

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **030753**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2018.09.28

(51) Int. Cl. **B60L 15/00** (2006.01)
B60W 40/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201600425

(22) Дата подачи заявки
2016.03.11

**(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ С УЧЕТОМ МАССЫ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА В
ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА**

(43) **2017.09.29**

(56) RU-U1-103789
RU-C2-2409484
RU-C1-2237589
CN-A-103698785

(96) **2016000020 (RU) 2016.03.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"СМАРТВИЗ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Жебрак Леонид Михайлович, Сафро
Михаил Владимирович, Фомина
Елена Валентиновна (RU)**

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение предназначено для повышения эффективности использования движущихся объектов, например железнодорожного подвижного состава или автомобиля, при его движении, при управлении объектом в автоматическом режиме или в режиме советчика. Технические результаты от использования данного технического решения заключаются в снижении энергетических затрат на движение подвижного объекта, повышении уровня обратной связи при управлении подвижным объектом, безопасности при управлении подвижным объектом и улучшении возможности реагировать на ситуации, возникающие в процессе управления подвижным объектом. Способ повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта включает в себя следующие шаги: получают параметры подвижного объекта, включающие, по крайней мере, зависимость удельного сопротивления движению от скорости движения подвижного объекта, скорость подвижного объекта, значение управляющего воздействия на подвижной объект, априорное значение массы подвижного объекта, координату подвижного объекта, удельное значение внешних сил, действующих на подвижной объект; для каждой координаты пути определяют значение массы подвижного объекта на основе параметров подвижного объекта, полученных на предыдущем шаге; используя значение массы, полученное на предыдущем шаге, определяют управление, реализуемое системами подвижного объекта; передают управление, определенное на предыдущем шаге, в систему управления подвижного объекта для дальнейшего использования или отображения лицу, управляющему подвижным объектом.

B1

030753

030753

B1

Область техники

Изобретение предназначено для повышения эффективности использования движущихся объектов, например железнодорожного подвижного состава или автомобиля, при его движении, при управлении объектом в автоматическом режиме или в режиме советчика.

Уровень техники

Транспорт - основа экономики любой страны. Развитие транспорта является неперенным условием для функционирования хозяйства, жизни населения. Специфика транспорта как сферы экономики заключается в том, что он сам не производит продукцию, а только участвует в ее создании. Транспорт обеспечивает производство сырьем, материалами, оборудованием и доставляет готовую продукцию потребителю. Грузовой транспорт обеспечивает производственные связи между предприятиями и доставку населению предметов потребления. Эффективность работы грузового транспорта характеризуется величиной грузооборота. Пассажирский транспорт обеспечивает перевозки населения, его главный показатель - пассажирооборот. Выделяют следующие виды транспорта: железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, авиационный, трубопроводный. При работе любого транспорта с перемещением грузов или перевозом пассажиров возникает проблема точного определения массы транспортного средства. Задача определения массы подвижных объектов является важным звеном в цепи производственно-технологических отношений в различных областях деятельности хозяйствующих субъектов рынка и оказания услуг населению. Несмотря на вполне понятную значимость этих задач и наличие к настоящему времени вполне сложившихся представлений о том, как они решаются, существует необходимость как в улучшении качества удовлетворения потребностей рынка, так и в расширении областей применения существующих и вновь разрабатываемых измерительных средств.

Речь идет, в первую очередь, об областях, связанных с обеспечением перевозок пассажиров и грузов средствами железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта. Проблема измерения массы "борта" обретает различную значимость в зависимости от целей перевозок и назначения грузов.

Например, для авиационного транспорта доминирующим требованием может быть требование повышения гарантии безопасности полета, в значительной мере зависящее от знания веса самолета и включения на этой основе возможности несанкционированной перегрузки борта.

Для автомобильного и в большей степени железнодорожного транспорта, обеспечивающего грузопотоки между производителями и покупателями на различных этапах производственно-технологических и финансовых отношений, важно иметь оперативные средства контроля массы единиц подвижного состава с требованиями, отвечающими специфике перевозимых грузов и в соответствии с существующими стандартами. По многим причинам возникает необходимость контроля массы подвижных объектов не только на начальном и конечном пунктах следования, но и на промежуточных фазах перевозок желательно без нарушения графика перевозок, т.е. в текущий момент времени.

