



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007135989/22, 28.09.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.09.2007

(45) Опубликовано: 10.12.2007

Адрес для переписки:  
121165, Москва, Г-165, а/я 15, ООО  
"ППФ-ЮСТИС", пат.пов. Л.С. Пилишкиной,  
рег.№ 895

(72) Автор(ы):

Попов Дмитрий Владимирович (RU),  
Попов Владимир Анатольевич (RU),  
Попов Роман Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Попов Дмитрий Владимирович (RU)

## (54) СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ БОДРСТВОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

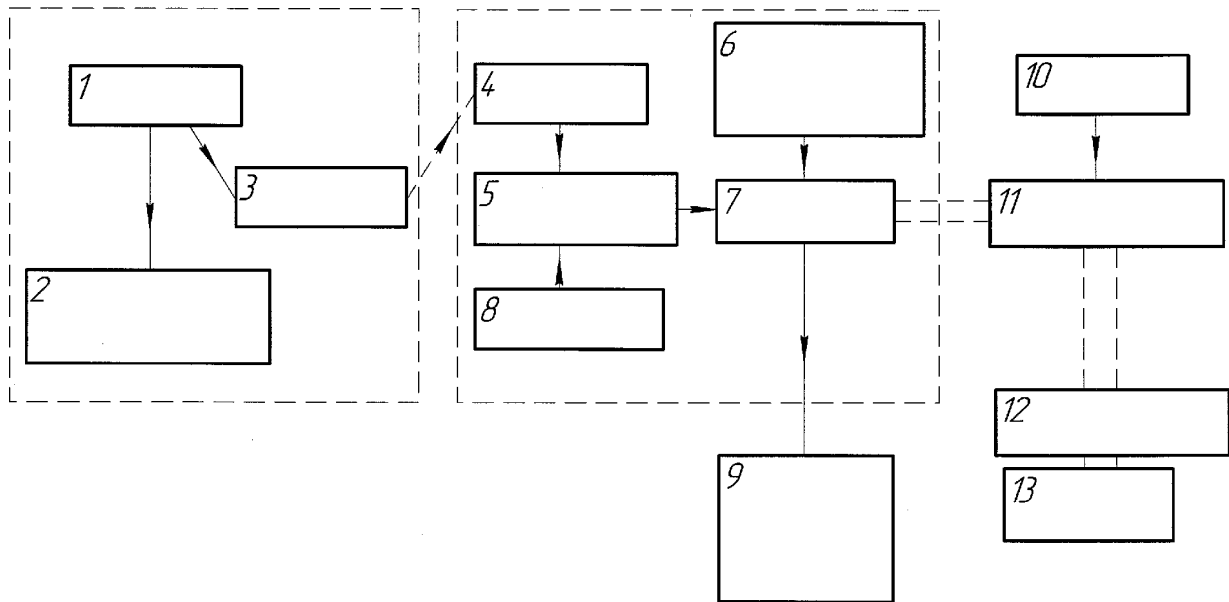
## Формула полезной модели

1. Система контроля уровня бодрствования человека, содержащая датчик регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня, соединенный первым выходом со входом блока аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом - со входом передатчика информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом блока ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока аудиовизуальной сигнализации, выводы блока управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами монитора диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена блоком управления тормозным узлом исполнительного механизма, информационный вход которого является информационным выходом блока управления подачей предупредительных сигналов.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что блок управления тормозным узлом исполнительного механизма выполнен с возможностью воспроизведения аварийной сигнализации.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена приемником GPS или приемником ГЛОНАС-информации, информационный выход которого является информационным входом устройства для приема и передачи текущей информации.



Полезная модель относится к медицинской технике, а именно к способам контроля уровня бодрствования человека и системам для их реализации на основе изменения физиологических параметров, характеризующих функциональное состояние человека, и может быть использована для контроля функционального состояния человека-оператора, например, водителя транспортного средства.

Известная система для контроля уровня бодрствования человека, содержит электроды, амплитудно-временной селектор и блок сигнализации, вход которого подключен к выходу амплитудно-временного селектора, причем оно содержит дифференциатор, вход которого подключен к электродам, и два интегратора, вход одного из которых также подключен к электродам, а вход другого подключен к выходу дифференциатора, при этом выходы обоих интеграторов подключены к входам амплитудно-временного селектора (см. патент РФ №2025731, кл. G01N 33/483, 1994).

