

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040636**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.08

(21) Номер заявки
202100135

(22) Дата подачи заявки
2021.03.11

(51) Int. Cl. **B60W 40/08** (2012.01)
B60W 30/08 (2012.01)
A61B 5/18 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ВОДИТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И СИСТЕМА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(43) **2022.07.06**

(96) **2021/ЕА/0014 (ВУ) 2021.03.11**

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

(56) US-B2-10752252
US-B2-10572746
US-B1-10569650
US-A1-20170144670
US-B2-8140241

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

(57) Изобретение относится к транспортным средствам. Способ оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства заключается в том, что задают два значения дистанции D_1 и D_2 до впереди идущего транспортного средства, причем $D_1 < D_2$, и первое из них является минимально допустимым значением, и продолжительность T тестирования, осуществляют мониторинг состояния водителя, транспортного средства и внешней среды; контролируют полосу движения, дистанцию D до впереди идущего транспортного средства, наличие пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях и по истечении времени T тестирования на основании полученных данных определяют показатели сложной двигательной реакции водителя, его готовность к экстренным действиям, бдительность, концентрацию и распределение внимания, восприятие скорости и расстояния и склонность к риску.

040636
B1

040636
B1

Изобретение относится к транспортным системам и может быть использовано для обеспечения безопасности функционирования дорожного транспорта.

Известны способ и система обеспечения безопасности функционирования транспортного средства, основанные на мониторинге функционального состояния водителя, проверке его ответов на периодически посылаемые ему запросы и активации автоматических устройств обеспечения безопасности при неудовлетворительном функциональном состоянии водителя и отсутствии ответов на запросы [1]. Недостатком известного способа и системы является то, что они не позволяют оценить работу водителя и контролировать уровень развития его профессионально важных психофизиологических качеств, что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Известен способ получения информации о водителе транспортного средства [2], заключающийся в том, что осуществляют мониторинг поведения водителя и состояния внешней среды с помощью видеокамер, установленных внутри и снаружи транспортного средства, определяют текущий стиль вождения водителя на основе информации о его поведении, состоянии внешней среды и полученных ранее данных о стиле его вождения, после чего анализируют текущий стиль вождения с использованием сети облачных технологий и дают характеристику водителю. Данный способ позволяет дать качественную характеристику водителю в категориях "нормальное вождение", "агрессивное вождение", "невнимательное вождение", "вождение в состоянии алкогольного опьянения" и т.д., но не позволяет количественно оценить его профессионально важные психофизиологические качества, такие как "сложная двигательная реакция", "бдительность", "восприятие скорости и расстояния", "распределение внимания" и др., что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Известна система получения информации о водителе транспортного средства [2], содержащая множество видеокамер для мониторинга состояния внешней среды, множество видеокамер для мониторинга поведения водителя, бортовой компьютер, дисплей для отображения информации о водителе и коммуникационный модуль для связи с сетью облачных технологий, установленные на транспортном средстве и взаимосвязанные друг с другом посредством обмена данными. Недостатком данной системы является то, что она не позволяет количественно оценить его профессионально важные психофизиологические качества, такие как "сложная двигательная реакция", "бдительность", "восприятие скорости и расстояния", "распределение внимания" и др., что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является способ оценки поведения водителя транспортного средства [3], заключающийся в том, что задают критерии функционирования транспортного средства (в виде, например, предельно допустимых значений скорости, ускорения, торможения и др.), критерии поведения оператора (например, не пользоваться мобильным телефоном, использовать ремень безопасности, ездить только в определенное время суток и т.д.), которых должен придерживаться водитель, и оценочный период, при управлении водителем транспортным средством осуществляют мониторинг состояния транспортного средства, водителя и объектов внешней среды, сравнивают функционирование транспортного средства с предустановленными критериями, регистрируют нарушения предустановленных критериев водителем, а по истечении оценочного периода оценивают поведение водителя на основании показателя в виде взвешенной суммы зарегистрированных фактов нарушений указанных критериев.

Данный способ позволяет выявлять факты нарушения водителем при управлении транспортным средством определенных предустановленных требований, но не позволяет количественно оценить его профессионально важные психофизиологические качества, такие как "сложная двигательная реакция", "бдительность", "восприятие скорости и расстояния", "распределение внимания" и др., уровень развития которых у водителей в силу разных причин со временем может снизиться и в сложных дорожных ситуациях стать дополнительным фактором риска дорожно-транспортных происшествий, что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Наиболее близким аналогом заявляемой системы является система оценки поведения водителя транспортного средства [3], содержащая систему мониторинга состояния водителя, систему мониторинга состояния транспортного средства, систему мониторинга состояния внешней среды, задающее устройство, устройство сигнализации, дисплей и связанную с ними своими входами коммуникационную платформу, установленные на транспортном средстве, и платформу облачных вычислений, вход-выход которой связан с коммуникационной платформой.