Если на начальном и конечном этапах транспортировки проблема измерения массы принципиально решается традиционными весоизмерительными средствами, то на промежуточных фазах движения не всегда удается обеспечить измерения с требуемой достоверностью. Это связано с отсутствием достаточного количества измерительных терминалов, их невысокой пропускной способностью, а главное с тем, что не решены многие принципиальные вопросы обеспечения необходимого качества измерения массы в режиме транзитного движения объекта в зоне измерения.

В этой задаче существуют определенные трудности, не позволяющие в настоящее время иметь оперативную информацию о состоянии перевозимых грузов по данному параметру на всех необходимых фазах без нарушения ритма и графика движения. Это связано как с недостаточно проработанными принципиальными вопросами по рациональной организации процедур измерения веса в движении, так и из-за проблем экономического и производственно-технологического характера.

Известны способы и средства построения весоизмерительных терминалов, предназначенных для статического взвешивания различных объектов транспорта, в том числе самолетов, автомобилей и железнодорожных вагонов, как отдельных, так и сцепок вагонов, если приемная платформа системы допускает их одновременное размещение (Бринк Х. Взвешивание грузов в общественном транспорте: вопросы использования вагонных весов. М.: ВЦП № И-24251, 1984 г. - 15 с). Это достаточно дорогостоящие сооружения, сложные в эксплуатации и в части метрологической аттестации и сертификации. Они обеспечивают высокую точность, но доступны лишь ограниченному числу производителей продукции, как правило, крупным предприятиям. "Пропускная способность" таких терминалов невысока. На них осуществляется лишь начальная фаза контроля, например, на выходе груза с предприятия.

Известны способы и средства построения весоизмерительных терминалов, предназначенных для динамического режима взвешивания как отдельных объектов, так и сцепок вагонов методами статического взвешивания (Весы вагонные для взвешивания в движении ВД-50/0,5, ВД-40/0,5. Описание типа средств измерений. Регистрационный № 18539-99, 1999 г.). Они позволяют обеспечить оперативность контроля, в принципе не нарушая графика движения, но имеют более низкую точность из-за наличия множества влияющих на результат измерения факторов. Среди известных систем подобного рода можно выделить весоизмерительные терминалы динамического взвешивания таких фирм, как Mettler Toledo (Швейцария-США), Weightline (Великобритания), Pivotex (Финляндия) и др. В отечественной практике

потребности внутреннего рынка обеспечивают весоизмерительные системы ЗАО "ВИК "Тензо-М", которые используются на многих промышленных предприятиях России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сущность изобретения

Данное изобретение направлено на устранение недостатков, присущих существующим аналогам.

Технический результат от использования данного изобретения заключается в снижении энергетических затрат на движение подвижного объекта, повышении уровня обратной связи при управлении подвижным объектом, безопасности при управлении подвижным объектом и улучшении возможности реагировать на ситуации, возникающие в процессе управления подвижным объектом.

Данный технический результат достигается за счет определения управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта для каждой координаты маршрута движения подвижного объекта.

Способ повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта включает в себя следующие шаги: получают параметры подвижного объекта, включающие, по крайней мере, зависимость удельного сопротивления движению от скорости движения подвижного объекта, скорость подвижного объекта, значение управляющего воздействия на подвижной объект, априорное значение массы подвижного объекта, координату подвижного объекта, удельное значение внешних сил, действующих на подвижной объект; для каждой координаты пути определяют значение массы подвижного объекта на основе параметров подвижного объекта, полученных на предыдущем шаге; используя значение массы, полученное на предыдущем шаге, определяют управление, реализуемое системами подвижного объекта; передают управление, определенное на предыдущем шаге, в систему управления подвижного объекта для дальнейшего использования или отображения лицу, управляющему подвижным объектом.

Шаги определения управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта могут выполняться циклично.

Требуемые параметры могут поступать от различных датчиков, установленных в подвижном объекте, и/или рассчитываться на основе показаний датчиков.

Скорость и текущее местоположение (координаты) подвижного объекта могут быть определены с помощью спутниковых систем навигации.

