

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040116**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.21

(21) Номер заявки
201900382

(22) Дата подачи заявки
2019.06.27

(51) Int. Cl. **G05D 1/00** (2006.01)
B60W 50/08 (2006.01)
B60W 30/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫМ
ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ ОПЕРАТОРУ**

(43) **2020.12.30**

(96) **2019/ЕА/0062 (ВУ) 2019.06.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ" (ВУ)**

(56) US-A1-20170364070
US-B1-6199001
RU-C2-2668149

(72) Изобретатель:
**Дубовский Владимир Андреевич,
Савченко Владимир Владимирович
(ВУ)**

(57) Изобретение относится к транспортным системам. Способ передачи управления высокоавтоматизированным транспортным средством оператору заключается в том, что при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг параметров функционирования транспортного средства, состояния окружающей его среды и готовности оператора принять управление на себя, регулируют готовность оператора принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже заданного минимально допустимого значения, получают информацию об условиях дорожного движения на предстоящем пути, прогнозируют место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления, информируют об этом оператора и получают от него подтверждение факта восприятия данной информации, контролируют время, оставшееся до смены режима управления, при равенстве последнего предварительно заданному интервалу времени информируют об этом оператора, получают от него подтверждение факта восприятия данной информации и регулируют его готовность принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже допустимого значения согласно предварительно установленной его зависимости от времени, если при истечении заданного интервала времени готовность оператора принять управление на себя соответствует заданному оптимальному показателю, информируют его об этом и передают ему управление транспортным средством.

В1

040116

040116
В1

Изобретение относится к транспортным системам и может быть использовано для обеспечения безопасного перехода из автоматизированного режима управления к ручному как при непосредственном, так и при дистанционном управлении высокоавтоматизированным транспортным средством.

Известен способ обеспечения безопасности функционирования транспортного средства, основанный на мониторинге функционального состояния оператора, проверке его ответов на периодически посылаемые ему запросы и активации автоматических устройств обеспечения безопасности при неудовлетворительном функциональном состоянии оператора и отсутствии ответов на запросы [1]. Недостатками известного способа являются отсутствие дифференциации функционального состояния оператора и невозможность использования при управлении высокоавтоматизированным транспортным средством для обеспечения безопасного перехода из автоматизированного режима управления к ручному.

Известен способ управления вниманием оператора высокоавтоматизированного транспортного средства [2]. Согласно данному способу осуществляют планирование траектории транспортного средства, управляют транспортным средством в автоматизированном режиме по запланированной траектории, осуществляют мониторинг состояния транспортного средства и окружающей его среды, периодически определяют ожидаемую эффективность управления и степень ее соответствия предварительно заданной эффективности, в случае, если ожидаемая эффективность управления в автоматизированном режиме ниже заданного уровня, принимают решение о передаче управления транспортным средством оператору, информируют об этом оператора и инициируют колебательные движения транспортного средства из стороны в сторону для повышения уровня его внимания к дорожно-транспортной ситуации. Недостатком известного способа является отсутствие информации о текущем уровне готовности оператора управлять транспортным средством, что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является способ эксплуатации высокоавтоматизированного транспортного средства [3], заключающийся в том, что при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг параметров дорожно-транспортной ситуации и уровня готовности оператора управлять транспортным средством, определяют текущее состояние дорожно-транспортной ситуации и текущий уровень готовности оператора управлять транспортным средством, с учетом которого вычисляют время отклика, требуемое оператору для принятия управления транспортным средством на себя, определяют необходимость вмешательства оператора в управление транспортным средством, в случае наличия такой необходимости информируют об этом оператора и передают ему управление транспортным средством с учетом вычисленного времени отклика. Данный способ предназначен для оценки времени отклика, требуемого оператору транспортного средства, функционирующего в автоматизированном режиме, для принятия управления на себя непосредственно перед передачей управления, но он не позволяет прогнозировать смену режима управления и регулировать при этом уровень готовности оператора управлять транспортным средством на протяжении всего оставшегося времени, что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение безопасности функционирования транспортных систем путем прогнозирования смены режима управления и регулирования при этом уровня готовности оператора принять управление транспортным средством на себя на протяжении всего оставшегося до передачи ему управления времени.