Недостатком известной системы является низкая надежность в точности определения контроля функционального состояния оператора, опирающуюся на некорректную информацию, получаемую от носимого датчика кожно-гальванической реакции (КГР), не всегда связанной с состояниями бодрствования и засыпания, а имеющую зависимость также от потовыделения оператора, которое в свою очередь зависит от состояния окружающей среды (температура, влажность), а также от индивидуальных особенностей работы потовыделительных желез, связанных с индивидуальными особенностями вегетативной системы, и в том числе от психо-эмоционального состояния оператора в течение процесса измерения КГР оператора.

Техническим результатом, на достижение которого направлена предлагаемая система контроля уровня бодрствования человека, является повышение надежности контроля.

Указанный выше технический результат системы контроля уровня бодрствования человека достигается за счет того, что система включает датчик регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня, соединенный первым выходом со входом блока аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом - со входом передатчика информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом блока ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока аудиовизуальной сигнализации, выводы блока управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами монитора диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.

Кроме того, система включает блок управления тормозным узлом исполнительного механизма, информационный вход которого является информационным выходом блока управления подачей предупредительных сигналов, и, что, кроме того, блок управления тормозным узлом исполнительного механизма выполнен с возможностью воспроизведения аварийной сигнализации.

Кроме того, система включает приемник GPS или приемник ГЛОНАС-информации, информационный выход которого является информационным входом устройства для приема и передачи текущей информации.

Сущность данной полезной модели поясняется на фиг.1, где показана схема системы контроля уровня бодрствования человека, с помощью которой реализуется способ контроля уровня бодрствования человека.

5 Система контроля уровня бодрствования человека (см. фиг.1) включает в себя датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на  
внутреннюю поверхность кругового поясного ремня, блок 2 аудио-тактильной  
сигнализации, передатчик 3 информационного сигнала, соответствующего данным,  
10 которые регистрируются датчиком 1, приемник 4 информационного сигнала, блок 5  
обработки информационного сигнала, блок 6 аудио-визуальной сигнализации, блок 7  
управления подачей предупредительных сигналов, блок 8 ввода команд управления,  
блок 9 управления тормозным узлом исполнительного механизма. Блок 9 может быть  
выполнен с возможностью формирования и подачи аварийной сигнализации.

15 Система контроля уровня бодрствования человека также содержит мобильные  
приемо-передатчики 11, 12, монитор 13 диспетчера для отображения текущего  
функционального состояния человека (фиг.1).

В данную систему может быть включен приемник 10 GPS или приемник  
ГЛОНАС-информации, дающий представление о положении человека в пространстве.

20 Совместно функционирующие датчик 1 регистрации силы давления стенки  
брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность кругового поясного ремня,  
блок 2 аудио-тактильной сигнализации и передатчик 3 информационного сигнала  
образуют устройство регистрации информации о функциональном состоянии человека.

25 Совместно функционирующие приемник 4 информационного сигнала, блок 5  
обработки информационного сигнала, блок 6 аудиовизуальной сигнализации, блок 7  
управления подачей предупредительных сигналов, блок 8 ввода команд управления  
образуют устройство обработки информации и управления подачей  
предупредительных сигналов.

30 Мобильные приемо-передатчики 11, 12 составляют устройство для приема и  
передачи текущей информации.

Датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на  
внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня соединен  
35 первым выходом со входом блока 2 аудио-тактильной сигнализации, а вторым  
выходом - со входом передатчика 3 информационного сигнала, который соединен по  
каналу радиосвязи с приемником 4 информационного сигнала, подключенного  
выходом к первому входу блока 5 обработки информационного сигнала, второй вход  
40 которого соединен с выходом блока 8 ввода команд управления, а выход связан с  
первым входом блока 7 управления подачей предупредительных сигналов, который  
вторым входом подключен к выходу блока 6 аудиовизуальной сигнализации, выводы  
блока 7 управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу  
связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами  
45 монитора 13 диспетчера для отображения текущего функционального состояния  
человека.

Блок 2 аудио-тактильной сигнализации предназначен для подачи зуммера, а также  
тактильного (с помощью вибромотора) и зрительной (с помощью светодиодов)  
сигнализации.

50 Передатчик 3 информационного сигнала предназначен для передачи  
соответствующих сигналов, ведущих от датчика 1.

