

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044143**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.07.26

(21) Номер заявки
202291875

(22) Дата подачи заявки
2022.06.01

(51) Int. Cl. **B60W 60/00** (2020.01)
B60W 40/08 (2012.01)
G06K 9/00 (2022.01)

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ТРАНСПОРТНЫМ
СРЕДСТВОМ И СИСТЕМА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(43) **2023.07.25**

(96) **2022/EA/0031 (BY) 2022.06.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ" (BY)**

(56) US-A1-20200133308
US-B2-10467907
US-B2-8352111
WO-A1-2014145918

(72) Изобретатель:
Дубовский Владимир Андреевич (BY)

(57) Изобретение относится к транспортным средствам. Способ управления автоматизированным транспортным средством заключается в том, что осуществляют мониторинг состояния автоматизированного транспортного средства, водителя и внешней среды; определяют уровни доверия к системе автоматизированного вождения и водителю; сравнивают полученные значения уровней доверия с предварительно заданными их минимально допустимыми значениями; в случае, если уровень доверия к системе автоматизированного вождения оказывается ниже его минимально допустимого значения, запрашивают водителя о его готовности управлять автоматизированным транспортным средством и передают водителю управление после подтверждения им запроса; если же уровень доверия к водителю ниже его минимально допустимого значения или водитель не подтверждает запрос, определяют, оснащено ли впереди идущее транспортное средство системой "Platooning", и, если оно оснащено системой "Platooning", водителя этого транспортного средства запрашивают о его согласии на подключение автоматизированного транспортного средства к нему посредством системы "Platooning"; при получении такого согласия управляют автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning".

B1

044143

044143

B1

Изобретение относится к транспортным системам и может быть использовано для обеспечения эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных транспортных средств.

Известен способ управления автоматизированным транспортным средством, заключающийся в том, что при управлении автоматизированным транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг состояния автоматизированного транспортного средства, водителя и внешней среды, определяют и сравнивают между собой текущие уровни доверия к водителю и системе автоматизированного вождения, делают вывод о наиболее целесообразном режиме управления и управляют автоматизированным транспортным средством в данном режиме, периодически обновляют вывод о наиболее целесообразном режиме управления, в соответствии с которым активируют более предпочтительный режим управления [1]. Недостатком известного способа является то, что он не обеспечивает возможность управления автоматизированным транспортным средством водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning", что снижает эффективность и безопасность эксплуатации автоматизированных транспортных средств в случае, если одновременно состояние системы автоматизированного вождения и состояние водителя автоматизированного транспортного средства не соответствуют требуемому уровню работоспособности.

Известны способы и системы совместного управления двумя и более автоматизированными транспортными средствами как единым объектом, основанные на передаче с помощью систем беспроводной связи впереди идущим транспортным средством следующим за ним транспортным средствам информации о требуемой траектории и скорости [2]. Такого рода системы называются "Platooning". Известны способ и система управления автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning", согласно которым при управлении автоматизированным транспортным средством определяют целесообразность подключения автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning", дают запрос на подключение автоматизированного транспортного средства к впереди идущему транспортному средству, получают данные о состоянии впереди идущего транспортного средства, с использованием которых управляют автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning" [3]. Недостатком известного способа и системы является отсутствие информации о текущем состоянии системы автоматизированного вождения и водителя автоматизированного транспортного средства, что снижает безопасность эксплуатации автоматизированных транспортных средств.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является способ управления автоматизированным транспортным средством [4], заключающийся в том, что при управлении автоматизированным транспортным средством в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг состояния автоматизированного транспортного средства, водителя и внешней среды, определяют текущий уровень степени риска дорожно-транспортного происшествия на основе анализа функционирования системы автоматизированного вождения и условий окружающей среды и, если он превышает предварительно заданное его критическое значение, делают вывод о необходимости перехода от автоматизированного к ручному вождению, определяют текущий уровень способности водителя управлять автоматизированным транспортным средством на основе полученных данных о его состоянии и, если он превышает предварительно заданное его критическое значение, информируют водителя о необходимости перехода к ручному вождению и передают ему управление автоматизированным транспортным средством, в противном случае активируют систему безопасности автоматизированного транспортного средства для его остановки.

