или модулей памяти)

могут быть реализованы в одном аппаратном элементе (например, сигнальном процессоре общего назначения, микроконтроллере, памяти с произвольным доступом, жестком диске и т.п.). Аналогично программы могут представлять собой самостоятельные программы, могут быть включены в состав операционной системы в виде подпрограмм, могут представлять собой функции установленного программного пакета и т.п. Различные варианты осуществления настоящего изобретения не ограничены конфигурациями и техническими средствами, показанными на чертежах.

В настоящем документе элемент или шаг, упомянутый в единственном числе и которому предшествует выражение "один" или "один из", нужно понимать как не исключающий множества таких элементов или шагов, если только на исключение не указано явно. При этом ссылки на "один из вариантов" или "вариант" осуществления настоящего изобретения не следует интерпретировать как исключающие существование дополнительных вариантов осуществления изобретения, также включающих перечисленные отличительные признаки. Также, если явно не указано обратное, варианты осуществления изобретения, "охватывающие", "включающие" или "имеющие" элемент или множество элементов с конкретным свойством, могут дополнительно включать подобные элементы без упомянутого свойства.

Поскольку в описанных выше системах и способах без выхода за рамки настоящего изобретения могут быть совершены определенные изменения, то все изложенное выше, а также проиллюстрированное на приложенных чертежах, следует понимать исключительно как примеры, иллюстрирующие замысел настоящего изобретения, а не как ограничение настоящего изобретения.

В настоящем документе структура, признак или элемент изобретения, которые "сконфигурированы" для выполнения некоторой задачи или операции, являются специальным образом структурно сформированными, сконструированными, запрограммированными или приспособленными в соответствии с этой задачей или операцией. Для ясности и исключения сомнений объект, который всего лишь допускает модификацию для выполнения такой задачи или операции, в соответствии с настоящим документом не является "сконфигурированным" для выполнения этой задачи или операции. Напротив, использование выражения "сконфигурирован для" в настоящем документе означает структурную адаптацию или определенные структурные характеристики, программирование структуры или элемента для выполнения соответствующей задачи или операции способом, который отличается от серийно выпускаемых конструкций или элементов, не запрограммированных для выполнения такой задачи или операции, и/или подразумевает структурные требования к любой структуре, признаку или элементу изобретения, которые описаны как "сконфигурированные для" выполнения некоторой задачи или операции.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления ходовыми параметрами, включающими параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, для системы транспортных средств, включающей множество транспортных средств и два или более формирующих тягу транспортных средств, соединенных соединительными устройствами, при этом способ включает

выявление на основании математического моделирования системы транспортных средств и ходовых параметров, запланированных для предстоящей поездки системы транспортных средств, местоположений на маршруте, в которых внутри системы транспортных средств в результате ее движения по маршруту возникают и исчезают состояния ненагруженности узлов,

причем ненагруженным узлом считается узел, у которого соединительное устройство переходит из состояния растяжения или сжатия в ненагруженное состояние, в котором оно не испытывает ни растяжения, ни сжатия,

ненагруженный узел при переходе соединительного устройства из ненагруженного состояния в состояние растяжения или сжатия считается нагруженным, при этом

ненагруженность узла считается переместившейся, когда она изменяется на состояние нагруженности в месте нахождения одного соединительного устройства и изменяется на состояние ненагруженности в месте нахождения соседнего соединительного устройства;

определение с помощью упомянутой математической модели местоположений на маршруте, в которых упомянутые запланированные ходовые параметры приводят к изменению состояний ненагруженности узлов в системе транспортных средств в результате их перемещения навстречу друг другу,

распределение упомянутых запланированных ходовых параметров среди упомянутых формирующих тягу транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых формирующих тягу транспортных средств так, чтобы предотвратить столкновение ненагруженных узлов друг с другом в упомянутых местоположениях на маршруте,

формирование плана поездки для упомянутых формирующих тягу транспортных средств на основе распределенных ходовых параметров, при этом план поездки задает параметры регулировки дроссельных заслонок и/или параметры регулировки тормозов системы транспортных средств как функцию состояния на маршруте,

передачу плана поездки в систему транспортных средств,

управление дроссельными заслонками и/или тормозами упомянутых формирующих тягу транс-

портных средств на основании плана поездки в процессе движения системы транспортных средств по маршруту.