Блок 5 обработки информационного сигнала предназначен для регистрации  
длительности непрерывного срабатывания датчика 1.

Блок 7 управления подачей предупредительных сигналов предназначен для воспроизведения и подачи аудио-визуального сигнала повышенной интенсивности звуковая сигнализация переменной частоты 600-3500 Гц с постепенно нарастающей интенсивностью до 90 ДБл. в течение 2 с, видео сигнализация - светодиоды

повышенной световой интенсивности суммарно до 80 Люкс, что осуществляется блоком 6 аудиовизуальной сигнализации.

Предлагаемая система обеспечивает мониторинг бдительности и внимания и определяет момент временной потери контроля оператора к осознанным действиям из-за потери трудоспособности, или предшественников такой нетрудоспособности, а также определяет момент перехода фазы бодрствования в фазу засыпания.

Критерием для контроля бодрствования, бдительности и внимания является изменение произвольного (осознанного) тонуса мышц. Измерение тонуса мышц (напряженности) производится путем регистрации силы давления стенки брюшного пресса оператора на датчик давления, или путем снятия электромиограммы с группы мышц брюшного пресса и мышц спины, регистрации и анализа электроактивности мышечных групп, что позволяет надежно контролировать уровень бодрствования, и определять моменты временной потери контроля оператора к осознанным действиям.

Принцип функционирования данной системы контроля уровня бодрствования человека заключается в следующем.

Датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность установленного на талии человека кругового пояса дает информацию о величине давления (натяжении ремня). Производя контроль уровня бодрствования, измеряют величину указанной силы давления, по результатам чего регистрируют силу давления, превышающую силу первоначально заданного оператором, порогового, произвольного (осознанного) давления, констатирующего снижение уровня бодрствования человека, определяют промежуток времени, в течение которого величина силы давления принимает значение больше порогового, (если оператор не реагирует на аудио- тактильную сигнализацию небольшой интенсивности (аудио - зуммер 3000 Гц. 40-60 Дб., тактильный - встроенный в корпус блока датчика вибромотор Т - 1500-3000

об/мин.) носимого блока, об уменьшении произвольного тонуса мышц брюшного пресса в течении 2-3 секунд) констатируют снижение уровня бодрствования.

При потере контроля водителя над собой тонус мышц начинает падать, увеличивается сила давления стенки брюшного пресса на датчик 1. При замыкании контактов данного датчика, который может быть электромеханическим, запускается блок 2 аудио-тактильной сигнализации. В этом случае воспроизводится тактильная сигнализация (с помощью вибромотора) и/или зрительная сигнализация (с помощью светодиодов). Одновременно с этим включается передатчик 3 информационного сигнала о срабатывании датчика 1 в приемник 4 информационного сигнала, который посылает соответствующий сигнал в блок 5 обработки информационного сигнала, определяя длительность непрерывного срабатывания датчика 1. Если эта длительность превышает заранее заданное пороговое значение (1-2 сек), делается вывод о снижении уровня бодрствования. Таким образом, регистрируется момент, когда человек-оператор, например, водитель транспортного средства, начинает терять контроль над собой, бдительность. В этот момент срабатывает блок 7 управления подачей предупредительных сигналов и с помощью блока 6 подается предупредительный аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности. Если в

течение некоторого заданного промежутка времени человек-оператор не отключит аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности, то может включаться блок 9 управления тормозным узлом исполнительного механизма, а вместе с ним и аварийная сигнализация. При этом включаются мобильные передатчики 11, 12 устройства для приема и передачи текущей информации. Если человек-оператор отключает аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности путем нажатия комбинации кнопок (не более трех) в соответствии с визуальной инструкцией (т.е. на кнопочном поле блока 8 включается произвольная комбинация из нескольких световых индикаторов), человек-оператор,

проанализировав и отключив индикацию, приводит осознанно датчик 1 в первоначальное положение, а также уменьшает уровень натяжения кругового ремня. Система снова начинает измерение состояния электромеханического датчика 1 регистрации силы давления на внутреннюю поверхность кругового поясного ремня. При этом к работе может подключиться приемник 10 GPS или приемник ГЛОНАС-информации. При необходимости также срабатывают мобильные передатчики 11, 12 устройства для приема и передачи текущей информации для передачи сведений в виде сигналов на монитор 13 диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека. В отдельных случаях на монитор 13 может поступать информация с приемника 10 о местонахождении оператора. При этом находящийся у монитора диспетчер по полученной информации может принять адекватное и своевременное решение о воздействии на человека по обратной связи или с учетом различных технических средств максимально эффективно.