Недостатком указанного способа является то, что он не обеспечивает возможность управления автоматизированным транспортным средством водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning", что снижает эффективность и безопасность эксплуатации автоматизированных транспортных средств в случае, если одновременно состояние системы автоматизированного вождения и состояние водителя автоматизированного транспортного средства не соответствуют требуемому уровню работоспособности.

Наиболее близким аналогом заявляемой системы является система управления автоматизированным транспортным средством [1], содержащая систему автоматизированного вождения, системы мониторинга состояния автоматизированного транспортного средства, его водителя и внешней среды, бортовой компьютер, устройство для отображения информации о наиболее целесообразном режиме управления автоматизированным транспортным средством в текущем и предстоящих фрагментах пути и коммуникационную платформу, взаимосвязанные друг с другом посредством системы обмена данными, платформу облачных вычислений, вход и выход которой связаны с коммуникационной платформой, и систему мониторинга условий дорожного движения на предстоящем пути до пункта назначения, взаимосвязанную с платформой облачных вычислений и коммуникационной платформой.

Недостатком указанной системы является то, что она не обеспечивает возможность управления автоматизированным транспортным средством водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning", что снижает эффективность и безопасность эксплуатации автоматизированных транспортных средств в случае, если одновременно состояние системы автоматизированного вождения и состояние водителя автоматизированного транспортного средства не соответствуют требуемому уровню работоспособности.

мому уровню работоспособности.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных транспортных средств в случае, если одновременно состояние системы автоматизированного вождения и состояние водителя автоматизированного транспортного средства не соответствуют требуемому уровню работоспособности, путем обеспечения возможности управления автоматизированным транспортным средством водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning".

Решение задачи достигается в способе управления автоматизированным транспортным средством, заключающемся в том, что в режиме автоматизированного вождения осуществляют мониторинг состояния автоматизированного транспортного средства, водителя и внешней среды; определяют текущие уровни доверия к системе автоматизированного вождения и водителю; сравнивают полученные значения уровней доверия к системе автоматизированного вождения и водителю с предварительно заданными их минимально допустимыми значениями; в случае, если уровень доверия к системе автоматизированного вождения оказывается ниже его минимально допустимого значения и при этом уровень доверия к водителю не ниже его минимально допустимого значения, запрашивают водителя о его готовности вручную управлять автоматизированным транспортным средством и передают водителю управление автоматизированным транспортным средством после подтверждения им своей готовности вручную управлять автоматизированным транспортным средством; если же уровень доверия к водителю оказывается ниже его минимально допустимого значения или водитель не подтверждает свою готовность вручную управлять автоматизированным транспортным средством, определяют, оснащено ли впереди идущее транспортное средство системой "Platooning", и в случае, если впереди идущее транспортное средство оснащено системой "Platooning", водителя этого транспортного средства запрашивают о его согласии на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning"; при получении такого согласия от водителя впереди идущего транспортного средства управляют автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning", причем в качестве ведущего выступает впереди идущее транспортное средство; если же впереди идущее транспортное средство не оснащено системой "Platooning" или его водитель не дает согласие на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning", активируют систему безопасности автоматизированного транспортного средства для его остановки.

Отличительные признаки заявляемого способа: в случае, если уровень доверия к водителю оказывается ниже его минимально допустимого значения или водитель не подтверждает свою готовность вручную управлять автоматизированным транспортным средством, определяют, оснащено ли впереди идущее транспортное средство системой "Platooning", и в случае, если впереди идущее транспортное средство оснащено системой "Platooning", водителя этого транспортного средства запрашивают о его согласии на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning"; при получении такого согласия от водителя впереди идущего транспортного средства управляют автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning", причем в качестве ведущего выступает впереди идущее транспортное средство; если же впереди идущее транспортное средство не оснащено системой "Platooning" или его водитель не дает согласие на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning", активируют систему безопасности автоматизированного транспортного средства для его остановки.