Решение задачи достигается в способе передачи управления высокоавтоматизированным транспортным средством оператору, заключающемся в том, что определяют условия, при которых необходим переход от автоматизированного к ручному режиму управления, задают минимально допустимое и оптимальное значения показателя готовности оператора принять управление на себя, задают интервал времени, необходимый для повышения показателя готовности оператора принять управление на себя от минимального до оптимального значения при смене режима управления транспортным средством, и устанавливают зависимость допустимого значения показателя готовности оператора принять управление на себя от времени на заданном интервале времени, при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг параметров функционирования транспортного средства, состояния окружающей его среды и готовности оператора принять управление на себя, регулируют готовность оператора принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже заданного минимально допустимого значения, получают информацию об условиях дорожного движения на предстоящем пути, прогнозируют место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления, информируют об этом оператора и получают от него подтверждение факта восприятия данной информации, контролируют время, оставшееся до смены режима управления, при равенстве последнего предварительно заданному интервалу времени информируют об этом оператора, получают от него подтверждение факта восприятия данной информации и регулируют его готовность принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже допустимого значения согласно предварительно установленной его зависимости от времени, если при истечении заданного интервала времени готовность оператора принять управление на себя соответствует заданному оптимальному показателю, информируют его об этом и передают ему управление транспортным средством, в противном случае активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности.

Отличительными признаками заявляемого способа являются: задают минимально допустимое и оп-

тимальное значения показателя готовности оператора принять управление на себя, задают интервал времени, необходимый для повышения показателя готовности оператора принять управление на себя от минимального до оптимального значения при смене режима управления транспортным средством и устанавливают зависимость допустимого значения показателя готовности оператора принять управление на себя от времени на заданном интервале времени, при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме получают информацию об условиях дорожного движения на предстоящем пути, прогнозируют место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления, информируют об этом оператора и получают от него подтверждение факта восприятия данной информации, контролируют время, оставшееся до смены режима управления, при равенстве последнего предварительно заданному интервалу времени информируют об этом оператора, получают от него подтверждение факта восприятия данной информации и регулируют его готовность принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже допустимого значения согласно предварительно установленной его зависимости от времени, если при истечении заданного интервала времени готовность оператора принять управление на себя соответствует заданному оптимальному показателю, информируют его об этом и передают ему управление транспортным средством, в противном случае активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности. Совокупность указанных отличительных признаков позволяет прогнозировать место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления, информировать об этом оператора, контролировать время, оставшееся до смены режима управления, и регулировать готовность оператора принять управление транспортным средством на себя, что обеспечивает повышение безопасности функционирования транспортных систем.

При управлении транспортным средством в автоматизированном режиме регулирование готовности оператора принять управление транспортным средством на себя может быть осуществлено путем выдачи ему запросов на определенные действия и проверки его ответных действий, причем в случае ненадлежащих ответных действий или их отсутствия активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности транспортного средства.

Регулирование готовности оператора принять управление транспортным средством на себя также может быть осуществлено путем предъявления ему соответствующих унимодальных или мультимодальных стимулов.

При получении прогноза о месте и времени перехода от автоматизированного к ручному режиму управления оператора могут в реальном времени информировать о динамике его текущей готовности принять управление транспортным средством на себя в течение всего времени, оставшегося до смены режима управления.

При управлении транспортным средством в автоматизированном режиме готовность оператора принять управление транспортным средством на себя может быть определена на основании показателей его психофизиологического и эмоционального состояний, степени отвлеченности от дорожно-транспортной ситуации и динамики его профессионально-важных качеств за последнее время.

На чертеже приведен вариант зависимости допустимого значения показателя готовности оператора принять управление транспортным средством на себя от времени на заданном интервале.