Навигационной системой подвижного объекта может являться система GPS, и/или Глонасс, и/или Бэйдоу.

Для повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта может определяться управление, минимизирующее энергетические затраты, обеспечивающее необходимую точность выполнения графика движения подвижного объекта, обеспечивающее выполнение требований безопасности при движении подвижного объекта, обеспечивающее необходимую скорость движения подвижного объекта, обеспечивающее остановку подвижного объекта в заданной координате маршрута.

Данное изобретение может быть выполнено в виде системы повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта, которая включает в себя: (одно или более) устройство обработки команд, (одно или более) устройство хранения данных, (одну или более) программу, где (одна или более) программа хранится на (одном или более) устройстве хранения данных и исполняется на (одном или более) процессоре, причем (одна или более) программа включает следующие инструкции: получают параметры подвижного объекта, включающие, по крайней мере: зависимость удельного сопротивления движению от скорости движения подвижного объекта, скорость подвижного объекта, значение управляющего воздействия на подвижной объект, априорное значение массы подвижного объекта, координату подвижного объекта, удельное значение внешних сил, действующих на подвижной объект; для каждой координаты пути определяют значение массы подвижного объекта на основе параметров подвижного объекта, полученных на предыдущем шаге; используя значение массы, полученное на предыдущем шаге, определяют управление, реализуемое системами подвижного объекта; передают управление, определенное на предыдущем шаге, в систему управления подвижного объекта для дальнейшего использования или отображения лицу, управляющему подвижным объектом.

Шаги определения управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта могут выполняться циклично.

Требуемые параметры могут поступать от различных датчиков, установленных в подвижном объекте, и/или рассчитываться на основе показаний датчиков.

Скорость и текущее местоположение (координаты) подвижного объекта могут быть определены с помощью спутниковых систем навигации.

Навигационной системой подвижного объекта может являться система GPS, и/или Глонасс, и/или Бэйдоу.

Для повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта может определяться управление, минимизирующее энер-

гетические затраты, обеспечивающее необходимую точность выполнения графика движения подвижного объекта, обеспечивающее выполнение требований безопасности при движении подвижного объекта, обеспечивающее необходимую скорость движения подвижного объекта, обеспечивающее остановку подвижного объекта в заданной координате маршрута.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - движение по профилю пути с фактической массой подвижного объекта меньше расчетной.

Фиг. 2 - движение по профилю пути с фактической массой подвижного объекта больше расчетной.

Фиг. 3 - блок-схема одного из вариантов реализации способа повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта.

Подробное описание изобретения

Данное изобретение в различных своих вариантах осуществления может быть выполнено в виде способа, в виде системы или машиночитаемого носителя, содержащего инструкции для выполнения вышеупомянутого способа.

В некоторых вариантах реализации изобретение может быть реализовано в виде распределенной компьютерной системы.

В данном патенте под системой подразумевается компьютерная система, ЭВМ (электронно-вычислительная машина), ЧПУ (числовое программное управление), ПЛК (программируемый логический контроллер), компьютеризированные системы управления и любые другие устройства, способные выполнять заданную, четко определенную последовательность операций (действий, инструкций).

Под устройством обработки команд подразумевается электронный блок либо интегральная схема (микроспроцессор), исполняющая машинные инструкции (программы).

Устройство обработки команд считывает и выполняет машинные инструкции (программы) с одного или более устройств хранения данных. В роли устройства хранения данных могут выступать, но, не ограничиваясь, жесткие диски (HDD), флэш-память, ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), твердотельные накопители (SSD), оптические приводы.

Программа - последовательность инструкций, предназначенных для исполнения устройством управления вычислительной машины или устройством обработки команд.

Ниже будут рассмотрены некоторые термины, которые в дальнейшем будут использоваться при описании патента.

Управляющее воздействие - значение силы тяги или торможения, развиваемое тяговым и/или тормозным оборудованием подвижного объекта.

Масса подвижного объекта - совокупность массы нетто подвижного объекта, массы груза и/или пассажиров. В отдельных случаях (если подвижной объект является автономным) может учитываться масса топлива.

