

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043983**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.07.12**

(21) Номер заявки  
**202100151**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.06.01**

(51) Int. Cl. *A61B 5/00* (2006.01)  
*A61B 5/18* (2006.01)  
*B60K 28/02* (2006.01)

---

(54) **СИСТЕМА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО БЕСКОНТАКТНОГО СКРИНИНГА КЛИНИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РИСКА ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ В ПРОЦЕССЕ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СПОСОБ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОТЕРЮ КОНТРОЛЯ ВНИМАНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ, А ТАКЖЕ РИСКА ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

---

(43) **2022.12.30**

(96) **2021000061 (RU) 2021.06.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПРОНЬКО КОНСТАНТИН  
НИКОЛАЕВИЧ (RU)**

(56) US-B1-9135803  
US-A1-20170144670  
CN-B-104966382  
CN-B-105336105

(72) Изобретатель:  
**Диашев Алексей Николаевич,  
Пронько Константин Николаевич,  
Синопальников Владимир Игоревич,  
Таранов Александр Александрович,  
Чекулаев Виталий Александрович,  
Сивохин Дмитрий Вячеславович (RU)**

(74) Представитель:  
**Горячкина Т.Г. (RU)**

---

(57) Изобретение направлено на обеспечение интерактивного мониторинга нейрофизиологического состояния работника на рабочем месте и своевременное выявление клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска возникновения критических состояний поведения и здоровья, в том числе внезапной смерти. Указанный технический результат достигается тем, что система бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска внезапной смерти работника в процессе трудовой деятельности включает в себя элементы, объединенные пользовательским интерфейсом и собранные в единый корпус, позволяющие регистрировать в реальном времени показатели важнейших физиологических функций, психоэмоционального состояния и двигательной активности с возможностью их передачи по каналам связи на серверную часть системы. Способ включает оценку состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы на основе частотного, временного и статистического анализа, а также мимических проявлений психоэмоционального состояния. Способ позволяет использовать алгоритм оценки получаемых данных, основанный на технологиях искусственного интеллекта и нейронных сетей разного типа, в том числе глубоких нейронных сетей, включая использование машинного обучения.

---

**B1**

**043983**

**043983**

**B1**

Предлагаемое изобретение относится к медицинскому разделу профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а именно к разработке и внедрению систем ранней диагностики и дистанционного мониторинга состояния здоровья в системе медицины труда. Цифровые методы бесконтактной диагностики и персонализированного подхода к повседневному мониторингу гемодинамических (микроциркуляторных) механизмов развития сердечно-сосудистых заболеваний предусмотрены для повышения качества профилактических мероприятий в системе охраны здоровья на предприятиях, а также безопасности движения транспортных средств, включая автомобильный, железнодорожный, морской, речной, авиационный, космический, и эксплуатации сложных автоматизированных систем управления.

Затрагиваемая проблема в настоящее время актуальна в системе создания цифровых решений в области сохранения психического, эмоционального и физического здоровья человека с использованием мобильных приложений стандартных вычислительных устройств и пользуется высоким потребительским спросом и значительным ростом научных публикаций в области изучения искусственного интеллекта и исследований в системе сохранения здоровья.

Существующие технические решения затрагивают в основном анализ биометрических данных и предоставление рекомендаций пользователю по двигательной активности, режиму отдыха, досуга и социальному общению.

В области техники известны автоматизированные системы мониторинга поведения водителей за рулем, оценивающие сонливость, отвлечение, невнимательность, курение и разговоры по телефону за рулем. Для оценки нейрофизиологических параметров организма в процессе трудовой деятельности в основном используются контактные носимые устройства, использующие только периферические показатели микроциркуляции и вегетативной нервной системы. В поставленной задаче оценки критических состояний сердечно-сосудистой и нервной системы могут быть использованы только локусы русла кровоснабжения и иннервации головного мозга, параметры функциональной активности соматической нервной системы. Наиболее близких аналогов к заявленному из области техники не выявлено.

Достижимым при использовании предлагаемого изобретения техническим результатом является обеспечение интерактивного мониторинга нейрофизиологического состояния работника на рабочем месте и своевременного выявления клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска возникновения критических состояний поведения и здоровья, в том числе внезапной смерти.

Технический результат достигается тем, что программно-аппаратная система бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска внезапной смерти работника в процессе трудовой деятельности включает в себя элементы, объединенные пользовательским интерфейсом и собранные в единый корпус, позволяющие регистрировать в реальном времени показатели важнейших физиологических функций, психоэмоционального состояния и двигательной активности с возможностью их передачи по каналам связи на серверную часть системы. Система, в том числе аппаратно-программный комплекс водителя/работника, включает в себя процессор с предустановленной программой, цифровую камеру, микрофон, акустическую систему, пирометр, газоанализатор, датчики расстояния, температуры, освещенности, а также другие датчики и устройства, размещенные в едином корпусе и устанавливаемые в зоне прямой видимости от работника на расстоянии не более 1,5 м с углом отклонения от фронтальной оси лица работника не более 25°, что обеспечивает возможность проведения скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска возникновения критических состояний поведения и здоровья водителя/работника, а также внезапной смерти, с использованием технологий машинного зрения, на основе бесконтактной регистрации в реальном режиме времени графической информации с камеры видеонаблюдения за водителем.

Система также содержит устройства ввода, регистрации, измерения сигналов, параметров, данных графической, акустической, текстовой, пирометрической, спектроскопической, электрохимической и координатной информации, программно-математическое обеспечение, использующее технологии компьютерного зрения и интеллектуального анализа данных градиента цвета элементов изображения кожного покрова в динамике, с дискретностью не менее 15 кадров/с, позволяющие оценивать характер гемодинамических осцилляций кровенаполнения сосудов лица (движение крови в поверхностных и более глубоких сосудах лица), физиатрических изменений в процессе интервьюирования, расстояние от и температуру поверхности кожи лица, с целью выявления корреляции осцилляции перфузии крови и температурного градиента, химический состав выдыхаемого воздуха (частоту дыхательных движений, объем и параметры газообмена).

Система имеет встроенное специальное программное обеспечение, алгоритмом которого на основе данных, регистрируемых аппаратными устройствами, предусматривает идентификацию пользователя, оценку основных физиологических параметров, а именно частоту и вариативность пульсовых волн, частоту дыхания, кровяное давление, температуру поверхности тела, характеристики цветовых параметров слизистых поверхностей склеры глаз, уровень стресса и психоэмоционального состояния, регистрацию физиатрических, сенсомоторных и двигательных нарушений, отличных от индивидуально предустановленных норм. Программное обеспечение выполнено в виде сопряженных серверных и клиентских частей с возможностью интерактивной передачи данных с использованием мобильных средств связи (сотовая

связь, Wi-Fi, Bluetooth и т.д.).