2. Способ по п.1, в котором узлы, находящиеся в ненагруженном состоянии, имеют местоположения в системе транспортных средств, где части одного или более транспортных средств, связанных соединительным устройством в системе транспортных средств, перемещаются относительно друг друга внутри системы транспортных средств, в то время как упомянутое соединительное устройство остается в ненагруженном состоянии.

3. Система управления ходовыми параметрами, включающими параметры регулировки дроссельных заслонок и/или тормозов, для системы транспортных средств, включающей множество транспортных средств и два или более формирующих тягу транспортных средств, соединенных соединительными устройствами, при этом система выполнена с возможностью осуществления способа по п.1 и включает

один или более процессоров, сконфигурированных для

выявления на основании математического моделирования системы транспортных средств и ходовых параметров, запланированных для предстоящей поездки системы транспортных средств, местоположений на маршруте, в которых внутри системы транспортных средств в результате ее движения по маршруту возникают и исчезают состояния ненагруженности узлов,

причем ненагруженным узлом считается узел, у которого соединительное устройство переходит из состояния растяжения или сжатия в ненагруженное состояние, в котором оно не испытывает ни растяжения, ни сжатия,

ненагруженный узел при переходе соединительного устройства из ненагруженного состояния в состояние растяжения или сжатия считается нагруженным, при этом

ненагруженность узла считается переместившейся, когда она изменяется на состояние нагруженности в месте нахождения одного соединительного устройства и изменяется на состояние ненагруженности в месте нахождения соседнего соединительного устройства;

определения с помощью упомянутой математической модели местоположений на маршруте, в которых упомянутые запланированные ходовые параметры приводят к изменению состояний ненагруженности узлов в системе транспортных средств в результате их перемещения навстречу друг другу,

распределения упомянутых запланированных ходовых параметров среди упомянутых формирующих тягу транспортных средств путем определения индивидуальных ходовых параметров для упомянутых формирующих тягу транспортных средств так, чтобы предотвратить столкновение ненагруженных узлов друг с другом в упомянутых местоположениях на маршруте,

формирования плана поездки для упомянутых формирующих тягу транспортных средств на основе распределенных ходовых параметров, при этом план поездки задает параметры регулировки дроссельных заслонок и/или параметры регулировки тормозов системы транспортных средств как функцию расстояния на маршруте;

устройство связи, сконфигурированное для передачи плана поездки от упомянутых одного или более процессоров в контроллеры формирующих тягу транспортных средств;

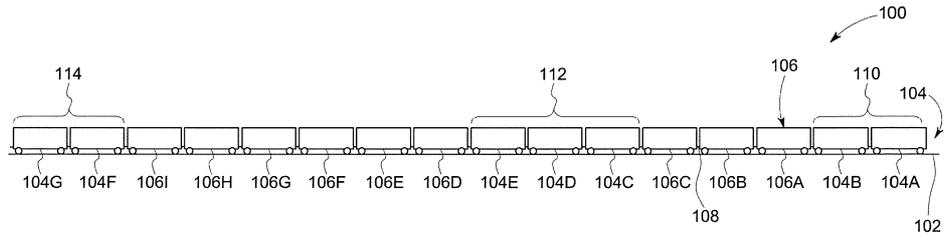
контроллеры формирующих тягу транспортных средств, сконфигурированные для управления дроссельными заслонками и/или тормозами формирующих тягу транспортных средств на основании плана поездки в процессе движения системы транспортных средств по маршруту.

4. Система по п.3, в которой ходовые параметры включают также одно или более из следующего: тяговая мощность, развиваемая одним или более транспортными средствами; тяговое усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами; тормозное усилие, развиваемое одним или более транспортными средствами.

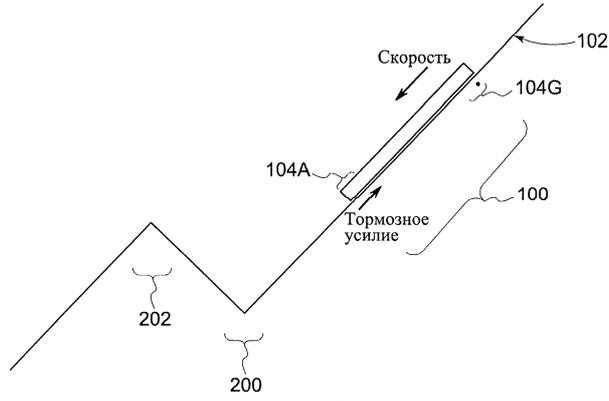
5. Система по п.3, в которой соединительные устройства включают по меньшей мере одно соединительное устройство с концевым поглощающим аппаратом.