Недостатком данной системы является то, что она не позволяет количественно оценить профессионально важные психофизиологические качества водителя, такие как "сложная двигательная реакция", "бдительность", "восприятие скорости и расстояния", "распределение внимания" и др., что снижает безопасность функционирования транспортных систем.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение безопасности функционирования транспортных систем путем осуществления количественной оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителей транспортных средств в процессе их трудовой деятельности.

Решение задачи достигается в способе оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства, заключающемся в том, что задают два значения дистанции D_1 и D_2 до впереди идущего транспортного средства, причем $D_1 < D_2$, и первое из них является минимально

допустимым значением, и продолжительность T тестирования, при управлении водителем транспортным средством осуществляют мониторинг состояния водителя, транспортного средства и внешней среды; если состояние водителя в норме и метеоусловия благоприятны для вождения, контролируют полосу движения, дистанцию D до впереди идущего транспортного средства, наличие пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, для оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и для оценки сложной двигательной реакции измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, а для оценки готовности к экстренным действиям измеряют время t_S восстановления безопасной ситуации, по истечении времени T тестирования определяют показатели T_R сложной двигательной реакции и T_P готовности к экстренным действиям в соответствии с выражениями

$$T_R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Ri} \quad \text{и} \quad T_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Si}$$

где n - общее количество зарегистрированных за время T указанных потенциально опасных дорожных ситуаций; для оценки бдительности водителя регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием пешехода или знака ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, либо выполнением водителем маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, по истечении времени T тестирования определяют показатель V бдительности в соответствии с выражением

$$V = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n_V} k_{Ri}$$

где N и n_V - общее количество зарегистрированных для оценки бдительности всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки концентрации внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием знака ограничения скорости, либо выполнением маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, по истечении времени T тестирования определяют показатель C концентрации внимания водителя в соответствии с выражением $C = 1 - n_c/N_c$, где N_c и n_c - общее количество зарегистрированных для оценки концентрации внимания всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно; для оценки распределения внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся выполнением маневра смены полосы движения, и возникающие при выполнении указанного маневра потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал, по истечении времени T тестирования определяют показатель A распределения внимания в соответствии с выражением

$$A = 1 - \frac{1}{3M} \sum_{i=1}^m k_{Ri}$$

где m - количество зарегистрированных для оценки распределения внимания потенциально опасных дорожных ситуаций, M - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся выполнением маневра смены полосы движения, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки восприятия водителем скорости и расстояния регистрируют дорожные ситуации, характеризующиеся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$, и их длительности t_{P1} и t_{P2} соответственно, по истечении времени T тестирования определяют показатель P восприятия скорости и расстояния в соответствии с выражением

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k t_{Pi}}{\sum_{j=1}^l t_{P2j}}$$

где k и l - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$ соответственно; для оценки склонности к риску регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся условием $D < D_1$, длительность T_i каждой из них и текущие положительные значения глубины $\delta = D_1 - D$ опасного сближения с впереди идущим транспортным средством, для каждой потенциально опасной дорожной ситуации в реальном времени определяют значение

показателя g склонности водителя к риску в соответствии с выражением

$$r = \frac{1}{D_1 T_r} \int_0^{T_r} \delta(t) dt$$

по истечении времени T тестирования определяют обобщенный показатель R склонности к риску в соответствии с выражением

$$R = \sum_{i=1}^z r_i$$

где z - количество зарегистрированных потенциально опасных дорожных ситуаций, характеризующихся условием $D < D_1$.

Отличительными признаками заявляемого способа являются следующие:

задают два значения дистанции D_1 и D_2 до впереди идущего транспортного средства, причем $D_1 < D_2$, и первое из них является минимально допустимым значением, при управлении водителем транспортным средством, если состояние водителя в норме и метеоусловия благоприятны для вождения, контролируют полосу движения, дистанцию D до впереди идущего транспортного средства, наличие пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, для оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и для оценки сложной двигательной реакции измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, а для оценки готовности к экстренным действиям измеряют время t_S восстановления безопасной ситуации, по истечении времени T тестирования определяют показатели T_R сложной двигательной реакции и T_P готовности к экстренным действиям в соответствии с выражениями

$$T_R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Ri} \quad \text{и} \quad T_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Si}$$