Серверная часть программы включает программно-математическое обеспечение интеллектуального анализа данных и систему поддержки принятия решений и выдачи экспертных заключений, в том числе при наличии значимой доли неопределенности регистрируемых данных в виде прецедентов и нечетких правил состояния кардиореспираторной, вегетативной нервной системы, опорно-двигательного аппарата, психоэмоциональной сферы с использованием искусственного интеллекта например, при прогнозе внезапной смерти водителя за рулем, позволяющих дистанционно передать сигнал/уведомление диспетчеру, или осуществить экстренную остановку, или заглушить двигатель транспортного средства. Программно-математическое обеспечение вычисляет психофизиологические индексы и показатели кардиореспираторного континуума, например частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, индекс стресса, кардиореспираторный индекс, индекс резервных возможностей организма, индекс напряженности вегетативной нервной системы и многие другие.

Система может быть сопряжена с данными, получаемыми с видеорегистратора, обстановки окружающих внешних факторов, например дорожной обстановки для формирования оповещений о дорожных знаках, о нарушениях правил дорожного движения водителем, об опасных дорожных ситуациях (минимальное расстояние до впереди идущего транспорта) или показателей приборной панели оператора сложной АСУ и т.д.

Такое техническое решение позволяет оценивать реакцию работника на изменения в рабочей обстановке, отвлечение взгляда от направления движения транспортного средства, превышающего заранее заданный интервал времени, изменение психофизиологических параметров от предустановленных величин, смену освещенности, наличие посторонних в помещении, на предупредительные акустические и графические стимулы с целью определения индивидуальных стресс-факторов и выдачи мгновенных оповещений по безопасности, а также рекомендаций по режиму труда и отдыха.

Техническое решение созданной системы позволило реализовать способ регистрации и определения индивидуальных клинических признаков критических состояний сердечно-сосудистой, респираторной, когнитивной и психоэмоциональной систем, выявляющих у работника элементы потери контроля за вниманием при выполнении трудовой деятельности, снижения восприятия окружающей среды, изменения двигательной активности, а также определения риска внезапной смерти на рабочем месте. Способом предусмотрено использование системы интерактивного бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических показателей, на основе получения интерактивных данных, в том числе видеоплетизмографии и обработки этих данных с использованием метода вариационной пульсометрии. Способ включает оценку состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы на основе частотного, временного и статистического анализа, а также мимических проявлений психоэмоционального состояния.

Представленный способ позволяет использовать алгоритм оценки получаемых данных, основанный на технологиях искусственного интеллекта и нейронных сетей разного типа, в том числе глубоких нейронных сетей, включая использование машинного обучения, в том числе классификацию, моделирование и прогнозирование, основанное на интеллектуальном анализе персональных результатов с построением системы поддержки принятия решений и выдачи рекомендаций, созданных с учетом детализации процессов эмоциональных проявлений, связанных с нейрофизиологическим возбуждением в режиме производственного процесса, а также степень централизации управлением ритмом сердца. Персонализированный подход к повседневному скринингу гемодинамических (микроциркуляторных) механизмов развития сердечно-сосудистых заболеваний и психоэмоциональных нарушений может также использоваться с целью повышения качества профилактических мероприятий в системе охраны здоровья на предприятиях и в повседневной жизни.

### **Сущность изобретения**

Заявляемая система и способ направлены на повышение качества жизни человека, мониторинга состояния здоровья и своевременной профилактики, а также предотвращения опасных и критических ситуаций в процессе выполнения трудовых обязанностей. Мировая статистика аварий и катастроф за последние 20 лет подтверждает, что 90% из них произошли по вине человека. Основными причинами являются именно те факторы, регистрация и выявление которых заложены в представленном изобретении, а именно невнимательность, сон, усталость, эмоциональное выгорание, потеря сознания, дезориентация, алкоголь, психоактивные вещества, монотонность труда.

Предотвращение и сокращение частоты внезапных сердечных смертей - серьезная социально-значимая и актуальная задача. Единственная возможность решения этой задачи лежит в комплексной оценке факторов риска. Нельзя не видеть, что лишь часть из них является сегодня контролируемой. Можно повышать качество ранней диагностики, разрабатывать и соблюдать безопасные режимы нагрузок, накапливать и учитывать данные о предикторах, предписывать тонко рассчитанные диеты, все более жестко контролировать прием любых биоактивных препаратов и веществ. Однако наследственные факторы сегодня практически неустраняемы. Что касается производственных мер, входящих в интересы медицины труда, то ситуация начнет существенно меняться лишь тогда, когда изменится отношение руководителей и самих работников к профессиональной деятельности, когда результаты перестанут быть

важнее здоровья и самой жизни. Сегодня, к сожалению, приоритеты зачастую расставлены совершенно недопустимым, антигуманным образом. Представляемое изобретение может стать той отправной технологией, позволяющей своевременно осуществлять профилактику и разработать персональный режим труда и отдыха.

Возможность проведения скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска возникновения критических состояний поведения и здоровья водителя/работника, а также внезапной смерти с использованием технологий машинного зрения, на основе бесконтактной регистрации в реальном режиме времени графической информации с камеры видеонаблюдения за водителем и анализа данных, включающих детекцию лица, расчёт биометрических шаблонов изображений лиц для идентификации работника, измерение углов и частоты отклонения головы (вокруг оси тангажа и рысканья), измерение частоты моргания и продолжительности закрытия глаз, измерение продолжительности и частоты зевательных движений, измерение изменения цветности изображения кожи лица и построение видеоплетизмограммы. Бесконтактные датчики системы позволяют в реальном времени контролировать температуру поверхности кожи лица, газовый состав и объем выдыхаемого воздуха, расстояние от системы до поверхности лица, температуру воздуха на рабочем месте представлением данных психофизиологического состояния в реальном времени работнику и диспетчеру, представление уведомления об отклонениях их показателей персонально критически заданных значений.

