



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010101532/14, 20.01.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.01.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.01.2010

(45) Опубликовано: 20.09.2011 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2366389 C1, 10.09.2009. RU 2217182 C2, 27.06.2003. RU 2349256 C2, 20.03.2009. Под ред. В.С.ТИТОВА и др. Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание. Сб. материалов VIII Международной конф., ч.1. - Курск, 15.05.2008, с.97-101. БОГАТОВА Р.И. и др. Влияние (см. прод.)

Адрес для переписки:

143900, Московская обл., г. Балашиха, ул.  
Звездная, 2, кв.124, С.М.Гвоздеву

(72) Автор(ы):

Гвоздев Сергей Михайлович (RU),  
Ливенцова Анна Александровна (RU),  
Садовникова Наталья Дмитриевна (RU),  
Шулагин Юрий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Гвоздев Сергей Михайлович (RU)

## (54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА И КОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области медицины и может быть использовано в психофизиологии для исследования и контроля функционального состояния человека, в космической промышленности для повышения работоспособности космонавтов при длительном пребывании космонавтов на космической станции, а также может быть использовано для восстановления здоровья человека совместно с традиционной терапией. Человеку предъявляют последовательное представление тест-объектов трех цветов с синусоидальным распределением яркости. Измеряют цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы

человека. Определяют кривые сохранности измеренных характеристик, с предварительным заданием значений яркости и координат цветности тест-объекта и фона, измерением цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека и определением кривых сохранности измеренных характеристик для заданных координат цветности проводящиеся через заданные промежутки времени пребывания человека в световой среде, с последующим регулированием спектрального состава излучения, тем самым изменяя координаты цветности регулируемого источника света, создавая комфортную световую среду. Одновременно со вторичным измерением

цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, определяют изменения цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, причем регулирование спектрального состава излучения осуществляют с учетом данных физиологических характеристик человека для создания комфортной световой среды и корректировки психофизиологического состояния человека. Способ позволяет

повысить точность измерения пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека с одновременным проведением и учетом физиологических характеристик человека за счет измерения цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы, определения кривых сохранности измеренных характеристик и регулирования спектрального состава излучения, тем самым, создавая комфортную световую среду. 7 ил., 3 табл.

(56) (продолжение):

**пространственно-частотных характеристик органа зрения на психофизиологическое состояние человека и его работоспособность. Авиакосмическая и экологическая медицина, т.43, №3, 2009, с.24-28.**

R U 2 4 2 8 9 5 7 C 1

R U 2 4 2 8 9 5 7 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**A61F 9/00** (2006.01)  
**A61B 3/02** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010101532/14, 20.01.2010**

(24) Effective date for property rights:  
**20.01.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **20.01.2010**

(45) Date of publication: **20.09.2011 Bull. 26**

Mail address:

**143900, Moskovskaja obl., g. Balashikha, ul.  
Zvezdnaja, 2, kv.124, S.M.Gvozdevu**

(72) Inventor(s):

**Gvozdev Sergej Mikhajlovich (RU),  
Liventsova Anna Aleksandrovna (RU),  
Sadovnikova Natal'ja Dmitrievna (RU),  
Shulagin Jurij Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gvozdev Sergej Mikhajlovich (RU)**

**(54) METHOD OF DIAGNOSING STATE OF HUMAN VISUAL SYSTEM AND CORRECTION OF PATIENT'S PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE BASING ON DETECTED CHANGES**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: patient is shown successive demonstration of test-objects of three colours with sinusoidal distribution of brightness. Colour space-frequency characteristics of human visual system are measured. Curves of preservation of measured characteristics are determined with preliminary specification of values of brightness and colouration coordinates of test-object and background, measurement of colour space-frequency characteristics of human visual system and determination of curves of preservation of measured characteristics for specified coordinates of colouration, which are performed with specified time intervals of person's presence in light environment, with further regulation of spectral composition of irradiation, thus changing colouration coordinates of regulated light source, creating comfortable light environment. Simultaneously with secondary measurement of colour space-frequency

characteristics of human visual system, changes of colour space-frequency characteristics of human visual system are determined, regulation of spectral composition of irradiation being carried out taking into account said person's physiological characteristics for creation of comfortable light environment and correction of psychophysiological state of person.