Дискретизация - преобразование непрерывной функции в дискретную.

Квантование по уровню широко используется в цифровых автоматах. При квантовании по уровню производится отображение всевозможных значений величины на дискретную область, состоящую из величин уровня квантования. Используется в гибридных вычислительных системах и цифровых устройствах при импульсно-кодовой модуляции сигналов в системах передачи данных. При передаче изображения используют для преобразования непрерывного аналогового сигнала в дискретный или дискретно-непрерывный сигнал.

В данном патенте эффекты снижения энергетических затрат на движение подвижного объекта, повышения уровня обратной связи при управлении подвижным объектом, безопасности при управлении подвижным объектом и улучшения возможности реагировать на ситуации, возникающие в процессе управления подвижным объектом, достигаются за счет определения управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта для каждой координаты маршрута движения подвижного объекта.

Согласно предлагаемому изобретению способ повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта включает следующие шаги:

Получают параметры подвижного объекта, включающие, по крайней мере: зависимость удельного сопротивления движению от скорости движения подвижного объекта, скорость подвижного объекта, значение управляющего воздействия на подвижной объект, априорное значение массы подвижного объекта, координату подвижного объекта, удельное значение внешних сил, действующих на подвижной объект.

Скорость и координаты подвижного объекта могут определяться, но, не ограничиваясь, как на основе показаний датчиков (например, одометрический датчик), так и с использованием средств радионавигации, например, GPS, Глонасс.

Значение управляющего воздействия может быть получено с датчиков, установленных на транспортном средстве, и/или рассчитано на основе их показаний. Например, на автомобиле значение управляющего воздействия может быть получено от систем измерения, основанных на скорости вращения

двигателя и/или на скорости вращения колес; в различных видах воздушного транспорта, оснащенные двигателями реактивного типа, значение управляющего воздействия может быть получено как от динамометра, так и рассчитано на основе данных о скорости сгорания топлива и т.д.

Априорное значение массы может быть получено на основе паспортных характеристик транспортного средства и/или введено в систему управления извне лицом, управляющим подвижным объектом перед началом движения по маршруту движения подвижного объекта.

В качестве внешних сил, действующих на подвижной объект, могут выступать сила тяжести или дополнительная сила, создаваемая профилем пути (в случае наземного движения) - подразумевается сила сопротивления движению, в зависимости от типа подвижного объекта и типа профиля пути, по которому происходит движение подвижного объекта - значение этой силы может различаться.

Удельное значение сопротивления движению может быть определено с помощью зависимости удельного сопротивления движению. Текущее значение скорости подвижного объекта подставляется в известную зависимость удельного сопротивления движению, которая заранее может быть введена в систему управления подвижным объектом (с вектором параметров зависимости сопротивления движению от скорости движения):

$$w(p_k, v) \quad (1)$$

$w(p_k, v)$ - зависимость удельного сопротивления движению от скорости;
 p_k - вектор параметров зависимости удельного сопротивления движению;
 v - скорость подвижного объекта.

Для каждой координаты пути определяют значение массы подвижного объекта на основе параметров подвижного объекта, полученных на предыдущем шаге через уравнение движения:

$$v \frac{dv}{dx} = \frac{F(x)}{m} - w(p_k, v) - g(x) \quad (2)$$

где $F(x)$ - значение управляющего воздействия в координате x ;

$g(x)$ - удельное значение внешних сил, действующих на объект (в случае наземного подвижного объекта - дополнительная сила, создаваемая профилем пути).

В одном из вариантов реализации патента в системе управления подвижным объектом производят дискретизацию:

$$v_k \frac{v_{k+1} - v_k}{x_{k+1} - x_k} = \frac{F(x_k)}{m} - w(p_k, v_k) - g(x_k) \quad (3)$$

где m - масса подвижного объекта;

x_k - текущая координата;

x_{k+1} - следующая координата;

v_k - скорость в координате x_k ;

v_{k+1} - скорость в координате x_{k+1} .

Выразив массу в выражении (3), получают:

$$m = \frac{F(x_k)(x_{k+1} - x_k)}{v_k(v_{k+1} - v_k) + (x_{k+1} - x_k)(w(p_k, v_k) + g(x_k))} \quad (4)$$

Из выражения (4) получается значение массы для текущего шага.