Данная система контроля уровня бодрствования человека прошла апробацию и экспериментальные проверки.

1. Эксперимент с применением компьютерного авто-симулятора. В ходе эксперимента человек-оператор выполнял упражнения на симуляторе - аналогичные реальному продолжительному управлению транспортным средством в условиях изменяющегося физиологического состояния - от бодрствования до засыпания.

2. Эксперимент - контроль человеком-оператором за изменением обстановки в условиях длительного наблюдения - осуществлялся через показ оператору на экране монитора случайных графических символов разной величины, цветовой гаммы, в разных местах зрительного поля, на фоне показа слайд фильма с нейтральной смысловой информативностью. Оператору ставилась задача отслеживать и регистрировать предъявляемые символы в условиях изменяющегося физиологического состояния - от

бодрствования до засыпания. Далее нами проводился анализ достоверности регистрируемой информации оператором.

Приведение организма человека-оператора в состояние засыпания проводилось по форсированной методике с помощью:

- дозированного перорального приема этилосодержащего раствора;
- применения оператором седативных медицинских препаратов со снотворным эффектом (элениум);
- электросна с наложением электродов на затылочную область.

Контроль бодрствования осуществлялся по методике регистрации ЭЭГ (электроэнцефалограмма) и анализа активности головного мозга оператора. Одновременно выполнялось видеонаблюдение, с синхронизированной аудиозаписью, за действиями и состоянием оператора (контроль положения головы, моргания), запись ЭМГ (электромиограмма) мышц брюшного пресса оператора, а также КГР

(кожно-гальваническая реакция) человека-оператора учитывались количество набранных очков в программе-симуляторе, а также количество ложных срабатываний.

Эксперименты выполнялись сериями: одно задание, через два дня отдыха, всего в количестве 10 раз (на протяжении 30 дней) - для одного оператора-испытуемого.

В исследовании приняли участие 48 человек, в том числе: водители грузовых машин (12 человек 30-45 лет), военнослужащие (7 человек 20-36 лет), охранники (9 человек 27-39 лет), операторы газовых котельных (4 человека 38-54 года), авиадиспетчер (1 человек 33 года), гражданские лица (15 человек - разного пола, 10 возраста и профессиональной ориентации).

По условию эксперимента, согласно методике и теории применения, подопытный (оператор) в течение первой недели выполнял спец. упражнение по специально разработанной программе (поясное ношение датчика давления с аудио сигнализацией состояния датчика), для адаптации.

После проведения серии экспериментов, проанализировав и сопоставив результаты полученных данных, мы однозначно пришли к выводу о высокой достоверности и эффективности определения уровня бодрствования человека.

С помощью предлагаемой системы с достоверностью  $P < 0,05$  определяется у оператора грань между бодрствованием и сном, состояние переутомления, связанные с торможением нервных процессов организма и неадекватной реакции на окружающую обстановку. Отмечена высокая корреляция изменения произвольного тонуса мышц брюшного пресса с изменениями в ЭЭГ (0,93), ЭМГ (0,98), и КГР (0,79). Ложных срабатываний системы за время тестирования в среднем было 25 зарегистрировано 2,7%, причем наблюдалась явная тенденция к уменьшению ложных сигнализаций при дальнейшем использовании и адаптации оператора к проведению мониторинга бодрствования бдительности и внимания.

Использование предлагаемой полезной модели позволяет расширить функциональные возможности способа и системы контроля уровня бодрствования человека за счет повышения точности определения функционального состояния человека.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к медицинской технике и может быть использована для контроля функционального состояния человека-оператора. Система контроля уровня бодрствования человека включает датчик регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека 40 кругового поясного ремня, соединенный первым выходом со входом блока аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом - со входом передатчика информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом 45 блока ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока аудиовизуальной сигнализации, выводы блока управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для 50 приема и передачи текущей информации с выводами монитора диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.

**Система контроля уровня бодрствования человека****Реферат**

Полезная модель относится к медицинской технике и может быть использована для контроля функционального состояния человека-оператора. Система контроля уровня бодрствования человека включает датчик регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня, соединенный первым выходом со входом блока аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом — со входом передатчика информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом блока ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока аудио-визуальной сигнализации, выводы блока управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами монитора диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.