EFFECT: method makes it possible to increase accuracy of measurement of space-frequency characteristics of human visual system with simultaneous carrying out and taking into account person's physiological characteristics due to measurement of colour space-frequency characteristics of visual system, determination of curves of preservation of measured characteristics and regulation of spectral composition of irradiation, with creation of comfortable light environment.

7 dwg, 3 tbl, 2 ex

RU 2 4 2 8 9 5 7 C 1

RU 2 4 2 8 9 5 7 C 1

Изобретение относится к области медицины и может быть использовано в психофизиологии для исследования и контроля функционального состояния человека, в космической промышленности для повышения работоспособности космонавтов при длительном пребывании космонавтов на космической станции. А также изобретение  
5 может быть использовано для восстановления здоровья человека совместно с традиционной терапией.

Известен способ диагностики состояния зрительной системы человека путем визоконтрастометрии, включающий визуальное представление человеку тест-объектов  
10 трех цветов с синусоидальным распределением яркости, измерение цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, определение кривых сохранности измеренных характеристик (А.М. Шамшинова, А.Е. Белозеров, В.М. Шапиро, Э.Н. Эскина, Ю.А. Арефьева, Г.Л. Барсегян // Вестник офтальмологии, 1997, №1, стр.22-25).

При этом определение кривой сохранности цветовой пространственно-частотной характеристики заключается в определении отклонения величины контрастной чувствительности у пациента на исследуемой пространственной частоте от величины контрастной чувствительности здорового человека на той же пространственной  
15 частоте.

Недостатком данного способа является низкая точность определения контрастной чувствительности, не учитываются физиологические особенности наблюдателя и, как следствие, снижение точности диагностики.

Наиболее близким по технической сущности является способ диагностики  
25 состояния зрительной системы человека и коррекции психофизиологического состояния человека на основе выявленных изменений, при котором диагностику состояния зрительной системы человека проводят методом визоконтрастометрии, включающем визуальное представление человеку тест-объектов трех цветов с  
30 синусоидальным распределением яркости, измерение цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, определение кривых сохранности измеренных характеристик и дальнейшее регулирование цветности световой среды в зависимости от них (RU 2366389 C1, А61F 9/00, 2008 г.).

Недостаток данного способа заключается в том, что не учитываются  
35 индивидуальные особенности физиологии наблюдателя, и, как следствие, снижается точность коррекции психофизиологического состояния человека. Так же весьма существенным недостатком является громоздкость и сложность управления экспериментальной установкой.

Задачей изобретения является упрощение и повышение точности способа  
40 диагностики зрительной системы человека и коррекции психофизиологического состояния человека на основе выявленных изменений.

Техническим результатом изобретения является повышение точности измерения пространственно-частотных характеристик зрительной системы с одновременным  
45 измерением (определением) выбранных физиологических характеристик человека.

Для достижения технического результата в способе диагностики состояния человека и коррекции психофизиологического состояния человека на основе выявленных изменений, включающем последовательное визуальное представление  
50 человеку тест-объектов трех цветов с синусоидальным распределением яркости, измерение цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, определение кривых сохранности измеренных характеристик, с предварительным заданием значений яркости и координат цветности тест-объекта и

фона, измерением цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека и определением кривых сохранности измеренных характеристик для заданных координат цветности проводящиеся через заданные промежутки времени пребывания человека в световой среде, с последующим регулированием 5 спектрального состава излучения, тем самым изменяя координаты цветности регулируемого источника света, создавая комфортную световую среду, согласно изобретению, одновременно с изменением цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека проводят измерение физиологических 10 характеристик человека, причем регулирование спектрального состава излучения осуществляют с учетом данных физиологических характеристик человека для создания комфортной световой среды и корректировки физиологического состояния человека.

В качестве физиологических характеристик используются электромиограмма, 15 электрокожное сопротивление, температура тела, снимаемая с мизинца правой руки, время прохождения пульсовой волны, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, длительность сердечного цикла, величина респираторной синусовой аритмии, длительность дыхательного цикла, длительность 20 вдоха.

Сущность изобретения заключается в том, что у пациента, с помощью последовательно представляемых ему тест-объектов с синусоидальным распределением яркости, измеряют пространственно-частотные характеристики зрительной системы, одновременно проводя измерения физиологических 25 характеристик человека. После чего определяют кривые сохранности измеренных характеристик и тип реагирования пациента, в зависимости от которых осуществляется регулирование цветности регулируемого источника света. Перед началом измерений задаются значения яркости и координат цветности тест-объекта и 30 фона.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где

Фиг.1 - блок-схема установки для осуществления способа диагностики состояния человека.