где n - общее количество зарегистрированных за время T указанных потенциально опасных дорожных ситуаций; для оценки бдительности водителя регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием пешехода или знака ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, либо выполнением водителем маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, по истечении времени T тестирования определяют показатель V бдительности в соответствии с выражением

$$V = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n_v} k_{Ri}$$

где N и n_v - общее количество зарегистрированных для оценки бдительности всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки концентрации внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием знака ограничения скорости, либо выполнением маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, по истечении времени T тестирования определяют показатель C концентрации внимания водителя в соответствии с выражением $C = 1 - n_c/N_c$, где N_c и n_c - общее количество зарегистрированных для оценки концентрации внимания всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно; для оценки распределения внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся выполнением маневра смены полосы движения, и возникающие при выполнении указанного маневра потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал, по истечении времени T тестирования определяют показатель A распределения внимания в соответствии с выражением

$$A = 1 - \frac{1}{3M} \sum_{i=1}^m k_{Ri}$$

где m - количество зарегистрированных для оценки распределения внимания потенциально опасных дорожных ситуаций, M - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся выполнением маневра смены полосы движения, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки восприятия водителем скорости и расстояния

регистрируют дорожные ситуации, характеризующиеся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$, и их длительности t_{p1} и t_{p2} соответственно, по истечении времени T тестирования определяют показатель P восприятия скорости и расстояния в соответствии с выражением

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k t_{p1i}}{\sum_{j=1}^l t_{p2j}}$$

где k и l - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$ соответственно; для оценки склонности к риску регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся условием $D < D_1$, длительность T_i каждой из них и текущие положительные значения глубины $\delta = D_1 - D$ опасного сближения с впереди идущим транспортным средством, для каждой потенциально опасной дорожной ситуации в реальном времени определяют значение показателя r склонности водителя к риску в соответствии с выражением

$$r = \frac{1}{D_1 T_r} \int_0^{T_r} \delta(t) dt$$

по истечении времени T тестирования определяют обобщенный показатель R склонности к риску в соответствии с выражением

$$R = \sum_{i=1}^z r_i$$

где z - количество зарегистрированных потенциально опасных дорожных ситуаций, характеризующихся условием $D < D_1$.

Система оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства, реализующая предложенный способ, содержит систему мониторинга состояния водителя, систему мониторинга состояния транспортного средства, систему мониторинга состояния внешней среды, задающее устройство, блок управления процессом тестирования, систему обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, блок регистрации текущих событий и параметров работы водителя, устройство сигнализации, дисплей и коммуникационную платформу, установленные на транспортном средстве, и платформу облачных вычислений, вход-выход которой связан с коммуникационной платформой, выход которой связан с дисплеем, а вход - с выходом блока регистрации текущих событий и параметров работы водителя, первый вход которого связан с блоком управления процессом тестирования, а второй вход - с первым выходом системы обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, второй выход которой связан со входом устройства сигнализации, а первый и второй входы связаны, соответственно, с выходом системы мониторинга состояния транспортного средства и первым выходом системы мониторинга состояния внешней среды, второй выход которой соединен с первым входом блока управления процессом тестирования, второй и третий входы которого связаны, соответственно, с выходами системы мониторинга состояния водителя и задающего устройства.

Отличительными признаками заявляемой системы являются наличие блока управления процессом тестирования, системы обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, блока регистрации текущих событий и параметров работы водителя, причем блок регистрации текущих событий и параметров работы водителя связан своим выходом с коммуникационной платформой, первым входом - с блоком управления процессом тестирования, а вторым входом - с первым выходом системы обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, второй выход которой связан с входом устройства сигнализации, а первый и второй входы связаны соответственно с выходом системы мониторинга состояния транспортного средства и первым выходом системы мониторинга состояния внешней среды, второй выход которой соединен с первым входом блока управления процессом тестирования, второй и третий входы которого связаны соответственно с выходами системы мониторинга состояния водителя и задающего устройства.

Совокупность указанных отличительных признаков способа и системы позволяет контролировать профессионально важные психофизиологические качества водителей транспортных средств в процессе их трудовой деятельности.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 - блок-схема процесса оценки сложной двигательной реакции водителя и его готовности к экстренным действиям;

на фиг. 2 - блок-схема процесса оценки бдительности водителя;

на фиг. 3 - блок-схема процесса оценки концентрации внимания водителя;

на фиг. 4 - блок-схема процесса оценки распределения внимания водителя;

на фиг. 5 - блок-схема процесса оценки восприятия скорости и расстояния водителем;

на фиг. 6 - блок-схема процесса оценки склонности к риску водителя;

на фиг. 7 - структурно-функциональная схема системы оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства.

На чертежах обозначено ТС - транспортное средство.