6. Система по п.3, в которой ненагруженные узлы имеют местоположения в системе транспортных средств, где транспортные средства перемещаются относительно друг друга внутри системы транспортных средств, в то время как соединительные устройства между этими транспортными средствами остаются в ненагруженном состоянии.

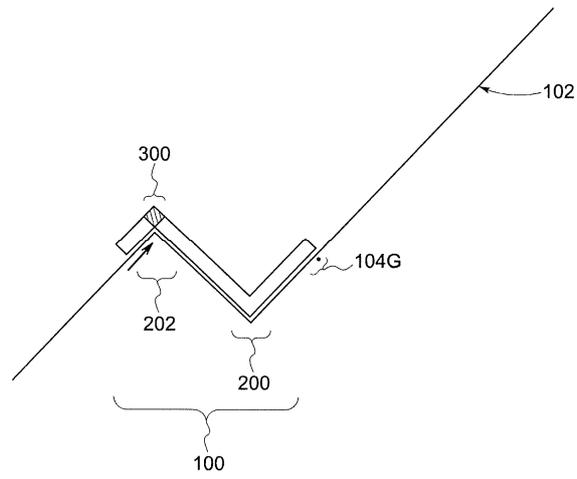
7. Система по п.3, в которой один или более процессоров сконфигурированы для определения ограничения на работу системы транспортных средств путем определения нижнего предела и/или верхнего предела для ходовых параметров по меньшей мере одного из транспортных средств в системе транспортных средств.