**2007135989**

МПК8 А61В 5/103; 5/18

**Система контроля уровня бодрствования человека**

Полезная модель относится к медицинской технике, а именно к способам контроля уровня бодрствования человека и системам для их реализации на основе изменения физиологических параметров, характеризующих функциональное состояние человека, и может быть использована для контроля функционального состояния человека-оператора, например, водителя транспортного средства.

Известная система для контроля уровня бодрствования человека, содержит электроды, амплитудно-временной селектор и блок сигнализации, вход которого подключен к выходу амплитудно-временного селектора, причем оно содержит дифференциатор, вход которого подключен к электродам, и два интегратора, вход одного из которых также подключен к электродам, а вход другого подключен к выходу дифференциатора, при этом выходы обоих интеграторов подключены к входам амплитудно-временного селектора (см. патент РФ №2025731, кл. G01N 33/483, 1994).

Недостатком известной системы является низкая надежность в точности определения контроля функционального состояния оператора, опирающуюся на некорректную информацию, получаемую от носимого датчика кожно-гальванической реакции (КГР), не всегда связанной с состояниями бодрствования и засыпания, а имеющую зависимость также от потовыделения оператора, которое в свою очередь зависит от состояния окружающей среды (температура, влажность), а также от индивидуальных особенностей работы потовыделительных желёз, связанных с индивидуальными особенностями вегетативной системы, и в том числе от психо-эмоционального состояния оператора в течение процесса измерения КГР оператора.

Техническим результатом, на достижение которого направлена предлагаемая система контроля уровня бодрствования человека, является повышение надежности контроля.

Указанный выше технический результат системы контроля уровня бодрствования человека достигается за счет того, что система включает датчик регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня, соединенный первым выходом со входом блока аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом – со входом передатчика информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом блока ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока аудио-визуальной сигнализации, выводы блока управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами монитора диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.

Кроме того, система включает блок управления тормозным узлом исполнительного механизма, информационный вход которого является информационным выходом блока управления подачей предупредительных сигналов, и, что, кроме того, блок управления тормозным узлом исполнительного механизма выполнен с возможностью воспроизведения аварийной сигнализации.

Кроме того, система включает приемник GPS или приемник ГЛОНАС-информации, информационный выход которого является информационным входом устройства для приема и передачи текущей информации.

Сущность данной полезной модели поясняется на фиг.1, где показана схема системы контроля уровня бодрствования человека, с помощью которой реализуется способ контроля уровня бодрствования человека.

Система контроля уровня бодрствования человека (см. фиг.1) включает в себя датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность кругового поясного ремня, блок 2 аудио-тактильной сигнализации, передатчик 3 информационного сигнала, соответствующего данным, которые регистрируются датчиком 1, приемник 4 информационного сигнала, блок 5 обработки информационного сигнала, блок 6 аудио-визуальной сигнализации, блок 7 управления подачей предупредительных сигналов, блок 8 ввода команд управления, блок 9 управления тормозным узлом исполнительного механизма. Блок 9 может быть выполнен с возможностью формирования и подачи аварийной сигнализации.

Система контроля уровня бодрствования человека также содержит мобильные приемо-передатчики 11, 12, монитор 13 диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека (фиг.1).

В данную систему может быть включен приемник 10 GPS или приемник ГЛОНАС -информации, дающий представление о положении человека в пространстве.

Совместно функционирующие датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность кругового поясного ремня, блок 2 аудио-тактильной сигнализации и передатчик 3 информационного сигнала образуют устройство регистрации информации о функциональном состоянии человека.

Совместно функционирующие приемник 4 информационного сигнала, блок 5 обработки информационного сигнала, блок 6 аудио-визуальной сигнализации, блок 7 управления подачей предупредительных сигналов, блок 8 ввода команд управления образуют устройство обработки информации и управления подачей предупредительных сигналов.

Мобильные приемо-передатчики 11, 12 составляют устройство для приема и передачи текущей информации.

Датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность надетого на человека кругового поясного ремня соединен первым выходом со входом блока 2 аудио-тактильной сигнализации, а вторым выходом – со входом передатчика 3 информационного сигнала, который соединен по каналу радиосвязи с приемником 4 информационного сигнала, подключенного выходом к первому входу блока 5 обработки информационного сигнала, второй вход которого соединен с выходом блока 8 ввода команд управления, а выход связан с первым входом блока 7 управления подачей предупредительных сигналов, который вторым входом подключен к выходу блока 6 аудио-визуальной сигнализации, выводы блока 7 управления подачей предупредительных сигналов соединены по радиоканалу связи через устройство для приема и передачи текущей информации с выводами монитора 13 диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека.

Блок 2 аудио-тактильной сигнализации предназначен для подачи зуммера, а также тактильного (с помощью вибромотора) и зрительной (с помощью светодиодов) сигнализации.

Передатчик 3 информационного сигнала предназначен для передачи соответствующих сигналов, ведущих от датчика 1.

Блок 5 обработки информационного сигнала предназначен для регистрации длительности непрерывного срабатывания датчика 1.

Блок 7 управления подачей предупредительных сигналов предназначен для воспроизведения и подачи аудио-визуального сигнала повышенной интенсивности звуковая сигнализация переменной частоты 600-3500 Гц с постепенно нарастающей интенсивностью до 90 ДБл. в течение 2 с, видеосигнализация – светодиоды повышенной световой

интенсивности суммарно до 80 Люкс, что осуществляется блоком 6 аудио-визуальной сигнализации.

Предлагаемая система обеспечивает мониторинг бдительности и внимания и определяет момент временной потери контроля оператора к осознанным действиям из-за потери трудоспособности, или предшественников такой нетрудоспособности, а также определяет момент перехода фазы бодрствования в фазу засыпания.

Критерием для контроля бодрствования, бдительности и внимания является изменение произвольного (осознанного) тонуса мышц. Измерение тонуса мышц (напряжённости) производится путем регистрации силы давления стенки брюшного пресса оператора на датчик давления, или путём снятия электромиограммы с группы мышц брюшного пресса и мышц спины, регистрации и анализа электроактивности мышечных групп, что позволяет надёжно контролировать уровень бодрствования, и определять моменты временной потери контроля оператора к осознанным действиям.

Принцип функционирования данной системы контроля уровня бодрствования человека заключается в следующем.

Датчик 1 регистрации силы давления стенки брюшного пресса человека на внутреннюю поверхность установленного на талии человека кругового пояса даёт информацию о величине давления (натяжении ремня). Производя контроль уровня бодрствования, измеряют величину указанной силы давления, по результатам чего регистрируют силу давления, превышающую силу первоначально заданного оператором, порогового, произвольного (осознанного) давления, констатирующего снижение уровня бодрствования человека, определяют промежуток времени, в течение которого величина силы давления принимает значение больше порогового, (если оператор не реагирует на аудио- тактильную сигнализацию небольшой интенсивности (аудио – зуммер 3000 Гц. 40-60 Дб., тактильный – встроенный в корпус блока датчика вибромотор Т- 1500-

3000 об/мин.) носимого блока, об уменьшении произвольного тонуса мышц брюшного пресса в течении 2-3 секунд) констатируют снижение уровня бодрствования.

При потере контроля водителя над собой тонус мышц начинает падать, увеличивается сила давления стенки брюшного пресса на датчик 1. При замыкании контактов данного датчика, который может быть электромеханическим, запускается блок 2 аудио-тактильной сигнализации. В этом случае воспроизводится тактильная сигнализация (с помощью вибромотора) и/или зрительная сигнализация (с помощью светодиодов). Одновременно с этим включается передатчик 3 информационного сигнала о срабатывании датчика 1 в приемник 4 информационного сигнала, который посылает соответствующий сигнал в блок 5 обработки информационного сигнала, определяя длительность непрерывного срабатывания датчика 1. Если эта длительность превышает заранее заданное пороговое значение (1-2 сек), делается вывод о снижении уровня бодрствования. Таким образом, регистрируется момент, когда человек-оператор, например, водитель транспортного средства, начинает терять контроль над собой, бдительность. В этот момент срабатывает блок 7 управления подачей предупредительных сигналов и с помощью блока 6 подается предупредительный аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности. Если в течение некоторого заданного промежутка времени человек-оператор не отключит аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности, то может включаться блок 9 управления тормозным узлом исполнительного механизма, а вместе с ним и аварийная сигнализация. При этом включаются мобильные приемо-передатчики 11, 12 устройства для приема и передачи текущей информации. Если человек-оператор отключает аудио-визуальный сигнал повышенной интенсивности путём нажатия комбинации кнопок (не более трёх) в соответствии с визуальной инструкцией (т.е. на кнопочном поле блока 8 включается произвольная комбинация из нескольких световых индикаторов), человек-оператор,