#### **Краткое описание чертежей**

Сопроводительные фигуры/чертежи, на которых одинаковые ссылочные позиции, относятся к идентичным или функционально подобным элементам, которые вместе с подробным описанием изобретения служат для дополнительной иллюстрации различных вариантов осуществления и объяснения различных принципов и преимуществ в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 1 - блок-схема системы бесконтактного скрининга признаков потери контроля внимания, восприятия и риска внезапной смерти на рабочем месте с помощью клиентской части и сервера/базы данных в связи с применением настоящего изобретения.

Фиг. 2 - блок-схема состава системы аппаратно-программного комплекса в соответствии с аспектом настоящего изобретения.

Фиг. 3 схема, иллюстрирующая возможность оценки нейрофизиологических и клинических признаков и принятия экспертных решений.

Фиг. 4 - схема возможного расположения пользователя относительно чувствительных элементов системы в соответствии с аспектом настоящего изобретения.

#### **Подробное описание чертежей**

Хотя описание завершается формулой изобретения, определяющей признаки изобретения, которые следует полагать инновационными, считается, что изобретение будет понято лучше при ознакомлении с нижеследующим описанием в сочетании с фигурами/чертежами. Должно быть понятно, что представленные варианты реализации изобретения являются просто примерами, которые могут быть воплощены в различных формах.

Настоящее изобретение обеспечивает новый и эффективный, реализуемый с помощью системы бесконтактного скрининга и способа осуществления объективного исследования состояния организма человека, в процессе трудовой деятельности с использованием технологий машинного зрения и искусственного интеллекта.

Обращаясь теперь к фиг. 1, можно отметить, что один вариант реализации настоящего изобретения показан в виде блок-схемы, иллюстрирующей примерную организацию системы обработки данных, в которой может быть реализовано настоящее изобретение. На фиг. 1 показаны некоторые преимущества настоящего изобретения, но, как будет описано ниже, изобретение может быть представлено в нескольких формах, размерах, комбинациях свойств и элементов и с различным количеством компонентов и их функций. Первый вариант, корпоративной интернет-платформы, обеспечивающей организацию дистанционного контроля состояния водителей в рейсе и доступа к большим базам данных и знаний, сочетающей в себе информационную и вычислительную компоненту, содержит систему интеллектуального анализа, систему интерактивного скрининга и систему поддержки принятия экспертных решений. Сеть 100, как показано на фиг. 1, включает в себя соединения 102a-n, которые являются средой, используемой для обеспечения линий связи между клиентской и серверной частью, различными устройствами и компьютерами, соединенными между собой в сети 100. Соединениями 102a-n могут быть проводные или беспроводные соединения. Несколько вариантов проводных соединений - кабель, телефонная линия и оптоволоконный кабель. Варианты беспроводных соединений включают в себя радиочастотную (RF) и инфракрасную (IR) передачу. Многие другие проводные и беспроводные соединения известны в данной области техники и могут быть использованы одновременно с настоящим изобретением.

В указанном варианте сеть 100 включает в себя клиентскую часть аппаратно-программной системы водителя 103 установленную в кабине, клиентская часть диспетчера организации 104, сервер 105 и программный комплекс интеллектуального анализа данных и экспертных решений 106. Аппаратно-программная система, система скрининга нейрофизиологических и клинических рисков 103 может ис-

пользоваться для выполнения команд программирования, содержащихся в программном обеспечении, которое может находиться на устройстве 103 или может быть получено от сервера 105 через глобальную сеть передачи данных (WAN) 101. В одном варианте осуществления WAN представляет собой Интернет. Конечно, сеть 100 также может быть реализована как множество различных типов сетей, таких как, например, интрасеть, локальная вычислительная сеть (LAN) или сотовая сеть. Фиг. 1 рассматривается как пример, а не как структурное ограничение для настоящего изобретения.

Сервер 105 можно рассматривать как компьютер, который управляет доступом к централизованному ресурсу или базе данных. В некоторых вариантах реализации изобретения пользователи персонального вычислительного устройства 106 и аппаратно-программной системы водителя 103 могут запрашивать программное приложение, являющееся примером использования настоящего изобретения. Сервер 105 может принимать, обрабатывать и выполнять запрос путем передачи программного приложения в персональное вычислительное устройство 103 через WAN/LAN, выдавать рекомендации через сервер 105 и WAN/LAN 101 напрямую.

Теперь обратимся к фиг. 2, в указанном выше примере аппаратно-программная система водителя 103 состоит из устройства обработки данных системы 200, включающего в себя персональное вычислительное устройство, оснащенное дисплеем и/или сенсорным экраном, а также интерфейсом пользовательского ввода 204, памятью 210 видеокамерой 201 с встроенным микрофоном 201а, аудиосистемой (динамики) 213, сетевым интерфейсом 209. Программное математическое обеспечение 206 осуществляет коммутационные связи процессора с устройствами и датчиками, обеспечивающими биомониторинг и скрининговую оценку, такими как пирометрический инфракрасный датчик 202, обеспечивающий контроль поверхностной температуры тела, спектрофотометрические инфракрасные датчики 203 и газоанализатор электрохимический 207 для контроля газовой среды, а также датчик освещенности 205, датчик расстояния 209 и другие встраиваемые датчики и устройства 208.

Камера 201 может включать в себя объектив и может использоваться для фиксации неподвижных изображений, а также видеосъемки. Камера 201 должна быть цифровой, предпочтительно с автоматическим определением фокусного расстояния. Камера 201 выполнена так, чтобы изображения могли быть сохранены в памяти 210 и обработаны программным обеспечением 206.

Камера 201 связана с микрофоном 201а с целью синхронизации записи звука и видеоизображения.

Камера 201 выполнена для фиксации изображений, имеющих пиксельное разрешение, по меньшей мере 640×480 пикселей, чтобы обеспечить высокое разрешение для интерпретации и анализа изображений в соответствии с методами, описанными здесь и общеизвестными в данной области техники. Камеры, имеющие более низкое качество, могут быть не способны обеспечивать изображения с надлежащим разрешением.

Интерфейс пользовательского ввода 204 функционирует для обеспечения способа ввода входных данных пользователем в вычислительное устройство обработки данных 200.

Сенсорный экран 204 также может обеспечивать вывод данных или обратную связь с пользователем, например тактильную отдачу или регулировку ориентации клавиатуры в соответствии с сигналами датчиков, получаемыми датчиками движения, такими как акселерометр, расположенный внутри устройства обработки данных 200.