Фиг.2 - цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы 35 для красного тест-объекта и фона при разных яркостях адаптации.

Фиг.3 - цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы трех человек для красного цвета тест-объекта и фона.

Фиг.4 - физиологические характеристики трех человек для красного цвета тест- 40 объекта и фона, и трех пространственных частот.

Блок-схема установки для осуществления способа диагностики состояния человека содержит кресло 1 с фиксатором головы, монитор 2 с изображением тест-объекта, системный блок персонального компьютера 3, регулируемый источник света 4, 45 состоящий из 3 типов цветных источников излучения и создающий фоновое излучение, блок регулировки 5 параметров источника света, датчики, фиксирующие индивидуальные физиологические параметры пациента, 6-12, аналого-цифровой преобразователь 13.

Способ диагностики состояния человека осуществляется следующим образом.

Для реализации способа диагностики состояния человека сначала проводят 50 градуировку яркостных и цветовых параметров монитора 2 и регулируемого источника света 4, на которых будет проводиться диагностика. В результате градуировки получают зависимости яркости и координат цветности изображения,

выводимого на мониторе компьютера, от задаваемых программой относительных единиц яркости, так как мониторы разных типов имеют различные параметры яркости и цвета, и отличие координат цветности и яркости в зависимости от подаваемого на регулируемый светильник напряжения и соответствующие им относительные единицы управляющей автоматической программы. По градуировке задают относительные единицы яркости и цвета фонового излучения и монитора с тест-объектом, создаваемого регулируемым светильником, при установке которых обеспечивается: во-первых, яркость  $30 \text{ кд/м}^2$ , так как это яркость дневной адаптации зрительной системы, во-вторых, координаты цветности фонового излучения в диапазоне: для зеленого  $x=0,15\pm 0,03$ ,  $y=0,67\pm 0,08$ , для красного  $x=0,60\pm 0,04$ ,  $y=0,28\pm 0,02$ , для синего  $x=0,18\pm 0,02$ ,  $y=0,4\pm 0,02$ . Регулируемый светильник создает равномерное освещение на мониторе 2 и рабочей поверхности.

После задания необходимых параметров яркости и координат цветности тест-объекта и фонового излучения проводят измерение цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека. Для чего пациенту предлагают сесть в кресло 1 в удобном для длительного пребывания положении, зафиксировав голову так, чтобы глаза были перпендикулярны монитору 2.

Компьютер 3 позволяет в ходе диагностического тестирования одновременно менять цвет тест-объекта и фонового излучения при переходе к измерению цветовой пространственно-частотной характеристики следующего цвета, а так же постоянно фиксировать индивидуальные физиологические параметры наблюдателя. Пациент наблюдает тест-объект с синусоидальным распределением яркости на фоне заданной яркости и координат цветности. После адаптации в течение 5 минут на форму и цвет тест-объекта методом пределов определяют пороговую яркость обнаружения тест-объекта как среднеарифметическую яркость появления и исчезновения объектов. Для этого на компьютере изменяют яркость тест-объекта: увеличивают (уменьшают) амплитуду синусоидального распределения яркости тест-объекта, пока пациент увидит (не увидит) тест-объект. Расчет яркости для каждого заданного цвета проводят в абсолютных единицах, переводя относительные единицы яркости в абсолютные по результатам градуировки. Пространственную частоту определяют как обратный угловой размер одного периода тест-объекта с синусоидальным распределением яркости. Полученные данные сохраняются в памяти компьютера. При проведении данного исследования у пациента постоянно фиксируются индивидуальные физиологические параметры с помощью надетых на него датчиков 6-12, сигналы с которых затем обрабатываются в компьютере 3 вводимых через аналого-цифровой преобразователь 13.

Для диагностики состояния человека последовательно измеряют контрастную чувствительность на трех цветах - красном, зеленом и синем - с заданными координатами цветности на трех пространственных частотах. Пространственные частоты тест-объектов выбирают из области низких (0,1-1,5 цикл/град), средних (1,5-8 цикл/град) и высоких частот (8-22 цикл/град).