Система управления автоматизированным транспортным средством, реализующая предложенный способ, содержит установленные на автоматизированном транспортном средстве систему автоматизированного вождения, системы мониторинга состояния автоматизированного транспортного средства, его водителя и внешней среды, блок управления сменой режима вождения, первую систему "Platooning" и первую коммуникационную систему, взаимосвязанные друг с другом посредством системы обмена данными, причем указанная коммуникационная система своим вторым входом-выходом последовательно взаимосвязана со второй коммуникационной системой и второй системой "Platooning", установленными на впереди идущем транспортном средстве.

Отличительными признаками заявляемой системы являются: наличие на автоматизированном транспортном средстве блока управления сменой режима вождения и первой системы "Platooning", взаимосвязанных друг с другом и другими системами автоматизированного транспортного средства посредством системы обмена данными, причем первая коммуникационная система, установленная на автоматизированном транспортном средстве своим вторым входом-выходом последовательно взаимосвязана со второй коммуникационной системой и второй системой "Platooning", установленными на впереди идущем транспортном средстве.

Совокупность указанных отличительных признаков способа и системы позволяет повысить эффективность и безопасность эксплуатации автоматизированных транспортных средств в случае, если одновременно состояние системы автоматизированного вождения и состояние водителя автоматизированного транспортного средства не соответствуют требуемому уровню работоспособности, путем обеспечения

возможности управления автоматизированным транспортным средством водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning".

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 - Блок-схема процесса управления автоматизированным транспортным средством.

На фиг. 2 - Структурно-функциональная схема системы управления автоматизированным транспортным средством.

На чертежах и в тексте обозначено: АТС - автоматизированное транспортное средство, ВИТС - впереди идущее транспортное средство, ВС - внешняя среда, САВ - система автоматизированного вождения, C_{1Lim} и C_{2Lim} - минимально допустимые значения уровней доверия к системе автоматизированного вождения и водителю соответственно, C_1 и C_2 - текущие значения уровней доверия к системе автоматизированного вождения и водителю соответственно.

Система управления автоматизированным транспортным средством (фиг. 2) содержит установленные на автоматизированном транспортном средстве 1 систему 2 автоматизированного вождения, системы 3, 4 и 5 мониторинга состояния АТС, водителя и ВС соответственно, блок 6 управления сменой режима вождения, первую систему 7 "Platooning" и первую коммуникационную систему 8, взаимосвязанные друг с другом посредством системы 9 обмена данными, причем указанная коммуникационная система 9 своим вторым входом-выходом последовательно взаимосвязана со второй коммуникационной системой 10 и второй системой 11 "Platooning", установленными на впереди идущем транспортном средстве 12.

Система 2 автоматизированного вождения может включать в себя любые программно-аппаратные средства, осуществляющие управление АТС 1 без физического воздействия со стороны водителя, такие, как системы адаптивного круиз-контроля, удержания и смены полосы движения, автоматической парковки и др. В качестве системы 3 мониторинга состояния АТС 1 могут быть использованы известные из уровня техники системы контроля скорости и ускорения, системы контроля полосы движения и дистанции до впереди, слева и справа идущих транспортных средств. В качестве системы 4 мониторинга состояния водителя могут быть использованы известные из уровня техники системы контроля частоты сердечных сокращений, артериального давления и/или электродермальной активности человека, например, система "Вигитон", описанная в [5]. В качестве системы 5 мониторинга состояния ВС могут быть использованы известные из уровня техники системы контроля состояния дороги, системы распознавания и определения местоположения пешеходов и дорожных знаков, системы мониторинга метеоусловий. Блок 6 управления сменой режима вождения управляет процессами передачи управления АТС 1 от САВ 2 его водителю или водителю ВИТС 12 и может быть реализован на основе системного блока компьютера. Системы 7 и 11 "Platooning" могут быть реализованы на основе технического решения, приведенного в [6]. В качестве коммуникационных систем 8 и 10 может быть использована, например, коммуникационная система V2V, описанная в [7].