Сетевой интерфейс 209 может включать в себя одну или несколько сетевых интерфейсных плат (NIC) или сетевой контроллер. В некоторых вариантах изобретения сетевой интерфейс 204 может включать в себя интерфейс персональной сети (PAN). Интерфейс PAN может обеспечивать возможность для устройства обработки данных 200 подключаться к сети с использованием протокола передачи данных ближнего действия, например протокола связи Bluetooth. Интерфейс PAN позволяет одному устройству обработки данных системы 200 установить беспроводное соединение с другим устройством обработки данных 200 через одноранговое соединение.

Сетевой интерфейс 209 также может включать в себя интерфейс локальной сети (LAN). Интерфейсом LAN может быть, например, интерфейс беспроводной сети LAN, например сети Wi-Fi. Диапазон интерфейса LAN обычно может превышать диапазон, доступный с помощью интерфейса PAN. В большинстве случаев соединение между двумя электронными устройствами через интерфейс LAN может включать в себя подключение через сетевой маршрутизатор или другое промежуточное устройство.

Помимо этого, сетевые интерфейсы 209 могут включать в себя возможность подключения к глобальной сети передачи данных (WAN) через интерфейс глобальной сети (WAN). WAN-интерфейс может обеспечивать возможность соединения, например, сети сотовой мобильной связи. WAN-интерфейс может включать в себя такие схемы связи, как антенна, соединенная с радиосхемой, имеющей приемопередающее устройство для передачи и приема радиосигналов через антенну. Радиосхема может быть сконфигурирована для работы в сети мобильной связи, включая, но не ограничиваясь указанным, системы мобильной связи (GSM, LTE, 4G, 5G), множественный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA), широкополосный CDMA (WCDMA) и т.п.

Аппаратно-программная система с устройством обработки данных 200 может также включать интерфейс коммуникации ближнего радиуса действия (NFC). Интерфейс NFC может обеспечивать чрезвычайно близкий радиус коммуникации при относительно низких скоростях передачи данных (например,

424 кбит/с). Интерфейс NFC может функционировать посредством индукции магнитного поля, позволяющей интерфейсу NFC взаимодействовать с другими интерфейсами NFC, расположенными на других устройствах, или извлекать информацию из тегов, имеющих схемы радиочастотной идентификации (RFID). Интерфейс NFC может обеспечить включение и/или ускорение передачи данных от АПК водителя с процессором 200 к другому персональному компьютеру с чрезвычайно близким диапазоном (например, 4 см).

Память 210, связанная с устройством обработки данных 200, может быть, например, одним или более буфером, флэш-памятью или энергонезависимой памятью, например, оперативным запоминающим устройством (ОЗУ). Устройство обработки данных системы 200 может также включать в себя энергонезависимое запоминающее устройство. Энергонезависимое запоминающее устройство может являться любым подходящим носителем данных, таким как жесткий диск или энергонезависимая память, в частности флэш-память. Память 210 может включать в себя по меньшей мере одну базу данных 212, подключенную к устройству хранения данных 211 устройства 200. В варианте реализации изобретения, в котором база данных 212 считается по меньшей мере частью памяти 210 аппаратной-программной системы 200, такая коммуникативная связь может быть жестко смонтированным токопроводящим соединением. В варианте реализации изобретения, в котором базой данных 211 считается удаленная база данных 106, доступная с помощью, например, сети большой протяженности, такой как WAN 101, такая коммуникативная связь может быть установлена через сетевой интерфейс 209 устройства 105. Термин "база данных" в широком смысле употребляется для обозначения упорядоченного набора данных, который хранится в энергонезависимой памяти, и доступен для устройства обработки данных, использующего набор данных для решения задач, определенных компьютером.

Устройством обработки данных 200 может являться, например, центральный процессор (ЦП), микроконтроллер или микропроцессорное устройство, включающее в себя микропроцессор "общего назначения" или микропроцессор "специального назначения". Устройство обработки данных 200 выполняет код, сохраненный в памяти 210, с целью выполнения операций/команд персонального мобильного вычислительного устройства 103. Устройство обработки данных 210 может обеспечить возможность обработки для управления операционной системой, запуска различных приложений, а также обработки данных для одной или более из описанных здесь методик.

Дисплей/монитор 204 отображает информацию для пользователя, такую как рабочее состояние, время, номера телефонов, различные меню, значки приложений, выпадающие меню и т.п. Дисплей 204 может использоваться для представления пользователю различных изображений, текста, графики или видео, в частности фотографий, контента мобильного телевидения, интернет-страниц и интерфейсов мобильных приложений. В конкретном случае дисплей 204 может быть сконфигурирован для отображения физиологических параметров и индексов работника/водителя, как описано ниже. Дисплей 204 может представлять собой любой тип подходящего дисплея, такого как жидкокристаллический дисплей (LCD), плазменный дисплей, светодиодный дисплей (LED) и т.п.

Аппаратно-программная система 103, содержащая устройство обработки данных системы 200, может включать в себя структуры аудио входа и выхода 201a, такие как микрофон для приема звуковых сигналов от работника и громкоговорители для вывода звуковых сигналов, таких как голосовые оповещения, звуковые сигналы (алармы) для связи с диспетчером. Аппаратно-программная система 103 может также включать в себя аудиопорт для соединения с периферийными структурами аудио входа и выхода, такими как гарнитура, периферийные громкоговорители или микрофоны.

Аппаратно-программная система 103 включает в себя дополнительные устройства и датчики 208, например глобальная навигационная спутниковая система определения местоположения (GPS, Глонасс и т.д.), акселерометр, гироскоп. Знание скорости, с которой движется автомобиль, позволяет определить степень опасности той или иной ситуации. И на основе всех в совокупности параметров, получаемых от камеры, всех датчиков и анализа их, в том числе с помощью нейронных сетей, позволяет вычислить интегральную оценку психофизиологического состояния водителя 505 за определенный отрезок времени. Сюда включается система подсветки лица водителя/работника при недостаточном освещении или в полной темноте.

Приемный модуль, 404 является неотъемлемой частью системы, может быть объединен в едином корпусе с устройством обработки данных, а может быть выделен в отдельный элемент, соединенный с устройством обработки данных 200, посредством жестко смонтированного токопроводящего соединения или посредством беспроводных сетей. Приемный модуль включает в себя видеочкамеру 201, микрофон 201a, пирометрический инфракрасный датчик 202, спектрофотометрические инфракрасные датчики 203, газоанализатор 203, датчик освещенности 205, датчик расстояния 209, аудиосистему 213, а также другие датчики и устройства, включая систему подсветки лица водителя/работника при недостаточном освещении или в полной темноте 208.