После проведения измерений и вычислений по заложенной программе компьютер рассчитывает цветовую контрастную чувствительность как отношение яркости фонового излучения к рассчитанной пороговой яркости обнаружения тест-объекта, после чего строит цветовые пространственно-частотные характеристики. Затем определяют кривые сохранности измеренных зрительных характеристик для каждого цвета, т.е. определяют величину отклонения измеренной контрастной чувствительности у пациента от «нормы» на исследуемой пространственной частоте.

В качестве «нормы» выбирают цветовые пространственно-частотные характеристики, измеренные у здоровых людей с 100% зрением, без выявленных психических и физиологических заболеваний. Одновременно с этим по полученным индивидуальным физиологическим характеристикам наблюдателя определяют его тип реагирования (например, вегетативно-стабильная реакция, сердечно-сосудистая реакция, гипертензивный тип реакции и т.д.), т.е. определяют направленность физиологических реакций. В зависимости от полученного типа выбирают весовые коэффициенты для регулирования координат цветности освещения.

Затем подается сигнал на блок регулировки 5 параметров источника света световой среды. По величине отклонения и весовому коэффициенту регулируют спектральный состав излучения, изменяя координаты цветности регулируемого источника света 4 для того, чтобы создать человеку комфортную световую среду, что приводит к выравниванию его психофизиологического состояния, повышению работоспособности.

Для регулирования световой среды используют широтно-импульсную модуляцию питания источника света 4, например источника на светодиодах с тремя типами источников излучения с различными цветными спектральными характеристиками (синий, зеленый, красный). Для этого меняют скважность подачи импульсов тока на источники излучения, что приводит к изменению средней яркости каждого из трех типов цветных источников излучения источника света. В результате изменяются координаты цветности источника света, спектральный состав излучения. Это приводит к изменению цветовой контрастной чувствительности зрительной системы пациента, которая зависит от цвета окружающей световой среды. В процессе пребывания человека в световой среде, благодаря изменению цветности окружающего человека пространства, происходит регулирование психофизиологического состояния человека. Так как регулируется вся световая среда, в которой находится человек, то происходит улучшение условий работы органа зрения, повышается работоспособность за счет создания комфортной световой среды.

Таким образом, меняя поток излучения источника каждого цвета, составляющего регулируемый источник света, добиваются необходимого для улучшения психофизиологического состояния спектрального состава излучения при сохранении необходимых норм освещения и яркости среды.

Диагностическое тестирование проводят через каждые 23-24 часа пребывания человека в замкнутой световой среде.

Пространственно-частотные характеристики, необходимые для диагностики для увеличения точности и объема статистики, находятся в процессе уточнения. Первичные характеристики для красного цвета приведены на фиг.2. Координаты цветности фонового излучения и теста были выбраны: красный - для яркости  $100 \text{ кд/м}^2$   $x=0,61$ ,  $y=0,30$ ; для яркости  $25 \text{ кд/м}^2$   $x=0,57$ ,  $y=0,30$ ; для яркости  $5 \text{ кд/м}^2$   $x=0,57$ ,  $y=0,30$ , синего - для яркости  $100 \text{ кд/м}^2$   $x=0,16$ ,  $y=0,38$ ; для яркости  $25 \text{ кд/м}^2$   $x=0,17$ ,  $y=0,40$ ; для яркости  $5 \text{ кд/м}^2$   $x=0,17$ ,  $y=0,40$ , и зеленого - для яркости  $100 \text{ кд/м}^2$   $x=0,12$ ,  $y=0,75$ ; для яркости  $25 \text{ кд/м}^2$   $x=0,12$ ,  $y=0,73$ ; для яркости  $5 \text{ кд/м}^2$   $x=0,18$ ,  $y=0,59$ .

Пример 1 иллюстрирует определение типа реагирования наблюдателя и цветовых пространственно-частотных характеристик для яркости адаптации  $25 \text{ кд/м}^2$ .

Исследования проводились для 10 наблюдателей. Измерения проводились для трех цветов тест-объектов. Для построения характеристик были взяты 3 пространственные частоты из области низких (0,2 цикл/град), средних (2 цикл/град) и высоких (17 цикл/град) пространственных частот. Из всех наблюдателей были выбраны трое с

наиболее близкими пространственно-частотными характеристиками. Двое из них (оператор 1 и 2) относились к одному типу реагирования, а третий (оператор 3) - к другому. На фиг.3 приведена пространственно-частотная характеристика операторов для красного цвета, а на фиг.4 приведен один из физиологических параметров наблюдателей (частота сердечных сокращений) для красного цвета и трех пространственных частот. Пример показывает, что даже при близких пространственно-частотных характеристиках физиологическая реакция человека может различаться в зависимости от типа реагирования.