проанализировав и отключив индикацию, приводит осознанно датчик 1 в первоначальное положение, а также уменьшает уровень натяжения кругового ремня. Система снова начинает измерение состояния электромеханического датчика 1 регистрации силы давления на внутреннюю поверхность кругового поясного ремня. При этом к работе может подключиться приемник 10 GPS или приемник ГЛОНАС-информации. При необходимости также срабатывают мобильные приемопередатчики 11, 12 устройства для приема и передачи текущей информации для передачи сведений в виде сигналов на монитор 13 диспетчера для отображения текущего функционального состояния человека. В отдельных случаях на монитор 13 может поступать информация с приемника 10 о местонахождении оператора. При этом находящийся у монитора диспетчер по полученной информации может принять адекватное и своевременное решение о воздействии на человека по обратной связи или с учетом различных технических средств максимально эффективно.

Данная система контроля уровня бодрствования человека прошла апробацию и экспериментальные проверки.

#### 1. Эксперимент с применением компьютерного авто-симулятора.

В ходе эксперимента человек-оператор выполнял упражнения на симуляторе - аналогичные реальному продолжительному управлению транспортным средством в условиях изменяющегося физиологического состояния - от бодрствования до засыпания.

2. Эксперимент - контроль человеком-оператором за изменением обстановки в условиях длительного наблюдения - осуществлялся через показ оператору на экране монитора случайных графических символов разной величины, цветовой гаммы, в разных местах зрительного поля, на фоне показа слайд фильма с нейтральной смысловой информативностью. Оператору ставилась задача отслеживать и регистрировать предъявляемые символы в условиях изменяющегося физиологического состояния - от

бодрствования до засыпания. Далее нами проводился анализ достоверности регистрируемой информации оператором.

Приведение организма человека-оператора в состояние засыпания проводилось по форсированной методике с помощью:

- дозированного перорального приёма этилосодержащего раствора;
- применения оператором седативных медицинских препаратов со снотворным эффектом (элениум);
- электросна с наложением электродов на затылочную область.

Контроль бодрствования осуществлялся по методике регистрации ЭЭГ (электроэнцефалограмма) и анализа активности головного мозга оператора. Одновременно выполнялось видеонаблюдение, с синхронизированной аудиозаписью, за действиями и состоянием оператора (контроль положения головы, моргания), запись ЭМГ (электромиограмма) мышц брюшного пресса оператора, а также КГР (кожно-гальваническая реакция) человека-оператора учитывались количество набранных очков в программе-симуляторе, а также количество ложных срабатываний.

Эксперименты выполнялись сериями: одно задание, через два дня отдыха, всего в количестве 10 раз (на протяжении 30 дней) - для одного оператора-испытуемого.

В исследовании приняли участие 48 человек, в том числе: водители грузовых машин (12 человек 30-45 лет), военнослужащие (7 человек 20-36 лет), охранники (9 человек 27-39 лет), операторы газовых котельных (4 человека 38-54 года), авиадиспетчер (1 человек 33 года), гражданские лица (15 человек - разного пола, возраста и профессиональной ориентации).