Аудиосистема 213 встроена/соединена с приёмным модулем системы 103 и содержит хотя бы один из динамика и усилителя звука с регулятором уровня громкости. Аудиосистема 213 должна обеспечивать достаточную громкость звучания голосовых и звуковых оповещений на фоне шума на рабочем месте работника/водителя. Использование микрофона и аудиосистемы позволяет создавать интерактивную

связь между водителем и диспетчером, причем, используя видеокамеру, диспетчер может наблюдать за поведением водителя в опасных и критических ситуациях как в режиме реального времени, так и в записи.

На фиг. 3 изображена схема возможного взаимодействия основных функциональных блоков аппаратно-программной системы.

Блок 103 представляет собой аппаратно-программную систему на рабочем месте водителя/оператора, в данном случае водителя, и предназначен для:

автоматической обработки видеозображения лица водителя и отслеживания истории событий:

глаза закрыты,

зевание,

голова наклонена вниз,

смотрит в сторону,

ЧСС выходит из интервала нормальных значений,

нет лица в кадре;

для автоматического измерения координат и скорости движения автомобиля посредством GPS;

автоматического измерения температуры тела водителя;

автоматического измерения температуры окружающей среды;

автоматического измерения наличия паром метанола и загазованности на рабочем месте;

автоматического исследования склеры глаз;

автоматической отправки уведомлений об опасных ситуациях на удалённый сервер;

автоматического развёртывания сервера видео прямой трансляции (стриминга);

автоматической идентификации водителя в случае отсутствия соединения с удалённым сервером;

автоматического ведения архива событий в случае отсутствия соединения с удалённым сервером;

автоматического принятия решения о необходимости аудиосигнализации для предупреждения возникновения опасных состояний водителя за рулём автомобиля;

автоматической проверки обновлений собственной прошивки процессора.

Блок 105 представляет собой серверную часть аппаратно-программной системы и предназначен для:

а) организации средств уведомления клиентов о событиях (300);

б) предоставлении единой точки входа в API (301);

в) идентификации водителей по изображению лица (302);

г) организации средств контроля данных (303);

д) организации средств хранения данных (304).

Для получения оперативных уведомлений диспетчеру можно использовать различные мессенджеры 305 (Telegram, WhatsApp, Viber и т.д.). Диспетчеру автоматически передается уведомление об опасной ситуации в момент ее возникновения. Уведомление содержит информацию о дате и времени, водителе, транспортном средстве, категории опасной ситуации, имеет ссылку на прямую трансляцию из кабины и ссылку на карту с отмеченным местом возникновения опасной ситуации.

Блок 106 представляет собой автоматизированное рабочее место диспетчера, которое предназначено для:

работы с Web-клиентом 306, который является основной платформой, где отображается вся необходимая информация с доступом к базе данных и механизмом формирования статистических отчетов;

просмотра видеопотока 307 прямой трансляции из кабины транспортного средства;

получения оперативных уведомлений 308 об опасных ситуациях.

На фиг. 4 показан пример расположения приемного модуля аппаратно-программной системы 103 на рабочем месте работника/водителя 400. Приемный модуль аппаратно-программной системы размещается перпендикулярно фронтальной плоскости лица работника 401 на линии взгляда 402 по направлению движения транспортного средства, в случае водителя или над приборной панелью, либо вмонтированный в приборную панель оператора сложной системы АСУ. Допускается максимальное отклонение от линии взгляда 402 на 25° в правую или левую сторону 405. Расстояние от фронтальной плоскости лица 401 до приемного модуля 404 должно быть в интервале от 70 до 150 см в целях наилучшего видеозахвата лица и получения максимально достоверной информации от встроенных в модуль дополнительных датчиков.

На фиг. 5 приведена структура функционального взаимодействия между работником/водителем 400, аппаратно-программной системой 103, сервером 105 и диспетчером 104. Все работники должны быть занесены в базу данных на сервере 105, информация о них должна включать фотографию, пригодную для расчета биометрического шаблона. На первом этапе происходит идентификация работника 501 и поступление автоматического подтверждения на разрешение эксплуатации транспортного средства при наличии водителя в базе данных либо от диспетчера 104. В случае включения системы работником, который не занесен в базу данных, происходит уведомление диспетчеру о неопознанном работнике/водителе и ведется прямая видеотрансляция с рабочего места работника/водителя. Диспетчер может заглушить двигатель автомобиля, если система подключена к бортовому компьютеру, либо заблокировать рабочее место оператора. В случае отсутствия сетевого или интернет соединения с

сервером 105 идентификация происходит на аппаратно-программной системе 103. При восстановлении связи с сервером 105 информация об успешной/неуспешной идентификации передается на сервер. Аппаратно-программная система 103 через определенные равные интервалы времени повторяет операцию идентификации с целью обнаружения подмены работника/водителя.

Аппаратно-программная система 103 может в начале работы (при каждом включении) оценивает и передает данные на сервер, температуру тела 503 работника/водителя, информацию о состоянии склеры глаз 404, пульс (частоту сердечных сокращений) 502, частоту дыхательных движений 506, величину артериального давления 505, наличие паров этанола метанола в выдыхаемом воздухе 407, состояние окружающей среды на рабочем месте работника/водителя (уровень загазованности, температуру) 508. Эти данные сравниваются с соответствующими значениями, полученными при прохождении работником/водителем предсменного/предрейсового осмотра/контроля. Диспетчер получает уведомление о соответствии или несоответствии этих данных. Полученные данные можно считать эталонными при проведении и анализе дальнейшей информации, получаемой от аппаратно-программной системы 103, в том числе при расчете индивидуального психофизиологического индекса работника/водителя.

Аппаратно-программная система 103 через определенные равные интервалы времени оценивает и передает на сервер 105 данные о температуре тела работника/водителя 503, о частоте дыхательных движений 506, о состоянии окружающей среды на рабочем месте работника/водителя (уровень загазованности, температуру) 508, а также другую информацию, необходимую для расчета психофизиологических индексов через определенные равные интервалы времени.

Длительность интервалов времени для проведения оценки настраивается ответственным лицом.

Аппаратно-программная система 103 в постоянном режиме отслеживает психофизиологические параметры работника/водителя, пульс (частоту сердечных сокращений) 502, продолжительность закрытых глаз 509, число морганий за единицу времени 510, продолжительность и число зевания в определенный интервал времени 511, отклонения взгляда от направления движения транспортного средства (расчет углов тангажа и рысканья) 512, состояние освещенности на рабочем месте 508.