Суть предложенного способа заключается в следующем.

При управлении АТС в автоматизированном режиме осуществляют мониторинг состояния АТС, водителя и ВС с помощью систем 3, 4 и 5 соответственно.

С помощью блока 6 управления сменой режима вождения, используя информацию от систем 3, 4 и 5, определяют текущие уровни доверия C_1 и C_2 к САВ и водителю соответственно, которые могут быть выражены, например, в относительных единицах от 0 до 1 и определены как произведения показателей их состояния на показатель степени риска ДТП в текущих дорожных условиях. С помощью блока 6 сравнивают полученные значения уровней доверия C_1 и C_2 с предварительно заданными их минимально допустимыми значениями C_{1Lim} и C_{2Lim} соответственно.

Если во время движения АТС с помощью блока 6 будет определено, что уровень доверия к САВ ниже его минимально допустимого значения ($C_1 < C_{1Lim}$) и при этом уровень доверия к водителю не ниже его минимально допустимого значения ($C_2 \geq C_{2Lim}$), водителю с помощью блока 6 и устройства отображения информации (на чертеже не показано) дают запрос о его готовности вручную управлять АТС. В случае, если водитель посредством устройства ввода информации (на чертеже не показано) подтвердит свою готовность управлять АТС, в установленном порядке передают ему управление АТС.

В случае, если водитель посредством устройства ввода информации (на чертеже не показано) не подтвердит свою готовность управлять АТС или уровень доверия к водителю оказывается ниже его минимально допустимого значения ($C_2 < C_{2Lim}$) при условии, что $C_1 < C_{1Lim}$, с помощью блока 6 посредством системы 7 "Platooning" и коммуникационных систем 8 и 10 определяют, оснащено ли ВИТС системой 11 "Platooning". Если ВИТС оснащено системой 11 "Platooning", водителя ВИТС с помощью блока 6, коммуникационных систем 8 и 10 и устройства отображения информации (на чертеже не показано) запрашивают о его согласии на подключение АТС в качестве ведомого к ВИТС посредством систем 7, 8, 10 и 11. При получении такого согласия от водителя ВИТС управляют АТС с помощью системы "Platooning", при этом в качестве ведущего выступает ВИТС.

Если же ВИТС не оснащено системой 11 "Platooning" или его водитель не дает согласие на подключение АТС в качестве ведомого к ВИТС посредством систем 7 и 11 "Platooning", активируют систему безопасности (на чертеже не показана) АТС для его остановки в установленном порядке.

В качестве примера рассмотрено управление АТС при движении по дороге, на которой встречные потоки транспортных средств физически разделены и запрещено движение велосипедистов и пешеходов.

АТС было дополнительно оснащено системой 4 мониторинга состояния водителя, в качестве которой была использована система "Вигитон" [5]; блоком 6 управления сменой режима вождения, реализованным на базе стандартного системного компьютерного блока; системой 7 "Platooning" и коммуникационной системой 8, в качестве которой была использована коммуникационная система V2V.

Автоматизированное вождение осуществлялось со скоростью 50 км/час по запланированному маршруту длиной 60 км. Были заданы минимально допустимые значения уровней доверия к САВ и водителю в относительных единицах $C_{1Lim} = 0,75$ и $C_{2Lim} = 0,75$ соответственно.

С помощью блока 6 управления сменой режима вождения на основе информации, полученной от систем 3, 4 и 5, определяли текущие уровни доверия C_1 и C_2 к САВ и водителю соответственно. В начале пути погодные условия характеризовались хорошей видимостью и сухой погодой, но, когда до конечного пункта маршрута осталось 45 км, пошел дождь, что негативно отразилось на способности САВ распознавать объекты ВС, вследствие чего уровень доверия к САВ понизился до значения $C_1 = 0,73$ ($C_1 < C_{1Lim}$), что было определено с помощью блока 6. При этом текущий уровень доверия к водителю характеризовался значением $C_2 = 0,87$ ($C_2 \geq C_{2Lim}$), что также было определено с помощью блока 6. Был дан запрос водителю с помощью блока 6 и устройства отображения информации (на чертеже не показано) на передачу ему управления АТС, и после получения от него подтверждения запроса ему было передано управление АТС.