Система оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства (фиг. 7) содержит систему 1 мониторинга состояния водителя, систему 2 мониторинга состоя-

ния транспортного средства, систему 3 мониторинга состояния внешней среды, задающее устройство 4, блок 5 управления процессом тестирования, систему 6 обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, блок 7 регистрации текущих событий и параметров работы водителя, устройство 8 сигнализации, дисплей 9 и коммуникационную платформу 10, установленные на транспортном средстве, и платформу 11 облачных вычислений, вход-выход которой связан с коммуникационной платформой 10, выход которой связан с дисплеем 9, а вход - с выходом блока 7 регистрации текущих событий и параметров работы водителя, первый вход которого связан с блоком 5 управления процессом тестирования, а второй вход - с первым выходом системы 6 обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, второй выход которой связан со входом устройства 8 сигнализации, а первый и второй входы связаны, соответственно, с выходом системы 2 мониторинга состояния транспортного средства и первым выходом системы 3 мониторинга состояния внешней среды, второй выход которой соединен с первым входом блока 5 управления процессом тестирования, второй и третий входы которого связаны, соответственно, с выходами системы 1 мониторинга состояния водителя и задающего устройства 4. Система 3 мониторинга состояния внешней среды содержит систему 12 мониторинга метеоусловий, выход которой подключен к блоку 5 управления процессом тестирования, и систему 13 мониторинга состояния объектов внешней среды, выход которой подключен к системе 6 обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций.

В качестве системы 1 мониторинга состояния водителя могут быть использованы системы контроля психофизиологического состояния водителя на основе анализа его электродермальной активности, например, система "Вигитон" [4]. В качестве системы 2 мониторинга состояния транспортного средства могут быть использованы известные из уровня техники системы контроля полосы движения, скорости и ускорения транспортного средства и системы контроля дистанции до впереди идущих транспортных средств. В качестве системы 3 мониторинга состояния внешней среды могут быть использованы известные из уровня техники системы распознавания и определения местоположения пешеходов и дорожных знаков и системы мониторинга метеоусловий. В качестве блока 5 управления процессом тестирования может быть использовано арифметико-логическое устройство. В качестве системы 6 обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций могут быть использованы системы помощи водителю, например система предотвращения аварий Mobileye [5]. В качестве блока 7 регистрации текущих событий и параметров работы водителя может быть использован персональный компьютер. В качестве устройства 8 сигнализации могут быть использованы устройства звуковой, визуальной и/или тактильной сигнализации. В качестве коммуникационной платформы 10 может быть использована, например, система C-V2X [6].

Суть предложенного способа заключается в следующем.

Для оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства, к которым относятся сложная двигательная реакция, готовность к экстренным действиям, бдительность, концентрация и распределение внимания, восприятие скорости и расстояния и склонность к риску [7], с помощью задающего устройства 4 задают два значения дистанции D_1 и D_2 до впереди идущего транспортного средства, причем $D_1 < D_2$, и первое из них является минимально допустимым значением, и продолжительность T тестирования (оценочный период).

При управлении водителем транспортным средством осуществляют мониторинг состояния водителя, транспортного средства и внешней среды с помощью систем 1, 2 и 3 соответственно. При этом с помощью систем 2 и 13 контролируют полосу движения, дистанцию D до впереди идущего транспортного средства, наличие пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, а с помощью системы 6 обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций фиксируют такие ситуации, как опасное сближение с впереди идущим транспортным средством ($D < D_1$), съезд с полосы движения без включения указателей поворота, наличие пешехода в опасной зоне на пути движения и превышение разрешенной скорости. Если состояние водителя в норме и метеоусловия благоприятны для вождения, что является необходимым условием для достоверной оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя, на выходах систем 1 и 12 формируются соответствующие сигналы и блок 5 управления процессом тестирования разрешает блоку 7 регистрировать текущие события и параметры работы водителя.

Для оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя (фиг. 1) с помощью блока 7 регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов от устройства 8 и с помощью блока 7 для оценки сложной двигательной реакции измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, а для оценки готовности к экстренным действиям измеряют время t_S восстановления безопасной ситуации. При этом под временем t_R реагирования понимается время между появлением предупреждающего сигнала об опасности столкновения с впереди идущим транспортным средством или пешеходом и началом торможения транспортного средства, управляемого водителем, а в случае съезда с полосы движения без включения указателей поворота - время между появлением и предупреждающего сигнала, и включением указателей поворота. Под временем t_S восстановления безопасной ситуации по-

нимается длительность потенциально опасной ситуации (время между появлением и исчезновением предупреждающего сигнала). Полученные значения t_R и t_S с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где по истечении времени T тестирования определяют показатели T_R сложной двигательной реакции и T_P готовности к экстренным действиям в соответствии с выражениями

$$T_R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Ri} \quad \text{и} \quad T_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Si}$$

где n - общее количество зарегистрированных за время T указанных потенциально опасных дорожных ситуаций.