Далее для j -го шага значение массы получается с помощью значения, полученного на $j-1$ -м шаге:

$$m_{j+1} = P_j \cdot m_j, \quad (5)$$

где P_j - вычисляется одним из известных способов, например с помощью дискретного фильтра Калмана.

Используя значение массы, полученное на предыдущем шаге, определяют управление, реализуемое системами подвижного объекта.

Одним из возможных способов определения управления с использованием уточненного значения массы может быть решение задачи энергоэффективности:

$$\int_{x_0}^{x_k} F(x) dx \rightarrow \min \quad (6)$$

где $F(x)$ - значение управляющего воздействия в координате x .

В зависимости от типа управления (например, непрерывное или дискретное) энергооптимальное управление (6) может быть определено с помощью методов вариационного исчисления и/или методов теории оптимального управления и/или с помощью методов динамического программирования.

Например, в системе управления подвижным объектом может использоваться следующий алгоритм.

1. Приводят задачу энергоэффективности к классической формулировке:

$$B_0(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k) \rightarrow \min$$

$$\Phi(x(\cdot), u(x(\cdot)), t_0, t_k) = \dot{x}(t) - \phi(t, x(t), u(t)) = 0$$

$$B_i(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k) \leq 0, \quad i = \overline{1, m'}$$

$$B_i(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k) = 0, \quad i = \overline{m', m},$$

$$B_i(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k) = \int_{t_0}^{t_k} f_i(t, x, u) dt + \psi_i(t_0, x(t_0), t_k, x(t_k)); \quad i = \overline{0, m};$$

где

$\psi_i: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ - функции $2n+2$ переменных;

$\phi: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R} \times \mathbb{R}^r \rightarrow \mathbb{R}^n$ - вектор функция $n+r+1$ переменных;

$f_i: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^r \rightarrow \mathbb{R}$ - функции $n+r+1$ переменных;

$u(\cdot) = (u_1(\cdot), \dots, u_r(\cdot))$ - управление (управляющее воздействие);

$x(\cdot) = (x_1(\cdot), \dots, x_n(\cdot))$ - фазовая переменная;

четверка $(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k)$ называется управляемым процессом в задаче Лагранжа;

$B_0(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k)$ - минимизируемый функционал (или критерий оптимизации);

$B_i(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k)$ - ограничения на управление.

2. На втором этапе:

1) составляют функцию Лагранжа;

2) выбирают необходимые условия оптимального в слабом смысле процесса (допустимый процесс $\hat{\xi} = (\hat{x}(\cdot), \hat{u}(\cdot), \hat{t}_0, \hat{t}_k)$ называется оптимальным (в слабом смысле) процессом, или слабым минимумом, если существует $\delta > 0$ такое, что для любого допустимого управляемого процесса $\xi = (x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_k)$, удовлетворяющих условию $\|\xi - \hat{\xi}\| < \delta$, выполнено неравенство $B_0(\xi) \geq B_0(\hat{\xi})$);

а) стационарности по x - уравнение Эйлера для лагранжиана;

б) трансверсальности по x ;

в) стационарности по u ;

г) стационарности по t_k ;

д) дополняющей нежесткости;

е) неотрицательности множителей Лагранжа;

3) находят допустимые управляемые процессы, для которых выполняются условия п.2 с множителями Лагранжа λ и $\rho(\cdot)$, одновременно равными нулю;

4) среди всех найденных в п.3 допустимых экстремальных процессов находят решение.

Все вышеописанные шаги алгоритма могут реализовываться в системе управления подвижным объектом с помощью программного кода.

Передают управление, определенное на предыдущем шаге, в систему управления подвижного объекта для дальнейшего использования или отображения лицу, управляющему подвижным объектом.

В качестве частного случая возможного практического использования определенного на предыдущем шаге управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта в одной из таких систем, можно описать его использование в системе прицельного торможения подвижного объекта:

Есть текущая скорость v_0 (в текущей координате x_0). Необходимо, чтобы в координате x_k скорость была равна 0: $v_k=0$.