Аппаратно-программная система 103 имеет возможность оповещать работника/водителя голосовыми и звуковыми оповещениями 513. Голосовые оповещения имеют характер предупреждающих сигналов о наступлении опасной ситуации, например "Смотрите на дорогу", "Откройте глаза", "Вы слишком долго зеваете", "Возможно вы устали, вам следует отдохнуть" и т.д. С целью предотвращения привыкания к тембру голоса и игнорирования оповещений система периодически автоматически меняет голоса, например мужской на женский, также меняется тембр голоса.

При критических ситуациях раздается звуковой сигнал высокой частоты (аларм) 514, призванный разбудить и вызвать ответную реакцию работника/водителя. Например, такой сигнал раздается при закрытых глазах более заданного заранее (2 с, например) или при наклоне головы вниз или запрокидывании назад (засыпание) более чем на 2 с при скорости движения, отличной от 0 км/ч. Также звуковой сигнал может быть использован, если работник/водитель не реагирует на предупредительное оповещение и событие сохраняется более заранее заданного времени.

При критических ситуациях также могут раздаваться голосовые оповещения, например, при частоте сердечных сокращений 150 ударов/мин и выше на протяжении 15-20 мин, "Немедленно остановите транспортное средство и вызовите скорую помощь!".

При возникновении опасных и критических ситуаций на рабочем месте диспетчера 104 приходят уведомления 515, которые содержат информацию о времени и дате возникновения ситуации, о транспортном средстве, о водителе, о категории опасной или критической ситуации, ссылку на место положение транспортного средства, ссылку на прямую трансляцию рабочего места (стрим) с опцией голосовой конференции с работником/водителем.

Кроме того, информация об опасных и критических ситуациях сохраняется на сервере 105 и доступна для статистической обработки и формирования отчетов, в том числе видеоотчетов и рекомендаций.

Предлагаемое изобретение подтверждается примерами.

Пример 1.

С целью установления достоверности полученных результатов с использованием аппаратно-программной системы бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков риска внезапной смерти в процессе трудовой деятельности и способа определения клинических признаков критических состояний сердечно-сосудистой, дыхательной, когнитивной и психоэмоциональной систем, определяющих потерю контроля внимания и восприятия, а также риска внезапной смерти на рабочем месте проведены пилотные испытания.

В испытаниях приняли участие 20 добровольцев.

В целях подтверждения достоверности полученных данных с использованием аппаратно-программной системы в испытаниях использовались стандартные диагностические приборы и способы.

Добровольцы прошли предсменный, промежуточный и послесменный медицинский осмотр в процессе смены, обо всех изменениях в области состояния и субъективных оценок сообщали диспетчеру, при этом данные регистраторов напряженности дорожного движения просматривались экспертами, со-

поставляя нарушения правил с синхронной оценкой скрининговых исследований.

Оценке подлежали следующие параметры:

- сбор жалоб;
- визуальный осмотр;
- осмотр видимых слизистых и кожных покровов;
- общая термометрия;
- измерение артериального давления на периферических артериях;
- исследование пульса;
- количественное определение алкоголя в выдыхаемом воздухе;
- простая и сложная сенсомоторная реакция;
- тесты Эрексона.

Из перечисленных параметров количественной оценке подлежат:

- частота сердечных сокращений;
- термометрия;
- артериальное давление;
- определение паров этанола в выдыхаемом воздухе.

Остальные параметры, входящие в перечень клинических признаков, являются субъективными.

Данные, полученные в результате исследований, подтвердили высокую информативность созданной аппаратно-программной системы и разработанного способа оценки, позволили подтвердить высокую корреляцию со стандартными клиническими методами.

При этом исследования подтвердили возможность количественной оценки изменений значимых параметров, изменений цвета кожных и слизистых покровов, нарушений двигательной активности (тремор конечностей, ресниц, зевания и моргания), координации, дыхательных движений, характер речевых изменений.

В отличие от классических методов оценки физиологического состояния, предусмотренных способом оценки, параметры показали высокую валидность в отношении усталости, функциональной напряженности и интенсивности стресса. Особую ценность, по словам добровольцев, составляет оцениваемый индекс напряженности и усталости, позволяющий предупредительно делать кратковременный 15-минутный отдых.

Пример 2.

Проведение испытаний по оценке уровня стресса и когнитивных нарушений операторов сложных АСУ при суточном сменном графике.

При этом имелась возможность использовать синхронные методы оценки.

Исследования проводились с использованием суточного ЭКГ-мониторирования по холтеру и аппаратно-программной системы скрининга.

На основании проведенного тестирования и полученных результатов выявлена значительная корреляция данных, при этом оперативность получения результатов показала эффективность такой оценки и своевременность выдачу рекомендаций при повышении до критического уровня напряжения функциональных систем работников.

Пример 3.

Проведение испытаний по оценке уровня стресса и когнитивных нарушений операторов, потери контроля внимания и чувственных нарушениях.

Исследования проводились на модели синдром подобных состояний с участием добровольцев при 12-часовом нагрузочном тесте монотонного труда. Добровольцы принимали одноразово 40% спиртовой раствор из расчета 10 г на 1 кг веса, после чего непрерывно выполняли тестовые задания на персональных компьютерах. С помощью системы оценивался уровень параметров, позволяющих выявлять уровень адаптации и locus внимания, эффективность выполняемых задач, количество ошибок, допускаемых при выполнении заданий в процессе скрининга нейрофизиологического и психоэмоционального состояния.

На основании проведенного тестирования система поддержки принятия экспертных решений своевременно рекомендовала отстранение работника от выполнения служебных обязанностей с подозрением на критическое состояние через 47 мин.

Пример 4.