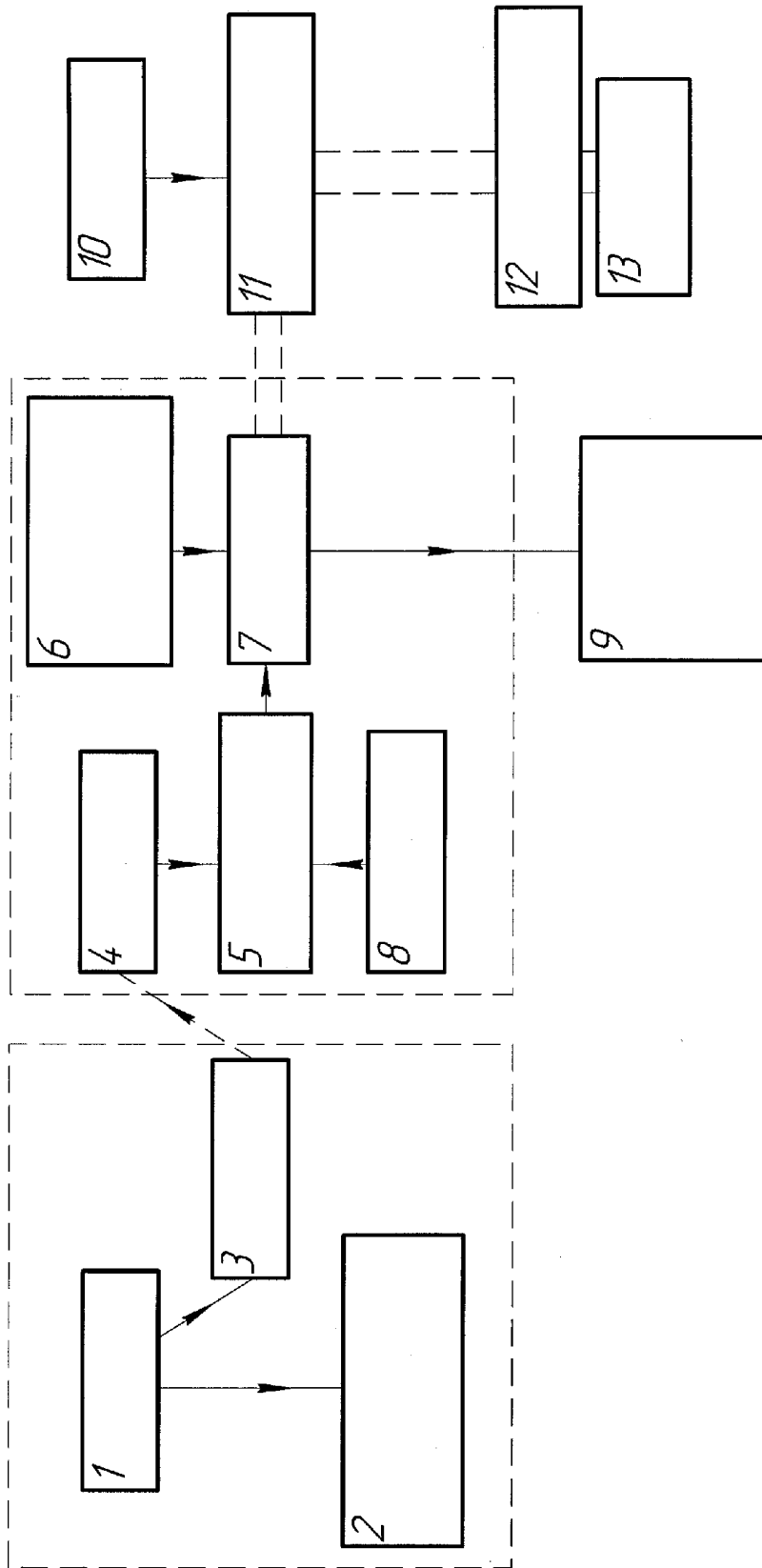
По условию эксперимента, согласно методике и теории применения, подопытный (оператор) в течение первой недели выполнял спец. упражнение по специально разработанной программе (поясное ношение датчика давления с аудио сигнализацией состояния датчика), для адаптации.



После проведения серии экспериментов, проанализировав и сопоставив результаты полученных данных, мы однозначно пришли к выводу о высокой достоверности и эффективности определения уровня бодрствования человека.

С помощью предлагаемой системы с достоверностью  $P < 0,05$  определяется у оператора грань между бодрствованием и сном, состояние переутомления, связанные с торможением нервных процессов организма и неадекватной реакции на окружающую обстановку. Отмечена высокая корреляция изменения произвольного тонуса мышц брюшного пресса с изменениями в ЭЭГ (0,93), ЭМГ (0,98), и КГР (0,79). Ложных срабатываний системы за время тестирования в среднем было зарегистрировано 2,7%, причём наблюдалась явная тенденция к уменьшению ложных сигнализаций при дальнейшем использовании и адаптации оператора к проведению мониторинга бодрствования бдительности и внимания.

Использование предлагаемой полезной модели позволяет расширить функциональные возможности способа и системы контроля уровня бодрствования человека за счет повышения точности определения функционального состояния человека.



Фиг. 1