Уравнение движения подвижного объекта:

$$mv \frac{dv}{dx} = F(x) - w(p_k, v) - g(x) \quad (7)$$

где $x_0 \leq x \leq x_k$;

$v(x_0) = v_0$;

$v(x_k) = 0$;

$F(x)$ - значение управляющего воздействия в координате x ;

$g(x)$ - удельное значение прочих внешних сил, действующие на объект (в случае наземного подвижного объекта - дополнительная сила, создаваемая профилем пути);

$w(p_k, v)$ - зависимость удельного сопротивления движению от скорости;

p_k - вектор параметров зависимости удельного сопротивления движению.

Чем точнее известна масса подвижного объекта m , тем точнее можно определить закон управления $F(x)$.

На фиг. 1 и 2 изображено движение подвижного объекта по профилю пути маршрута S , при этом

имеются ограничения скорости - изображены на данных чертежах $V_{огр}$, фактическая скорость движения (V_f) и оптимальная (V_{opt}) для прохождения расстояния за требуемое время T .

На фиг. 1 схематично изображен случай, когда фактическая масса подвижного объекта меньше, чем расчётная: $m^{real} < m^{calc}$, то может произойти превышение ограничения скорости и/или нарушение правил следования по сигналам светофора. Для того чтобы этого не произошло, в точке, обозначенной как Торм., осуществляют торможение и начинают процесс выбега заново. На фиг. 2 схематично изображен случай, когда фактическая масса подвижного объекта больше, чем расчётная $m^{real} > m^{calc}$, то время движения будет больше, чем задано, например, расписанием. Такое может происходить при подъеме по профилю пути: при этом фактическая скорость движения (V_f) будет падать, для достижения оптимальной (V_{opt}) скорости требуется повысить расход энергии.

Для повышения эффективности управления подвижным объектом в обоих рассмотренных случаях требуется, чтобы фактическая масса подвижного объекта была известна как можно более точно.

На фиг. 3 представлена блок-схема одного из вариантов реализации способа повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта.

Специалисту в данной области очевидно, что конкретные варианты осуществления способа и системы повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта были описаны здесь в целях иллюстрации, допустимы различные модификации, не выходящие за рамки и сущности объема изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ повышения эффективности управления подвижным объектом с учетом массы подвижного объекта в процессе движения подвижного объекта, при котором

получают параметры подвижного объекта, включающие, по крайней мере, зависимость удельного сопротивления движению от скорости движения подвижного объекта, скорость подвижного объекта, значение управляющего воздействия на подвижной объект, априорное значение массы подвижного объекта, координату подвижного объекта, удельное значение внешних сил, действующих на подвижной объект;

для каждой координаты пути определяют расчетное значение массы подвижного объекта на основе параметров подвижного объекта, полученных на предыдущем шаге;

используя расчетное значение массы, полученное на предыдущем шаге, определяют управление, реализуемое системами подвижного объекта;

передают управление, определенное на предыдущем шаге, в систему управления подвижного объекта для дальнейшего использования или отображения лицу, управляющему подвижным объектом.

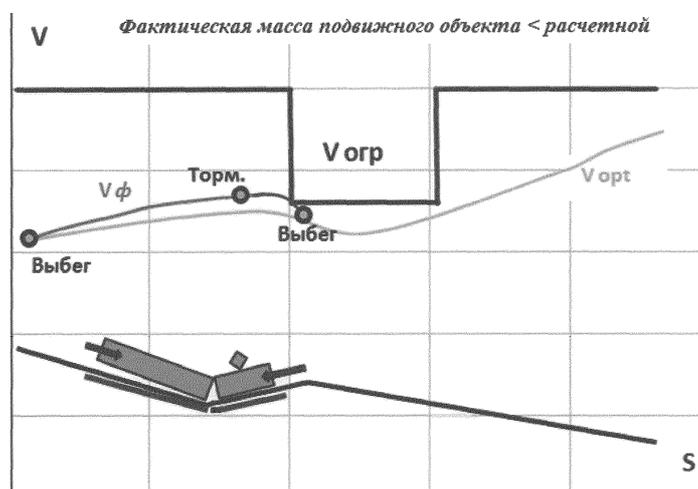
2. Способ по п. 1, в котором шаги способа выполняются циклично.