Во время опытной эксплуатации, описанной выше, аппаратно-программной системы на автотранспортном предприятии водитель с режимом работы с 8:00 до 17:00 вышел в рейс. Данные предрейсового контроля: пульс 78 ударов/мин, артериальное давление 130/85, температура тела 36,6°. Диспетчер получил несколько уведомлений подряд о критически опасной ситуации, просмотрев информацию о типе опасной ситуации, он увидел, что на протяжении 10 мин частота сердечных сокращений водителя находилась в интервале от 128 до 135 ударов/мин и скоростной режим колебался в диапазоне от 50 до 80 км/ч. Просмотрев прямую трансляцию из кабины транспортного средства, диспетчер увидел, что водитель крайне возбужден, разговаривает сам с собой, имеет повышенную двигательную активность. Диспетчер связался с водителем через встроенную в аппаратно-программную систему голосовую связь, попросил его сбавить скорость и остановиться на ближайшем возможном месте для парковки. Проведя

опрос водителя, диспетчер понял, что водителя подрезало другое транспортное средство, создав опасную дорожную ситуацию. Водитель, выполняя опасное маневрирование в потоке автомобилей, пытался догнать подрезавшее его транспортное средство, тем самым, создавая угрозу для других участников дорожного движения, нарушал правила ПДД. Диспетчер провел беседу с водителем, который выполнил рекомендованные дыхательные упражнения для снятия стресса. В автомобильной аптечке бета-блокаторов не было, но была валерьяна в таблетках. Водитель принял одну таблетку валерьяны. Когда частота сердечных сокращений выровнялась и составила около 80 ударов/мин на протяжении 15 мин, диспетчер разрешил водителю продолжить движение. По возвращении в автотранспортное предприятие водитель получил взыскание и был направлен на трудовую комиссию. Водителю было рекомендовано обратиться к психологу и проработать этот случай с целью избежать повторного аналогичного поведения в стрессовой ситуации, а также обратиться к кардиологу.

Пример 5.

Во время опытной эксплуатации, описанной выше, аппаратно-программной системы на автотранспортном предприятии водитель с режимом работы с 11:00 утра до 11:00 утра следующего дня (сутки) вышел в рейс. Данные предрейсового контроля: пульс 73 ударов/мин, артериальное давление 125/82, температура тела 36,6°. В 05:23 диспетчер получил несколько уведомлений подряд о продолжительном зевании, затем о закрытых глазах и затем о снижении значения частоты сердечных сокращений с 64 до 45 ударов/мин, а также уведомление, что водитель не реагирует на оповещения при скорости транспортного средства 64 км/ч. Такие показатели говорят о большой вероятности сна водителя за рулем. Диспетчер немедленно включил прямую трансляцию из кабины транспортного средства, режим голосовой связи с водителем и звуковой комбинированный сигнал высокой частоты (аларм), который звучит в кабине транспортного средства, призванный разбудить водителя. Водитель был разбужен. Диспетчер попросил водителя снизить скорость и припарковаться в ближайшем возможном месте. Диспетчер постоянно разговаривал с водителем, не давая ему уснуть опять. Запарковав транспортное средство, водитель сделал рекомендованную дыхательную гимнастику и физические упражнения. Затем продолжил движение.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система аппаратного-программного бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических и клинических признаков потери контроля внимания, восприятия и риска внезапной смерти работника в процессе трудовой деятельности с использованием технологий компьютерного зрения, на основании бесконтактной интерактивной регистрации параметров цвета, температуры кожи и координат биометрических точек лица, вызванных изменением интенсивности микроциркуляции сосудов и мимической активностью соответственно, позволяющие оценивать характер гемодинамических осцилляций кровенаполнения сосудов лица (движение крови в поверхностных и более глубоких сосудах лица) и основные физиологические параметры, а именно частоту и вариативность пульсовых волн, частоту дыхания, кровяное давление, температуру поверхности, характеристики цветовых параметров слизистых поверхностей склеры глаз, уровень стресса и психоэмоционального состояния, фониатрических, сенсомоторных и двигательных нарушений, отличных от индивидуально предустановленных норм, в режиме интерактивной передачи данных с использованием мобильных средств связи, состоящая из объединенных в единый корпус процессора, цифровой камеры, микрофона, акустической системы, пирометра, газоанализатора, датчиков расстояния, освещенности, глобальной навигационной спутниковой системы определения местоположения, акселерометра, гироскопа и программного обеспечения регистрации, обработки, анализа данных и пользовательского интерфейса, соединенных между собой с возможностью передачи регистрируемых данных по каналам связи на серверную часть системы.

2. Система по п.1, содержащая устройства ввода, регистрации, измерения сигналов, параметров, данных графической, акустической, текстовой, пирометрической, спектроскопической, электрохимической и координатной информации, а также программно-математическое обеспечение, использующее технологии компьютерного зрения и интеллектуального анализа данных градиента цвета элементов изображения кожного покрова в динамике, с дискретностью не менее 15 кадров/с видеокамеры и температурного датчика (пирометра), от поверхности кожи лица, с целью выявления корреляции осцилляции перфузии крови и температурного градиента выдыхаемого воздуха (частоту дыхательных движений, объем и параметры газообмена).

3. Система по пп.1, 2, содержащая специальное программное обеспечение, алгоритмом которого на основе данных, регистрируемых аппаратными устройствами, предусматривается идентификация пользователя, оценка основных физиологических параметров, а именно частота и вариативность пульсовых волн, частота дыхания, кровяное давление, температура поверхности тела, характеристики цветовых параметров слизистых поверхностей склеры глаз, уровня стресса и психоэмоционального состояния, регистрация фониатрических, сенсомоторных и двигательных нарушений, отличных от индивидуально предустановленных норм, в режиме интерактивной передачи данных с использованием мобильных средств связи (сотовая связь, Wi-Fi, Bluetooth).

4. Система по пп.1-3, соединенная с серверной частью системы, оснащенной специальным про-

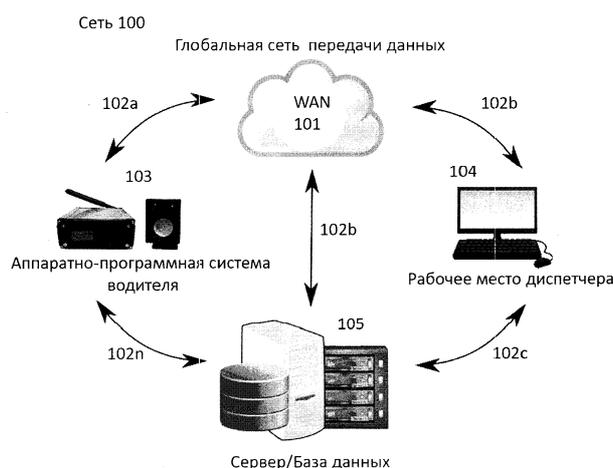
граммно-математическим обеспечением интеллектуального анализа данных и системой поддержки принятия решений и выдачи экспертного заключения, в том числе при наличии значимой доли неопределенности регистрируемых данных в виде прецедентов и нечетких правил состояния вегетативной и сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, психоэмоциональной сферы с использованием искусственного интеллекта, например, при прогнозе внезапной смерти водителя за рулем, позволяющих дистанционно передать сигнал/уведомление диспетчеру и/или оповещение водителю об опасной или критической ситуации, указание на экстренную остановку и отключение двигателя транспортного средства.