Когда до конечного пункта маршрута осталось 20 км, состояние водителя ухудшилось, и с помощью блока 6 было определено, что уровень доверия к нему понизился до значения $C_2 = 0,74$ ($C_2 < C_{2Lim}$), после чего с помощью блока 6 посредством системы 7 "Platooning" и коммуникационных систем 8 и 10 было определено, что ВИТС оснащено системой 11 "Platooning". С помощью блока 6 и коммуникационных систем 8 и 10 был дан запрос водителю ВИТС о его согласии на подключение АТС в качестве ведомого к ВИТС посредством систем 7, 8, 10 и 11. Такое согласие от водителя ВИТС было получено, после чего с помощью блока 6, коммуникационных систем 8 и 10 и систем 7 и 11 "Platooning" была активирована работа системы "Platooning" для управления АТС в связке с ВИТС. В данном режиме управления АТС прошло оставшийся отрезок пути без происшествий, что свидетельствует об эффективности и безопасности предлагаемого способа управления АТС.

Таким образом, предлагаемый способ и система позволяют повысить эффективность и безопасность эксплуатации АТС в случае, если одновременно состояние САВ и состояние водителя АТС не соответствуют требуемому уровню работоспособности, путем обеспечения возможности управления АТС водителем впереди идущего транспортного средства с помощью системы "Platooning".

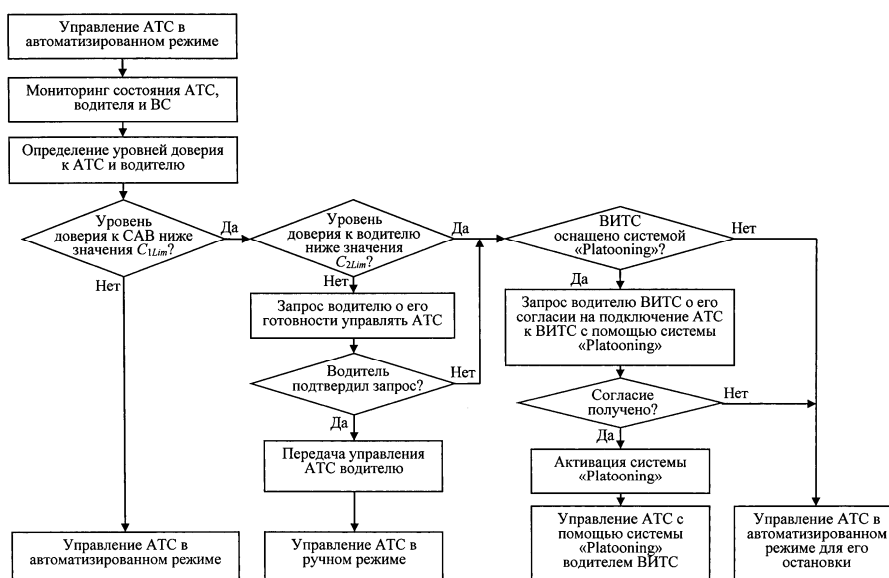
Источники информации:

1. ЕА 037164 В1, МПК: G05D 1/00, 2021 г.
2. Fakhfakh F., Tounsi M., Mosbah M. Vehicle Platooning Systems: Review, Classification and Validation Strategies // International Journal of Networked and Distributed Computing. 2020. Vol. 8 (4), pp. 203-213.
3. US 11011064 В2, МПК: G05D 1/02, 2021 г.
4. US 2017/364070 А1, МПК: G05D 1/00, 2017 г.
5. Дементенко В.В., Иванов И.И., Макаев Д.В. Комплексная система мониторинга состояния водителя в рейсе // Вестник НИЦ БЖД. 2016. №3 (29). С. 17-21.
6. T.R. Gongalves, V. Varma, S. Elayoubi. Vehicle platooning schemes considering V2V communications: A joint communication/control approach // IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC 2020, May 2020, Seoul, South Korea, pp. 1-6, 10.1109/WCNC45663.2020.9120759.
7. Bergenheim C., Hedin E., Skarin D. Vehicle-to-Vehicle Communication for a Platooning System // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2012. V. 48, pp. 1222-1233. DOI 10.1016/j.sbspro.2012.06.1098.