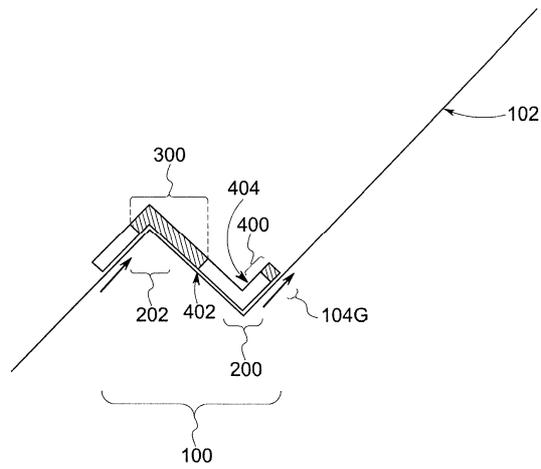
Фиг. 1



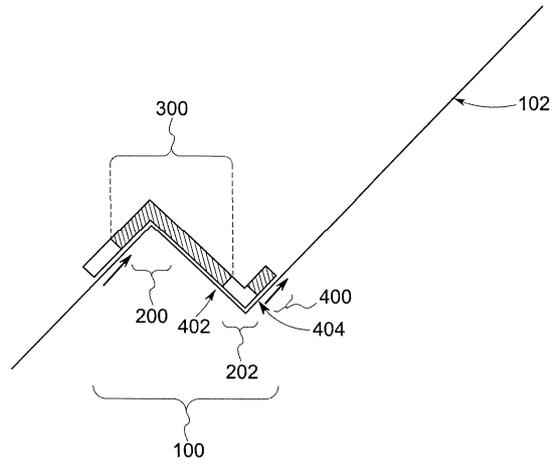
Фиг. 2



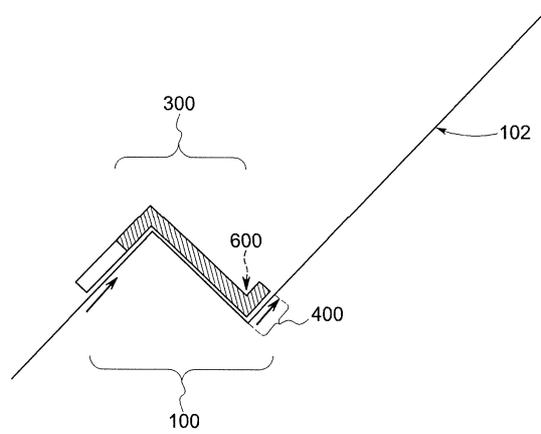
Фиг. 3



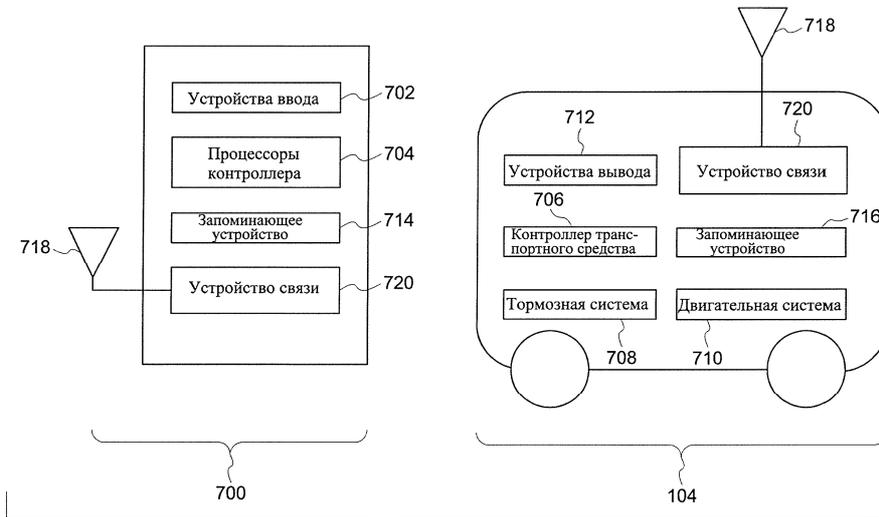