На чертеже обозначены: K - показатель готовности оператора принять управление транспортным средством на себя; K_{\min} и K_{opt} - минимально допустимое и оптимальное значения показателя готовности оператора принять управление на себя соответственно; t - время; Δt - заданный интервал времени, необходимый для передачи управления оператору; t_1 - момент времени, при котором время, оставшееся до смены режима управления, становится равным заданному интервалу Δt времени; t_2 - момент времени передачи управления оператору; $K_{\text{доп}} = f(t)$ - зависимость допустимого значения показателя готовности оператора принять управление на себя от времени на заданном интервале.

Суть предложенного способа заключается в следующем.

Перед управлением транспортным средством определяют условия, при которых необходим переход от автоматизированного к ручному режиму управления, например, в виде ограничений, накладываемых на использование автоматизированного режима трафиком движения, погодными условиями, качеством и надежностью информационных сигналов от бортовых систем транспортного средства и средств спутниковой и других видов связи. Задают минимально допустимое K_{\min} и оптимальное K_{opt} значения показателя K готовности оператора принять управление транспортным средством на себя и интервал Δt времени, в течение которого уровень готовности оператора принять управление на себя должен быть повышен от минимально допустимого K_{\min} до оптимального K_{opt} значения при смене режима управления транспортным средством путем соответствующего его регулирования. В качестве показателя K готовности оператора принять управление на себя могут быть использованы, например, показатели психофизиологического состояния оператора и степени его отвлеченности от дорожно-транспортной ситуации, а также их интегральный показатель. Устанавливают зависимость $K_{\text{доп}} = f(t)$, например, в виде зависимости, изображенной на чертеже.

При управлении транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг параметров функционирования транспортного средства, состояния окружающей его среды и готов-

ности оператора принять управление транспортным средством на себя. Для мониторинга параметров готовности оператора принять управление на себя может быть использована система, описанная в [4]. Контролируют показатель K готовности оператора принять управление на себя и регулируют его так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже заданного минимально допустимого значения K_{\min} . Получают информацию об условиях дорожного движения на предстоящем пути и прогнозируют место и время t_2 перехода от автоматизированного к ручному режиму управления. Информировывают об этом оператора и получают от него подтверждение факта восприятия данной информации. Контролируют время, оставшееся до смены режима управления, и при равенстве последнего предварительно заданному интервалу времени Δt в момент времени t_1 информируют об этом оператора, получают от него подтверждение данного факта и регулируют его готовность принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя K не было ниже допустимого значения $K_{\text{доп}}$ согласно предварительно установленной его зависимости $K_{\text{доп}} = f(t)$. Регулирование готовности оператора принять управление на себя может быть осуществлено путем выдачи ему запросов на определенные действия и проверки его ответных действий, например, путем проверки правильности действий оператора в ответ на запрос о нажатии определенной кнопки на дисплее. Регулирование готовности оператора принять управление на себя также может быть осуществлено путем предъявления ему соответствующих унимодальных или мультимодальных стимулов, например, путем одновременного предъявления звуковых, визуальных и тактильных стимулов. Если к моменту времени t_2 текущее значение показателя K готовности оператора принять управление на себя устанавливается не ниже заданного значения $K_{\text{опт}}$, информируют об этом оператора и передают ему управление транспортным средством. В противном случае активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности транспортного средства.