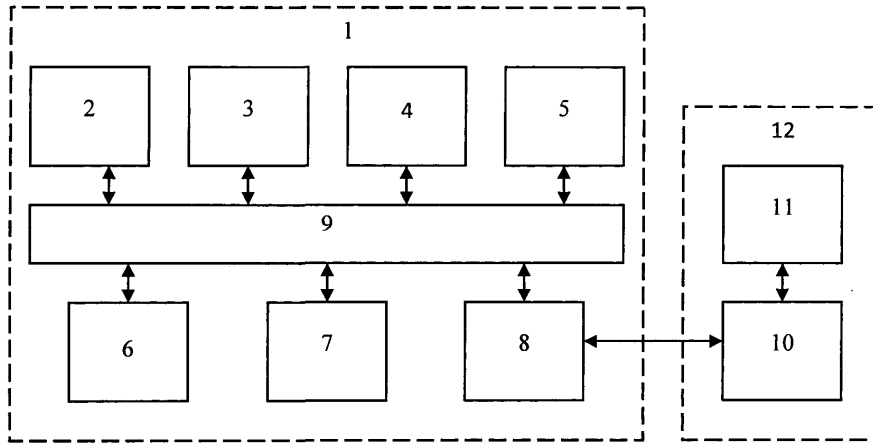
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления автоматизированным транспортным средством, заключающийся в том, что в режиме автоматизированного вождения осуществляют мониторинг состояния автоматизированного транспортного средства, водителя и внешней среды; определяют текущие уровни доверия к системе автоматизированного вождения и водителю; сравнивают полученные значения уровней доверия к системе автоматизированного вождения и водителю с предварительно заданными их минимально допустимыми значениями; в случае, если уровень доверия к системе автоматизированного вождения оказывается ниже его минимально допустимого значения и при этом уровень доверия к водителю не ниже его минимально допустимого значения, запрашивают водителя о его готовности вручную управлять автоматизированным транспортным средством и передают водителю управление автоматизированным транспортным средством после подтверждения им своей готовности вручную управлять автоматизированным транспортным средством; если же уровень доверия к водителю оказывается ниже его минимально допустимого значения или водитель не подтверждает свою готовность вручную управлять автоматизированным транспортным средством, определяют, оснащено ли впереди идущее транспортное средство системой "Platooning", и в случае, если впереди идущее транспортное средство оснащено системой "Platooning", водителя этого транспортного средства запрашивают о его согласии на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning"; при получении такого согласия от водителя впереди идущего транспортного средства управляют автоматизированным транспортным средством с помощью системы "Platooning", причем в качестве ведущего выступает впереди идущее транспортное средство; если же впереди идущее транспортное средство не оснащено системой "Platooning" или его водитель не дает согласие на подключение автоматизированного транспортного средства в качестве ведомого к впереди идущему транспортному средству посредством системы "Platooning", активируют систему безопасности автоматизированного транспортного средства для его остановки.

2. Система управления автоматизированным транспортным средством для осуществления способа по п.1, содержащая установленные на автоматизированном транспортном средстве систему автоматизированного вождения, системы мониторинга состояния автоматизированного транспортного средства, его водителя и внешней среды, блок управления сменой режима вождения, первую систему "Platooning" и первую коммуникационную систему, взаимосвязанные друг с другом посредством системы обмена данными, причем указанная коммуникационная система своим вторым входом-выходом последовательно взаимосвязана со второй коммуникационной системой и второй системой "Platooning", установленными на впереди идущем транспортном средстве.



Фиг. 1



Фиг. 2