Для оценки бдительности водителя (фиг. 2) с помощью блока 7 регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием пешехода или знака ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, либо выполнением водителем маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов от устройства 8 и с помощью блока 7 измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы. Все зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где по истечении времени T тестирования определяют показатель V бдительности в соответствии с выражением

$$V = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n_r} k_{Ri}$$

где N и n_r - общее количество зарегистрированных для оценки бдительности всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно, k_R - коэффициент, принимающий значения от 0 до 1 и зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал. Зависимость $k_R = f(t_R)$ может описываться, например, сигмоидальной функцией

$$k_R = \frac{e^{2t_R} - 1}{e^{2t_R} + 1}$$

Для оценки концентрации внимания водителя (фиг. 3) с помощью блока 7 регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием знака ограничения скорости, либо выполнением маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота. Все зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где по истечении времени T тестирования определяют показатель C концентрации внимания водителя в соответствии с выражением $C = 1 - n_c / N_c$, где N_c и n_c - общее количество зарегистрированных для оценки концентрации внимания всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно.

Для оценки распределения внимания (фиг. 4) с помощью блока 7 регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся выполнением маневра смены полосы движения, и возникающие при выполнении указанного маневра потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов от устройства 8 и с помощью блока 7 измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал. Все зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где по истечении времени T тестирования определяют показатель A распределения внимания в соответствии с выражением

$$A = 1 - \frac{1}{3M} \sum_{i=1}^m k_{Ri}$$

где m - количество зарегистрированных для оценки распределения внимания потенциально опасных дорожных ситуаций, M - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся выполнением маневра смены полосы движения, k_R - коэффициент, принимающий значения от 0 до 1 и зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал. Зависимость $k_R = f(t_R)$ может описываться, например, сигмоидальной функцией

$$k_R = \frac{e^{2t_R} - 1}{e^{2t_R} + 1}$$

Для оценки восприятия водителем скорости и расстояния (фиг. 5) с помощью блока 7 регистрируют дорожные ситуации, характеризующиеся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$, и их длительности t_{P1} и t_{P2} соответственно. Зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где по истечении времени T тестирования определяют показатель P восприятия скорости и расстояния в соответствии с выражением

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k t_{Pi}}{\sum_{j=1}^l t_{P2j}}$$

где k и l - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$ соответственно.

Для оценки склонности к риску (фиг. 6) с помощью блока 7 регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся условием $D < D_1$, длительность T_i каждой из них и текущие положительные значения глубины $\delta = D_1 - D$ опасного сближения с впереди идущим транспортным средством. Зарегистрированные данные с помощью коммуникационной платформы 10 передают в платформу 11 облачных вычислений, где для каждой потенциально опасной дорожной ситуации в реальном времени определяют текущее значение показателя r склонности водителя к риску в соответствии с выражением

$$r = \frac{1}{D_1 T_r} \int_0^{T_r} \delta(t) dt$$

а по истечении времени T тестирования определяют обобщенный показатель R склонности к риску в соответствии с выражением

$$R = \sum_{i=1}^z r_i$$

где z - количество зарегистрированных потенциально опасных дорожных ситуаций, характеризующихся условием $D < D_1$.

Полученные значения показателей психофизиологических качеств водителя заносят в базу данных (на чертежах не показана), которая может быть создана, например, на платформе 11 облачных вычислений. При этом водитель может быть проинформирован об уровне развития своих профессионально важных психофизиологических качеств с помощью дисплея 9.

В качестве примера рассмотрена оценка профессионально важных психофизиологических качеств водителя легкового транспортного средства при осуществлении им трудовой деятельности на дорогах общего пользования. С помощью задающего устройства были заданы значения $D_1 = 30$ м, $D_2 = 35$ м, $T = 8$ ч. На протяжении всего времени T тестирования система 1 мониторинга состояния водителя не выявила недопустимого снижения его функционального состояния, а система 12 мониторинга метеоусловий не зафиксировала неблагоприятных условий для вождения. В ходе тестирования с помощью блока 7 было зарегистрировано 5 потенциально опасных дорожных ситуаций, 3 из которых характеризовались условием $D < D_1$, одна - съездом с полосы движения без включения указателей поворота и одна - превышением разрешенной скорости ($n = 4$, $n_c = 5$), о которых водитель был предупрежден посредством устройства 8 сигнализации. При этом блоком 7 были зарегистрированы следующие значения времени t_R и времени t_S для первых трех ситуаций: $t_{R1} = 0,46$ с; $t_{S1} = 1,90$ с; $t_{R2} = 0,62$ с; $t_{S2} = 1,78$ с; $t_{R3} = 0,51$ с; $t_{S3} = 1,97$ с; для четвертой ситуации: $t_{R4} = 0,61$ с; $t_{S4} = 0,61$ с; для пятой ситуации: $t_{R5} = 0,74$ с; $t_{S5} = 1,68$ с. С использованием функции