Фиг. 4



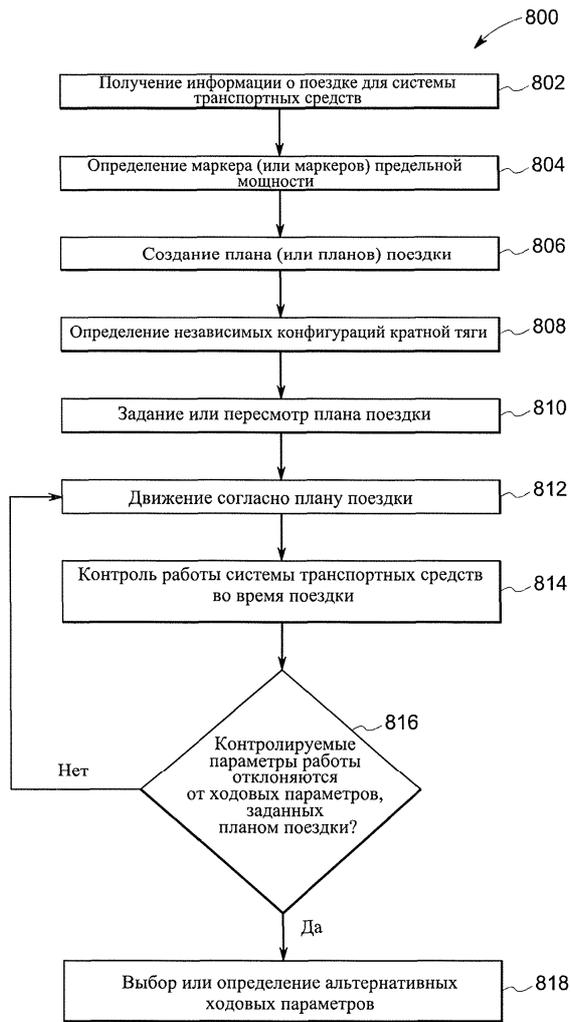
Фиг. 5



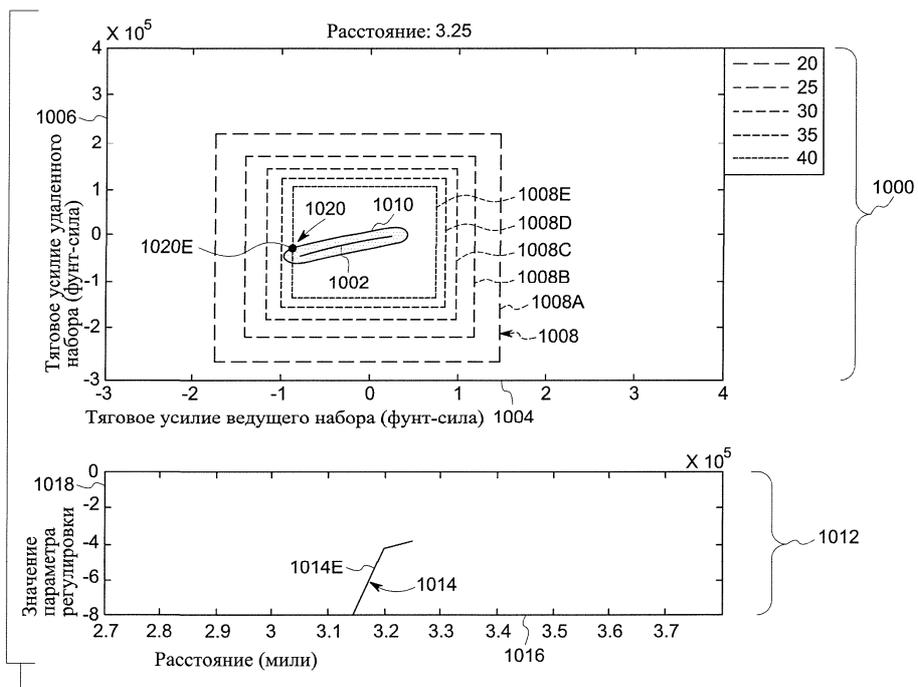
Фиг. 6



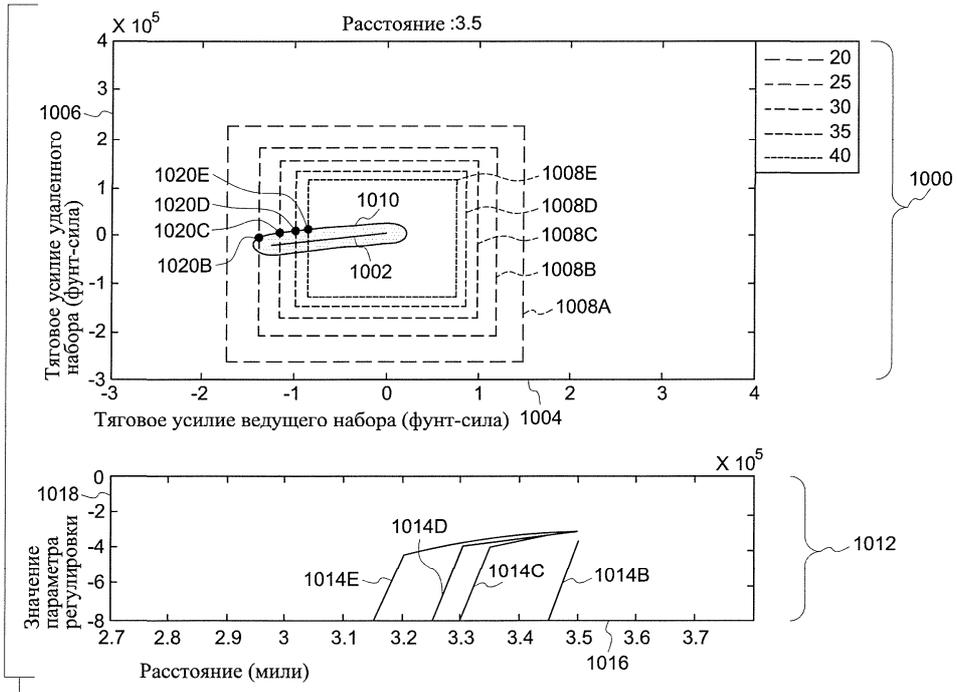
Фиг. 7



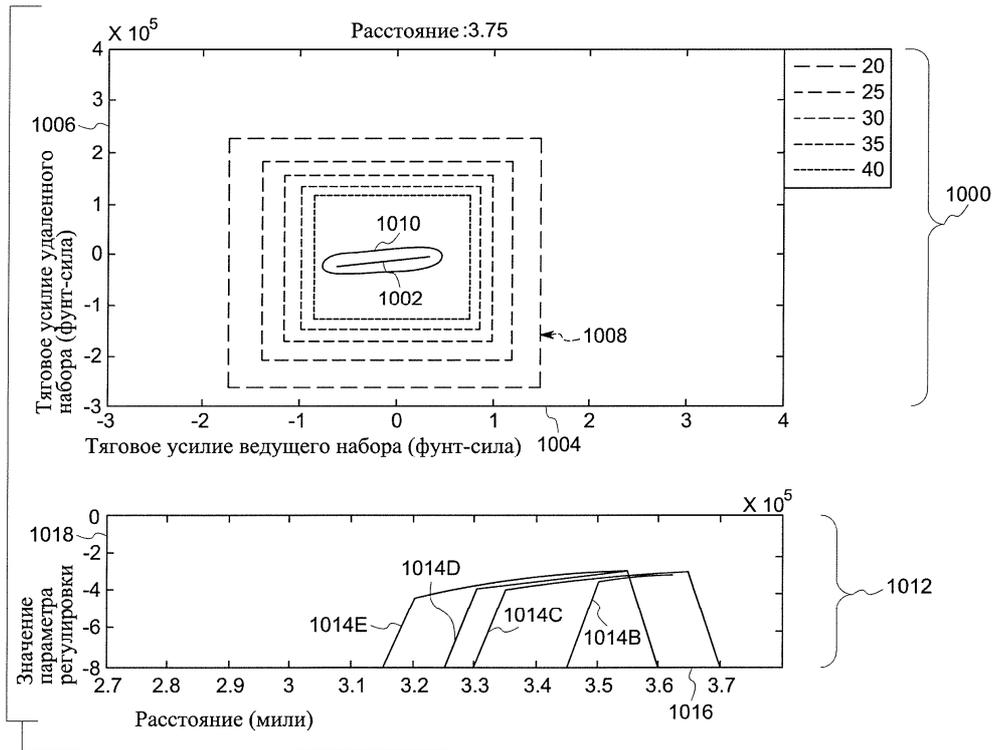