3. Способ по п. 1, в котором координаты и скорость подвижного объекта определяются с помощью навигационных систем.

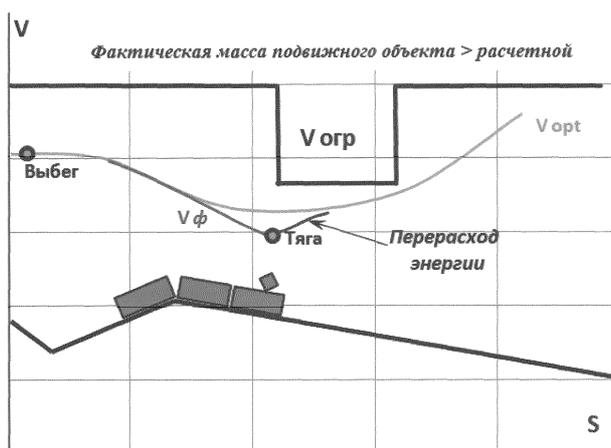
4. Способ по п. 1, в котором параметры подвижного объекта могут получать от датчиков, установленных на подвижном объекте, и/или рассчитываться на основе их показаний.

5. Способ по п. 3, характеризующийся тем, что навигационной системой подвижного объекта является система GPS, и/или Глонасс, и/или Бэйдоу.

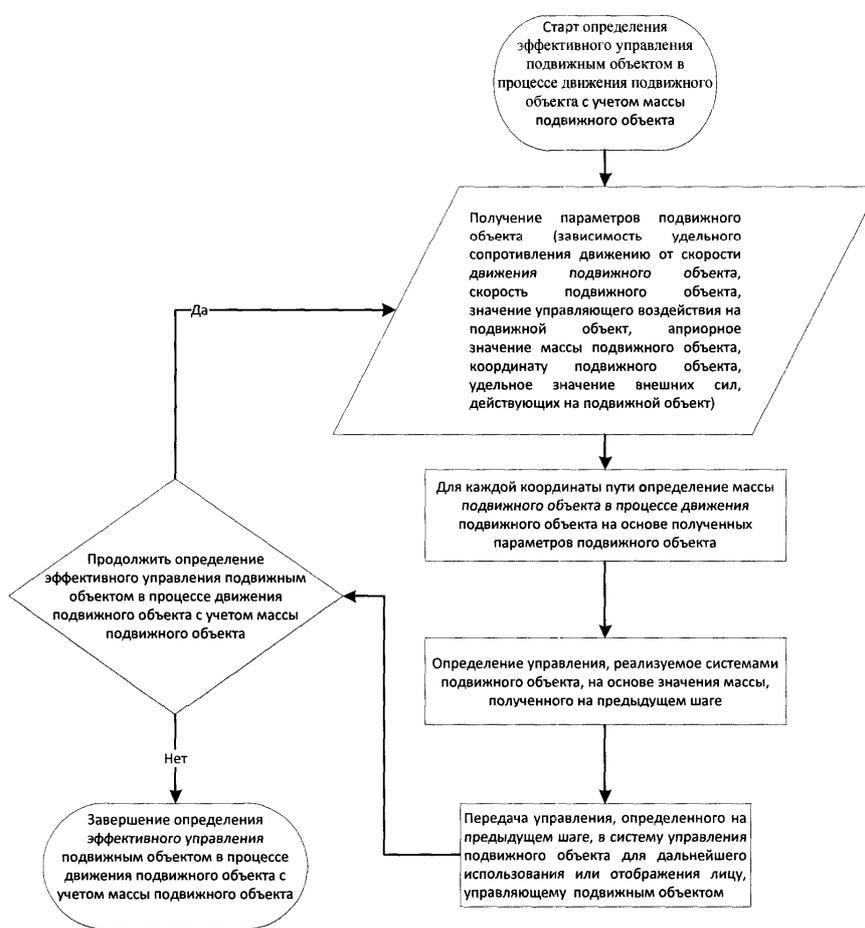
6. Способ по п. 1, в котором определяется управление, минимизирующее энергетические затраты.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