$$k_R = \frac{e^{2t_R} - 1}{e^{2t_R} + 1}$$

в платформе 11 облачных вычислений получены следующие значения коэффициентов k_R : $k_{R1} = 0,43$; $k_{R2} = 0,55$; $k_{R3} = 0,47$; $k_{R4} = 0,54$; $k_{R5} = 0,63$. Также с помощью блока 7 были зарегистрированы 42 дорожные ситуации ($N = 42$), из которых 12 характеризовались условием $D < D_2$ и суммарной длительностью

$$\sum_{j=1}^l t_{P2j} = 720 \text{ с}$$

($l = 12$), 4 - наличием пешехода, 6 - наличием знака ограничения скорости и 20 - выполнением водителем маневра смены полосы движения ($N_c = 38$, $M = 20$). При выполнении водителем маневра смены полосы движения с помощью блока 7 была зарегистрирована только одна потенциально опасная ситуация, характеризующаяся съездом с полосы движения без включения указателей поворота ($m = 1$). Также с помощью блока 7 было зарегистрировано 7 ситуаций ($k = 7$), характеризовавшихся условием $D_1 < D < D_2$, с общей длительностью

$$\sum_{i=1}^k t_{Pi} = 714,35 \text{ с}$$

Для потенциально опасных дорожных ситуаций, характеризовавшихся условием $D < D_1$, с помощью платформы 11 облачных вычислений были получены следующие интегральные значения глубины δ опасного сближения с впереди идущим транспортным средством:

$$\int_0^{T_{r1}} \delta(t) dt = 4,1 \text{ м} \cdot \text{с};$$

$$\int_0^{T_{r2}} \delta(t) dt = 5,8 \text{ м} \cdot \text{с}; \quad \int_0^{T_{r3}} \delta(t) dt = 3,0 \text{ м} \cdot \text{с} \quad (T_{r1} = t_{S1} = 1,90 \text{ с}; \quad T_{r2} = t_{S2} = 1,78 \text{ с}; \quad T_{r3} = t_{S3} = 1,97 \text{ с}).$$

С использованием платформы 11 облачных вычислений на основании всех приведенных данных получены значения показателей следующих психофизиологических качеств водителя.

Сложная двигательная реакция: $T_R = (t_{R1} + t_{R2} + t_{R3} + t_{R4})/4 = 0,55$ с.

Готовность к экстренным действиям: $T_P = (t_{S1} + t_{S2} + t_{S3} + t_{S4})/4 = 1,59$ с.

Бдительность: $V = 1 - (k_{R1} + k_{R2} + k_{R3} + k_{R4} + k_{R5})/42 = 0,94$.

Концентрация внимания: $C = 1 - 5/38 = 0,87$.

Распределение внимания: $A = 1 - k_{R4}/60 = 0,99$.

Восприятие скорости и расстояния: $P = 714,35/720 = 0,99$;

Склонность к риску: $R = r_1 + r_2 + r_3 = 0,08 + 0,11 + 0,05 = 0,24$.

Проведенное комплексное тестирование водителя показало, что количественная оценка его основных профессионально важных психофизиологических качеств может быть осуществлена в процессе трудовой деятельности.

Таким образом, предлагаемые способ и система позволяют количественно оценить профессионально важные психофизиологические качества водителя транспортного средства в процессе его трудовой деятельности и создать постоянно обновляемую базу данных для сопровождения деятельности персонала автотранспортных предприятий, а также для оперативного использования полученной информации при организации взаимодействия водителя с высокоавтоматизированным транспортным средством, что повышает безопасность функционирования транспортных систем.

Источники информации.

1. US 2017/0144670 A1, МПК: В60W 40/08, 2017 г.
2. US 2018/0046870 A1, МПК: G06K 9/00, 2018 г.
3. US 9067565 B2, МПК: В60R 25/30, 2015 г.
4. Дементяненко В.В., Иванов И.И., Макаев Д.В. Комплексная система мониторинга состояния водителя в рейсе // Вестник НЦ БЖД. 2016. № 3. (29). С. 17–21.
5. <https://www.mobile-eye.ru>.
6. <https://www.gsma.com/iot/news/c-v2x-the-future-of-connected-transport-is-live-today/>.
7. http://www.neurocom.ru/ru2/psych/updk_mk_obnovl_perechen_testov.html.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства, заключающийся в том, что задают два значения дистанции D_1 и D_2 до впереди идущего транспортного средства, причем $D_1 < D_2$, и первое из них является минимально допустимым значением, и продолжительность T тестирования, при управлении водителем транспортным средством осуществляют мониторинг состояния водителя, транспортного средства и внешней среды; если состояние водителя в норме и метеоусловия благоприятны для вождения, контролируют полосу движения, дистанцию D до впереди идущего транспортного средства, наличие пешеходов и знаков ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, для оценки сложной двигательной реакции и готовности к экстренным действиям водителя регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и для оценки сложной двигательной реакции измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающие сигналы, а для оценки готовности к экстренным действиям измеряют время t_S восстановления безопасной ситуации, по истечении времени T тестирования определяют показатели T_R сложной двигательной реакции и T_P готовности к экстренным действиям в соответствии с выражениями

$$T_R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Ri} \quad \text{и} \quad T_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{Si}$$