В качестве примера рассмотрен переход из автоматизированного режима управления к ручному при управлении высокоавтоматизированным автотранспортным средством на дороге, которая была разделена на два фрагмента - текущий и предстоящий. Текущий фрагмент характеризовался относительной прямолинейностью, равнинной местностью, низкой интенсивностью транспортного потока и хорошей видимостью. Предстоящий фрагмент характеризовался частыми поворотами, высокой интенсивностью транспортного потока и нечеткой разметкой проезжей части дороги. В качестве минимально допустимого и оптимального значений показателя готовности оператора принять управление на себя были приняты $K_{\min} = 0,40$ и $K_{\text{опт}} = 0,95$ (в относительных единицах) соответственно. Был задан интервал $\Delta t = 10$ мин. Зависимость $K_{\text{доп}} = f(t)$ соответствовала зависимости, изображенной на чертеже. При управлении транспортным средством в автоматизированном режиме на текущем фрагменте дороги был сделан прогноз о необходимости перехода на предстоящем фрагменте к ручному режиму управления. При этом до смены режима управления оставалось 25 мин. В течение первых 15 мин значение показателя K водителя лишь однажды опустилось ниже заданного $K_{\min} = 0,40$ и составило 0,37, после чего водителю был выдан запрос о нажатии кнопки синего цвета на дисплее, и после его ответных действий значение показателя K поднялось до уровня 0,61. В момент времени, когда до смены режима управления осталось 10 мин, после общения водителю об этом значение показателя K его готовности принять управление на себя составило 0,82, что не требовало в данный момент его регуляции. В дальнейшем текущее значение показателя K водителя сравнялось с минимально допустимым его значением в соответствии с заданной зависимостью $K_{\text{доп}} = f(t)$. За все оставшееся время до смены режима управления значение показателя K водителя не опускалось ниже допустимого значения, заданного указанной зависимостью, и в момент времени смены режима управления его значение составило 0,96, что явилось основанием для передачи управления водителю.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет прогнозировать место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления и регулировать готовность оператора принять управление транспортным средством на себя на протяжении всего оставшегося до передачи ему управления времени, что обеспечивает повышение безопасности функционирования транспортных систем.

Источники информации.

1. US 20170144670 A1, МПК: B60W 40/08, 2017 г.
2. US 20160146618 A1, МПК: G01C 21/34, 2016 г.
3. US 20170032200 A1, МПК: B60Q 9/00, 2017 г.
4. Дементенко В.В., Иванов И.И., Макаев Д.В. Комплексная система мониторинга состояния водителя в рейсе // Вестник НЦ БЖД. 2016, № 3 (29), с. 17-21.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ передачи управления высокоавтоматизированным транспортным средством оператору, заключающийся в том, что определяют условия, при которых необходим переход от автоматизированного к ручному режиму управления, задают минимально допустимое и оптимальное значения показателя готовности оператора принять управление на себя, задают интервал времени, необходимый для повышения показателя готовности оператора принять управление на себя от минимального до оптимального значения при смене режима управления транспортным средством, и устанавливают зависимость допус-

тимого значения показателя готовности оператора принять управление на себя от времени на заданном интервале времени, при управлении транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг параметров функционирования транспортного средства, состояния окружающей его среды и готовности оператора принять управление на себя, регулируют готовность оператора принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже заданного минимально допустимого значения, получают информацию об условиях дорожного движения на предстоящем пути, прогнозируют место и время перехода от автоматизированного к ручному режиму управления, информируют об этом оператора и получают от него подтверждение факта восприятия данной информации, контролируют время, оставшееся до смены режима управления, при равенстве последнего предварительно заданному интервалу времени информируют об этом оператора, получают от него подтверждение факта восприятия данной информации и регулируют его готовность принять управление на себя так, чтобы текущее значение ее показателя не было ниже допустимого значения согласно предварительно установленной его зависимости от времени, если при истечении заданного интервала времени готовность оператора принять управление на себя соответствует заданному оптимальному показателю, информируют его об этом и передают ему управление транспортным средством, в противном случае активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что готовность оператора принять управление транспортным средством на себя регулируют путем выдачи ему запросов на определенные действия и проверки его ответных действий, а в случае ненадлежащих ответных действий или их отсутствия активизируют автоматические устройства обеспечения безопасности транспортного средства.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что готовность оператора принять управление транспортным средством на себя регулируют путем предъявления ему соответствующих унимодальных или мультимодальных стимулов.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что оператора в реальном времени информируют о динамике его текущей готовности принять управление транспортным средством на себя в течение всего времени, оставшегося до смены режима управления.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что готовность оператора принять управление транспортным средством на себя определяют на основании показателей его психофизиологического и эмоционального состояний, степени отвлеченности от дорожно-транспортной ситуации и динамики его профессионально-важных качеств за последнее время.