Пример 2 показывает результаты исследования по возможности регулирования цветовой контрастной чувствительности пациента изменением координат цвета источника света с учетом индивидуальных физиологических характеристик оператора.

У пациента, находящегося в освещаемой регулируемым источником света комнате, предлагаемым способом измерялась цветовая пространственно-частотная характеристика и определяется тип реагирования. У источников излучения обычно задается цветовая температура. В этом случае координаты цветности излучения определяются графически, в соответствии с паспортными данными источника излучения. (Справочная книга по светотехнике, под ред. Ю.Б. Айзенберга, М., 1995 г., стр.42, 45). Цветовая температура источников излучения задавалась 6000К, 4800К, 4000К. При данной цветовой температуре источника 6000К координаты цветности  $x=0,3$ ,  $y=0,33$ . При цветовой температуре источника 4800К координаты цвета источника  $x=0,35$ ,  $y=0,35$ . При цветовой температуре источника 4000К координаты цвета источника  $x=0,38$ ,  $y=0,37$ . Для данных координат цветности источников определялась функция сохранности цветовых пространственно-частотных характеристик органа зрения трех наблюдателей, которые были протестированы и в первом примере, для высокой пространственной частоты 17 цикл/град. Полученные в результате эксперимента данные приведены в таблице 1. Результаты исследования показали, что в зависимости от типа реагирования наблюдателя изменение координат цветности источника излучения приводит к различным изменениям отклонения цветовой контрастной чувствительности от «нормы». Таким образом, происходят различные изменения психофизиологического состояния человека за счет регулирования координат цветности источника света, которое приводит к изменению спектрального состава излучения.

Таким образом, заявленный способ обеспечивает повышение точности измерения пространственно-частотных характеристик зрительной системы с одновременным проведением и учетом физиологических характеристик человека.

Способ диагностики состояния человека может найти применение:

- в психофизиологии для исследования и контроля функционального состояния человека;
- в космосе для повышения работоспособности космонавтов при длительном пребывании космонавтов на космической станции;
- для восстановления здоровья человека совместно с традиционной терапией.



Таблица 1

оператор	Цвет тест-объекта и фона (координаты цветности)	Отклонение цветовой контрастной чувствительности от «нормы» на высокой пространственной частоте, %.		
		Координаты цветности источника $x=0,3$ , $y=0,33$	Координаты цветности источника $x=0,38$ , $y=0,37$	Координаты цветности источника $x=0,35$ , $y=0,35$
1	Зеленый ( $x=0,12$ , $y=0,73$ )	11	8	15
	Синий ( $x=0,17$ , $y=0,40$ )	30	10	27
	Красный ( $x=0,57$ , $y=0,30$ )	11	9	20
2	Зеленый ( $x=0,12$ , $y=0,73$ )	12	10	23
	Синий ( $x=0,17$ , $y=0,40$ )	28	7	33
	Красный ( $x=0,57$ , $y=0,30$ )	11	8	18
3	Зеленый ( $x=0,12$ , $y=0,73$ )	15	18	11
	Синий ( $x=0,17$ , $y=0,40$ )	30	38	8
	Красный ( $x=0,57$ , $y=0,30$ )	10	23	10