Фиг. 8



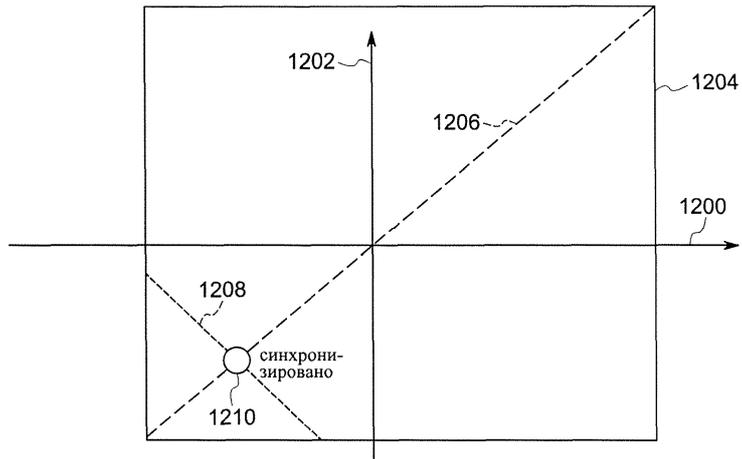
Фиг. 9



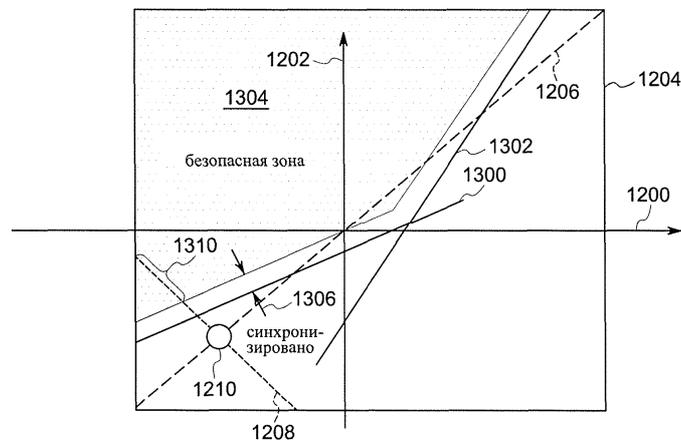
Фиг. 10



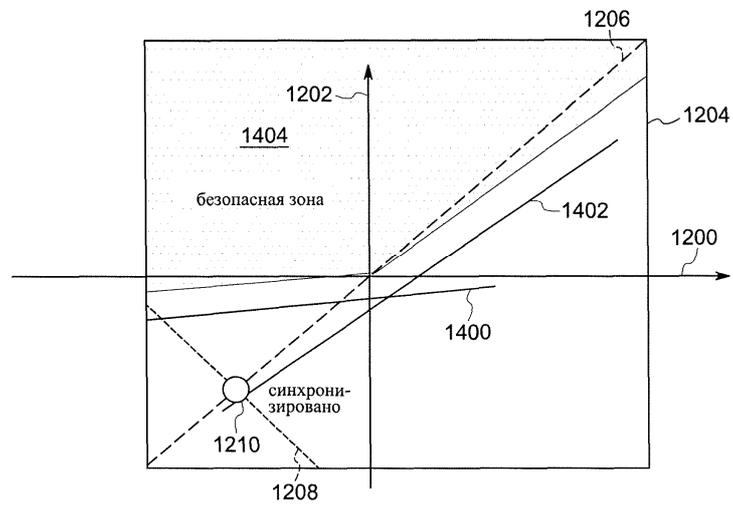
Фиг. 11