где n - общее количество зарегистрированных за время T указанных потенциально опасных дорожных ситуаций; для оценки бдительности водителя регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием пешехода или знака ограничения скорости по ходу движения транспортного средства, либо выполнением водителем маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо наличием пешехода в опасной зоне на пути движения, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, в реальном времени предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагиро-

вания водителя на предупреждающие сигналы, по истечении времени T тестирования определяют показатель V бдительности в соответствии с выражением

$$V = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n_r} k_{Ri}$$

где N и n_v - общее количество зарегистрированных для оценки бдительности всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки концентрации внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_2$, либо наличием знака ограничения скорости, либо выполнением маневра смены полосы движения, и потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, по истечении времени T тестирования определяют показатель C концентрации внимания водителя в соответствии с выражением $C = 1 - n_c/N_c$, где N_c и n_c - общее количество зарегистрированных для оценки концентрации внимания всех дорожных ситуаций и потенциально опасных дорожных ситуаций соответственно; для оценки распределения внимания регистрируют все дорожные ситуации, характеризующиеся выполнением маневра смены полосы движения, и возникающие при выполнении указанного маневра потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся либо условием $D < D_1$, либо превышением разрешенной скорости, либо съездом с полосы движения без включения указателей поворота, предупреждают водителя об указанных потенциально опасных ситуациях посредством соответствующих сигналов и измеряют время t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал, по истечении времени T тестирования определяют показатель A распределения внимания в соответствии с выражением

$$A = 1 - \frac{1}{3M} \sum_{i=1}^m k_{Ri}$$

где m - количество зарегистрированных для оценки распределения внимания потенциально опасных дорожных ситуаций, M - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся выполнением маневра смены полосы движения, k_R - коэффициент, зависящий от времени t_R реагирования водителя на предупреждающий сигнал; для оценки восприятия водителем скорости и расстояния регистрируют дорожные ситуации, характеризующиеся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$, и их длительности t_{p1} и t_{p2} соответственно, по истечении времени T тестирования определяют показатель P восприятия скорости и расстояния в соответствии с выражением

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k t_{p1i}}{\sum_{j=1}^l t_{p2j}}$$

где k и l - количество зарегистрированных дорожных ситуаций, характеризующихся условиями $D_1 < D < D_2$ и $D < D_2$ соответственно; для оценки склонности к риску регистрируют потенциально опасные дорожные ситуации, характеризующиеся условием $D < D_1$, длительность T_r каждой из них и текущие положительные значения глубины $\delta = D_1 - D$ опасного сближения с впереди идущим транспортным средством, для каждой потенциально опасной дорожной ситуации в реальном времени определяют значение показателя r склонности водителя к риску в соответствии с выражением

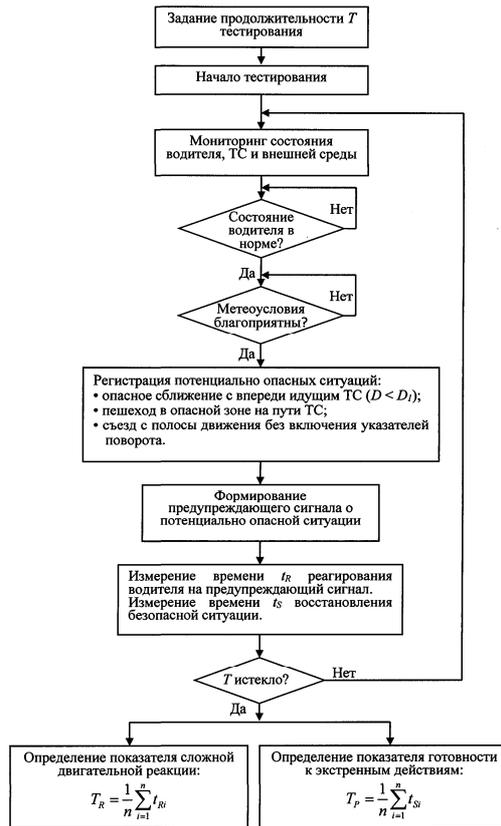
$$r = \frac{1}{D_1 T_r} \int_0^{T_r} \delta(t) dt$$

по истечении времени T тестирования определяют обобщенный показатель R склонности к риску в соответствии с выражением

$$R = \sum_{i=1}^z r_i$$

где z - количество зарегистрированных потенциально опасных дорожных ситуаций, характеризующихся условием $D < D_1$.