Таблица 2

<b>По нашей методике</b>																					
операторы		№ измерения																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		Зрительная работоспособность до и после изменения цветности освещения																			
		до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
5	1	3,2	3,9	2,2	2,7	3,0	3,4	3,1	3,8	2,7	3,8	2,4	2,9	3,3	3,7	2,5	3,4	2,1	3,0	2,4	3,1
10	2	3,4	4,1	3,5	4,2	2,1	2,4	2,0	3,0	2,6	3,7	3,0	3,7	2,4	2,7	3,2	3,9	2,1	3,0	2,5	3,3
	3	2,2	2,7	3,4	4,2	3,3	3,7	2,4	3,5	3,1	4,5	3,0	3,6	3,2	3,6	2,9	3,9	2,8	4,0	3,2	4,2
	4	3,4	4,1	2,7	3,3	3,4	3,9	2,1	3,0	3,2	4,6	2,2	2,7	2,4	2,7	2,8	3,8	3,2	4,5	2,0	2,7
	5	2,9	3,6	3,2	3,9	3,0	3,5	2,1	3,1	2,3	3,3	2,2	2,6	3,4	3,8	3,4	3,6	3,4	4,9	2,1	2,7
15	6	2,1	2,6	2,2	2,7	3,1	3,6	3,2	4,7	2,7	3,9	2,7	3,3	2,5	2,8	2,4	3,3	2,2	3,1	2,3	3,0
	7	2,4	2,9	2,6	3,2	3,1	3,6	3,0	4,4	2,7	3,8	3,4	4,2	2,3	3,3	3,1	4,2	2,9	4,1	3,0	3,9
	8	2,8	3,4	3,4	4,1	2,6	3,0	2,5	3,6	3,0	4,3	2,5	3,0	2,4	2,7	3,1	4,2	2,7	3,9	3,1	4,1
	9	3,4	4,2	3,2	3,9	3,0	3,4	3,4	3,9	3,1	3,4	2,9	3,5	2,9	3,3	2,6	3,5	2,0	3,5	3,0	3,9
20	10	3,4	4,2	3,4	4,2	2,3	2,6	2,1	3,0	3,1	3,5	2,3	2,8	2,7	3,0	2,9	3,8	2,5	3,6	2,7	3,5

Таблица 3

<b>По методике прототипа</b>																					
операторы		№ измерения																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		Зрительная работоспособность до и после изменения цветности освещения																			
		до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
25	1	2,2	2,3	2,7	2,8	2,2	2,3	2,6	2,7	3,3	3,3	2,6	2,7	3,2	3,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,4
30	2	3,2	3,2	2,1	2,2	3,4	3,5	3,4	3,4	2,9	3,0	2,1	2,2	2,6	2,8	2,5	2,6	2,4	2,5	3,2	3,2
	3	2,5	2,5	2,3	2,4	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4	3,4	2,4	2,6	3,2	3,3	3,1	3,2	2,7	2,8
	4	2,8	2,8	3,4	3,5	3,2	3,2	2,4	2,5	2,8	2,8	3,4	3,6	2,6	2,6	2,0	2,2	2,3	2,3	2,7	2,7
	5	2,2	2,3	2,2	2,3	3,2	3,3	2,2	2,4	2,6	2,6	2,7	2,8	2,1	2,2	2,1	2,1	3,0	3,3	2,7	2,7
35	6	2,9	2,9	3,2	3,4	3,3	3,4	2,2	2,3	2,1	2,6	2,7	2,8	2,2	2,2	2,3	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5
	7	2,4	2,4	2,8	2,9	2,1	2,2	3,3	3,4	2,4	2,4	2,5	2,6	3,4	3,5	3,0	3,0	2,6	2,6	2,8	2,8
	8	3	3,0	3,5	3,7	2,6	2,6	2,9	3,0	2,2	2,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,1	3,1	2,9	3,0	2,8	2,8
	9	3	3,1	2,1	2,2	2,4	2,4	2,8	2,9	2,3	2,3	2,6	2,6	2,9	3,1	3,0	3,0	3,2	3,2	3,2	3,3
40	10	3,1	3,2	2,7	2,8	3,2	3,2	2,2	2,3	2,4	2,8	2,2	2,3	2,1	2,3	2,7	2,9	2,1	2,3	3,2	3,2

40 По реакции на световое воздействие можно разделить зрительные и не зрительные характеристики. Зрительное воздействие вызывает возбуждение в ретикулярную  
 45 форму, которое оказывает влияние на дыхательный и сосудодвигательный центры. В обзоре Р. К. Kaiser (1984) было показано наличие физиологических  
 человеческих реакций на цвет, таких как изменения в электроэнцефалограмме, в гальваническом ответе кожи, кровяном давлении, частоте дыхания, частоте дыхания  
 сердечных сокращений, частоте мигания глаза и насыщения крови кислородом. Р. К. Kaiser Physiological response to color: A critical review // Color Research & Application  
 Volume 9, Issue 1, pages 29-36, Spring 1984.

50 Не зрительные эффекты света проявляются на уровне тканевого дыхания. Известно, что нитрозильный комплекс цитохром с оксидазы (cyt a<sub>3</sub>+NO), в отличие от других комплексов, обладает фоточувствительностью и распадается под действием  
 видимого света. Boelens, R., Rademaker, H., Pel, R., and Wever, R. (1982) EPR studies of the

photodissociation reactions of cytochrome c oxidase-nitric oxide complexes, *Biochim. Biophys. Acta* 679, 84-94.