5. Система по пп.1-4, соединенная с регистратором обстановки окружающих внешних факторов, позволяющих оценивать реакцию работника на изменения в рабочей обстановке, отвлекать взгляд от направления движения транспортного средства, превышающий заранее заданный интервал времени, изменять психофизиологические параметры от предустановленных величин, осуществлять смену освещенности, наличие посторонних на рабочем месте, формировать предупредительные акустические и графические стимулы с целью определения индивидуальных стресс-факторов и выдачи мгновенных оповещений и уведомлений об опасных и критических ситуациях и безопасности, а также рекомендаций по режиму труда и отдыха.

6. Способ определения клинических признаков критических состояний сердечно-сосудистой, дыхательной, когнитивной и психоэмоциональной систем на основе математических алгоритмов оценки изменения данных в динамике, технологий искусственного интеллекта и нейронных сетей, определяющих потерю контроля внимания, восприятия и риска внезапной смерти в процессе производственной деятельности на рабочем месте с использованием системы интерактивного бесконтактного скрининга индивидуальных нейрофизиологических показателей, на основе данных, в том числе видеоплетизмографии и метода вариационной пульсометрии, включающей оценку состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы на основе частотного, временного и статистического анализа, а также мимических проявлений психоэмоционального состояния.

7. Способ по п.6, позволяющий использовать алгоритм оценки, основанный на технологиях искусственного интеллекта и нейронных сетей разного типа, в том числе глубоких нейронных сетей, включает алгоритм обработки полученных данных, позволяющий использовать машинное обучение, в том числе классификацию, моделирование и прогнозирование, основанное на интеллектуальном анализе персональных результатов с построением системы поддержки принятия решений и выдачи рекомендаций, созданной с учетом детализации процессов психоэмоциональных проявлений, связанных с нейрофизиологическим возбуждением в режиме производственного процесса, а также степень централизации управлением ритмом сердца.

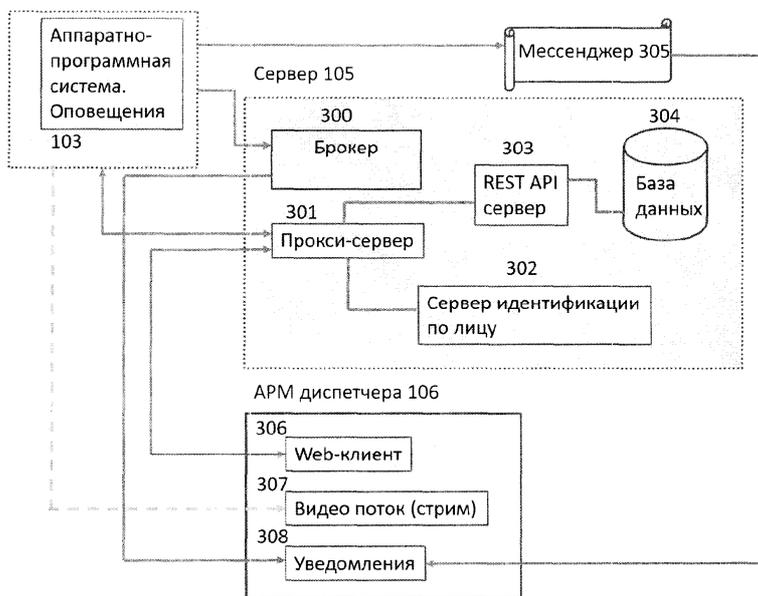
8. Способ по п.6, позволяющий также использовать персонализированный подход к повседневному скринингу гемодинамических (микроциркуляторных) механизмов развития сердечно-сосудистых заболеваний и психоэмоциональных нарушений с целью повышения качества профилактических мероприятий в системе охраны здоровья на предприятиях и повседневной жизни.



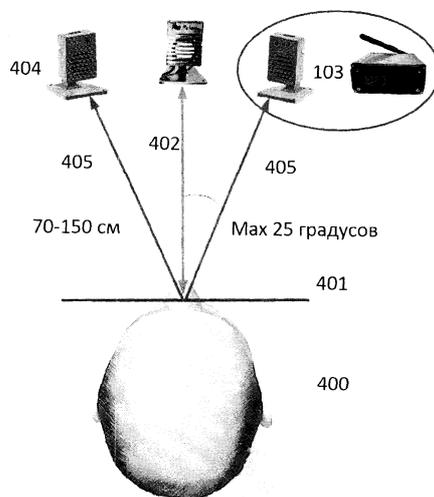
Фиг. 1



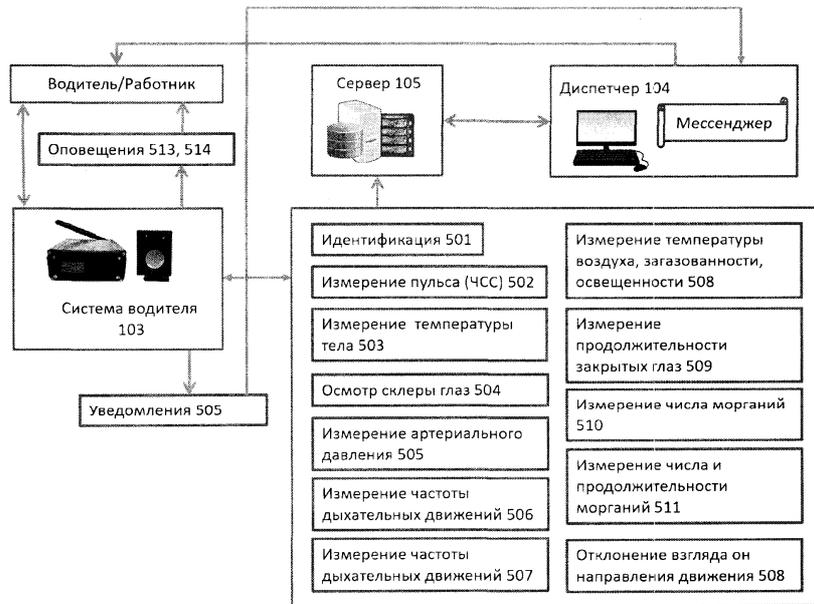
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