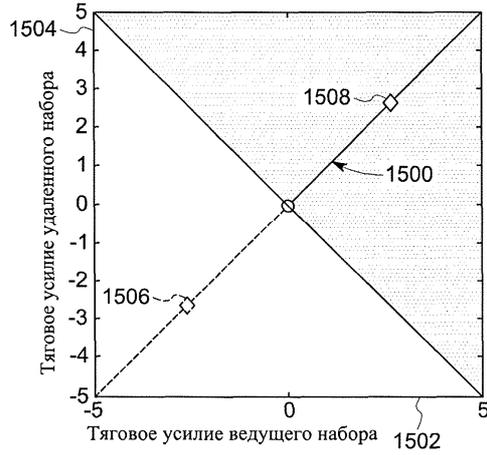
Фиг. 12



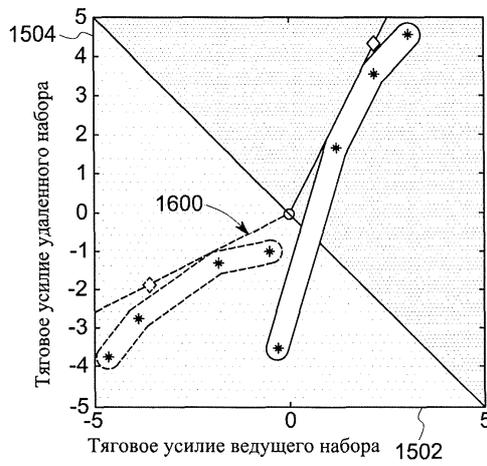
Фиг. 13



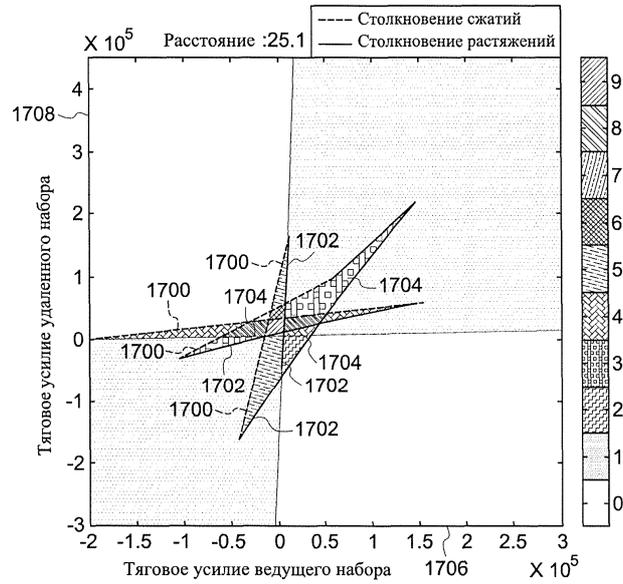
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