Так, если решающую роль в механизме ингибирования играет образование  $\text{cyt } a_3^{2+}\text{-NO}$ , то активность фермента и дыхание должны быть чувствительны к присутствию NO, а облучение должно снимать ингибирующее действие NO.

Действительно, оказалось, что видимый свет практически полностью восстанавливает активность фермента. Но это происходит только в присутствии избытка восстановителя. Если концентрация восстановителя низка, то потребление кислорода цитохром с оксидазой на свету оказывалось таким же низким, как и в темноте. Иными словами, когда восстанавливающая способность среды высока, то ключевым этапом ингибирования является образование  $\text{cyt } a_3^{2+}\text{-NO}$ , если восстанавливающая способность среды низка, то основным механизмом ингибирования является или восстановление компонентов цитохрома оксидом азота, или образование нечувствительных к свету комплексов  $\text{cyt } a_3^{3+}\text{-NO}_2$ . Sarti, P., Giuffre, A., Forte, E., Mastronicola, D., Barone, M.C., and Brunori, M. (2000) Nitric oxide and cytochrome c oxidase: mechanisms of inhibition and NO degradation. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 274, 183-187.

Свет с длиной волны 458 нм проявляет свои не визуальные эффекты на человеческую познавательную функцию, температуру тела и чувство времени.

Sajochen C, Münch M, Kobiacka S, Kräuchi K, Steiner R, Oelhafen P, Orgül S, Wirz-Justice A. High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005 Mar; 90(3):1311-6. Epub 2004 Dec 7.

Фототерапия зеленым и синим светом уменьшала билирубин у новорожденных. Myara A, Sender A, Valette V, Rostoker C, Paumier D, Capoulade C, Lorida F, Bouillie J, Milliez J, Brossard Y, Trivin F 1997 Early changes in cutaneous bilirubin and serum bilirubin isomers during intensive phototherapy of jaundiced neonates with blue and green light. *Biol Neonate* 71:75-82.

Фототерапию считали безопасной и эффективной для лечения желтухи у новорожденных и защиты против связанного с билирубином ухудшения развития нервной системы (Maisels MJ, Watchko JF 2003 Treatment of jaundice in low birthweight infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 88:F459-F463). Однако фототерапия у младенцев с чрезвычайно низким весом при рождении (вес  $\leq 1500$  г) была эффективной для лечения желтухи, но у младенцев вопрос с весом 501-750 г был поднят вопрос относительно безопасности фототерапии. Так, поскольку недоношенные младенцы имеют несовершенную антиокислительную защиту и в их тело легко просвечивается, это может способствовать развитию у них вредных фотохимических реакций. Morris BH, Oh W, Tyson JE, Stevenson DK, Phelps DL, O'Shea TM, McDavid GE, Perritt RL, Van Meurs KP, Vohr BR, Grisby C, Yao Q, Pedroza C, Das A, Poole WK, Carlo WA, Duara S, Laptook AR, Salhab WA, Shankaran S, Poindexter BB, Fanaroff AA, Walsh MC, Rasmussen MR, Stoll BJ, Gotten CM, Donovan EF, Ehrenkranz RA, Guillet R, Higgins RD 2008, Aggressive vs. conservative phototherapy for infants with extremely low birth weight. *N Engl J Med* 359: 1885-1896).

Как ни странно, свет, уменьшая уровни билирубина, снижает возможность эндогенной защиты от перекисного окисления липидов. (Vreman HJ, Wong RJ, Stevenson DK 2004, Phototherapy: current methods and future directions. *Semin Perinatol* 28:326-333), (Gopinathan V, Miller NJ, Milner AD, Rice-Evans CA 1994, Bilirubin and ascorbate antioxidant activity in neonatal plasma. *FEBS Lett* 349:197-200).

Свет может вызвать острые физиологические ответы и состояние тревожности у людей, величина этих реакций зависит от выбора времени, интенсивности, и

продолжительности светового воздействия. Двухчасовое воздействие монохроматического света с длиной волны 460 нм поздним вечером вызвало значительно большее подавление мелатонина, чем светом с длиной волны 550 нм. Подавление мелатонина сопровождалось сопутствующим большим ответом уровня тревожности, увеличило основную температуру тела и частоту сердечных сокращений. Неклассические глазные фоторецепторы с пиковой чувствительностью приблизительно 460 нм влияли на циркадные ритмы подавлением мелатонина и сдвигом фазы циркадного ритма (Cajochen, C., Munch, M., Koblalka, S., Krauchi, K., Steiner, R., Oelhafen, P., Orgul, S., Wirz-Justice, A. (2005). High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light, *J Clin Endocrinol Metab*, vol.90, p. 1311-1316).