2. Система оценки профессионально важных психофизиологических качеств водителя транспортного средства для осуществления способа по п.1, содержащая систему мониторинга состояния водителя, систему мониторинга состояния транспортного средства, систему мониторинга состояния внешней среды, задающее устройство, блок управления процессом тестирования, систему обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, блок регистрации текущих событий и параметров работы водителя, устройство сигнализации, дисплей и коммуникационную платформу, установленные на транспортном средстве, и платформу облачных вычислений, вход-выход которой связан с коммуникационной платформой, выход которой связан с дисплеем, а вход - с выходом блока регистрации текущих событий и параметров работы водителя, первый вход которого связан с блоком управления процессом тестирования, а второй вход - с первым выходом системы обнаружения потенциально опасных дорожных ситуаций, второй выход которой связан со входом устройства сигнализации, а первый и второй входы связаны, соответственно, с выходом системы мониторинга состояния транспортного средства и первым выходом системы мониторинга состояния внешней среды, второй выход которой соединен с первым входом блока управления процессом тестирования, второй и третий входы которого связаны, соответственно, с выходами системы мониторинга состояния водителя и задающего устройства.



Фиг. 1



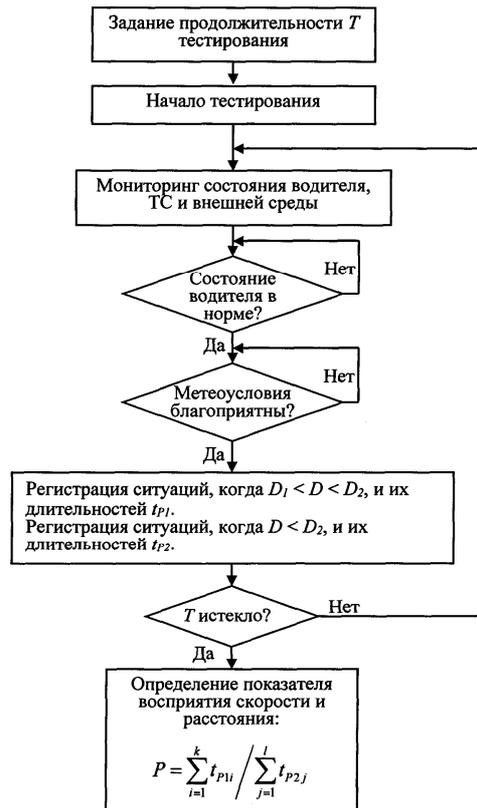
Фиг. 2



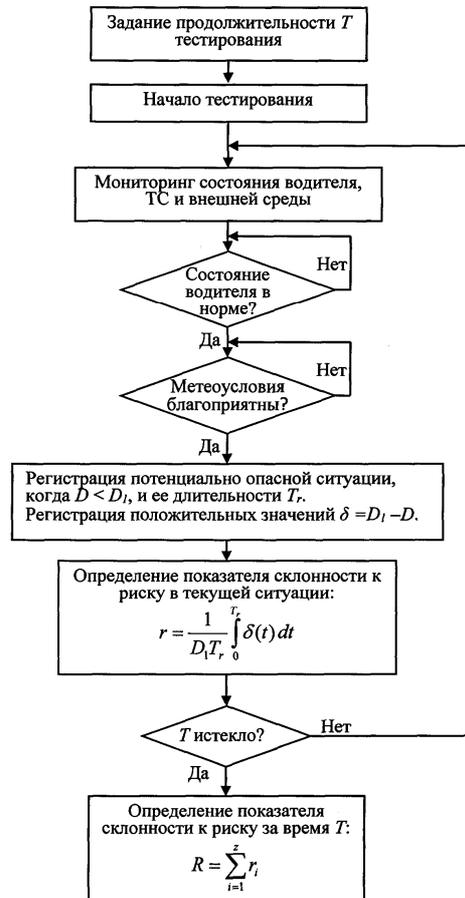
Фиг. 3



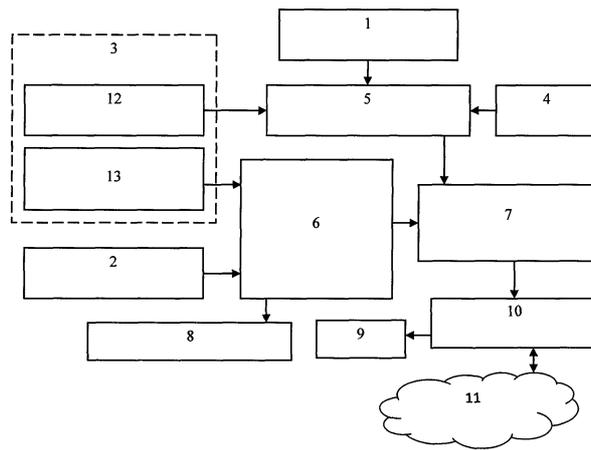
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