Vreman H.J. В сот.(2009) показали увеличение выделения СО с кожи крысят Wistar, подвергнутых фототерапии. Они показали выделение СО как индекс перекисного окисления. Свет от синего источника LED даже при интенсивности 100 W/cm<sup>2</sup>/nm был эффективным для фотоизомеризации билирубина и в понижении обращающихся уровней билирубина. Кроме того, воздействие синим светом LED в терапевтических диапазонах (50 W/cm<sup>2</sup>/nm или меньше) не было связано с увеличением производства СО. В то время как свет от источника, дававшего флуоресцентный синий/белый свет с интенсивностью 70 W/cm<sup>2</sup>/nm, вызвал большие увеличения выделения СО. Это предполагает, что другие части светового спектра, помимо синей части, могли бы более проникать в тело крысят, включая желто-красный диапазон, вызывая возможно даже больше окисления. Vreman H.J.; Knauer Yuri; Wong R.J.; Chan Miu-Lan; Stevenson D.K. *Dermal carbon monoxide excretion in neonatal rats during light exposure Pediatric Research: July 2009 - Volume 66 - Issue 1 - p. 66-69.*

Все рассмотренное выше имеет качественный анализ реакций и требует увеличения точности методик фототерапии как в увеличении яркости светового воздействия, так и выбора координат цветности, определяющей спектральный состав излучения, что и создает возможности регулирования светоцветовой среды.

#### Формула изобретения

Способ диагностики состояния человека и коррекции психофизиологического состояния человека на основе выявленных изменений, включающий последовательное представление человеку тест-объектов трех цветов с синусоидальным распределением яркости, измерение цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, определение кривых сохранности измеренных характеристик, с предварительным заданием значений яркости и координат цветности тест-объекта и фона, измерением цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека и определением кривых сохранности измеренных характеристик для заданных координат цветности, проводящиеся через заданные промежутки времени пребывания человека в световой среде, с последующим регулированием спектрального состава излучения, тем самым изменяя координаты цветности регулируемого источника света, создавая комфортную световую среду, отличающийся тем, что одновременно со вторичным измерением цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, таких как электромиограмма, электрокожное сопротивление, температура тела, снимаемая с мизинца правой руки, время прохождения пульсовой волны, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, длительность сердечного цикла, величина респираторной синусовой аритмии, длительность дыхательного цикла, длительность

вдоха, и затем определяют изменения цветовых пространственно-частотных характеристик зрительной системы человека, причем регулирование спектрального состава излучения осуществляют с учетом данных физиологических характеристик человека для создания комфортной световой среды и корректировки психофизиологического состояния человека.

5

10

15

20

25

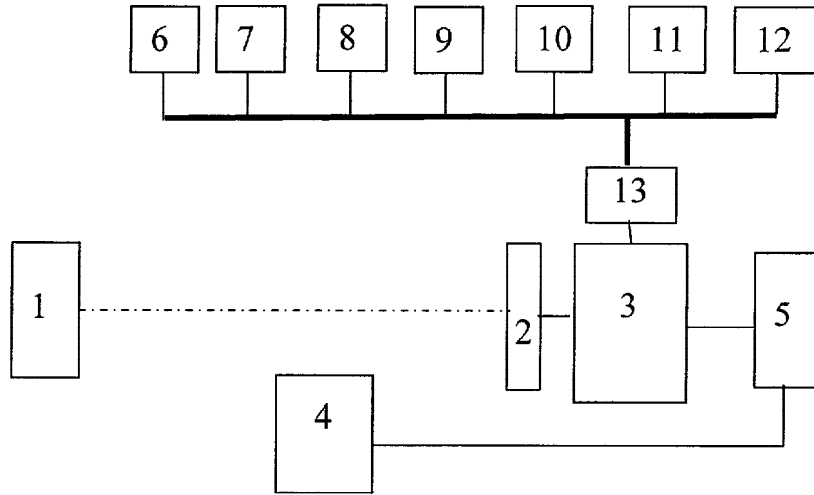
30

35

40

45

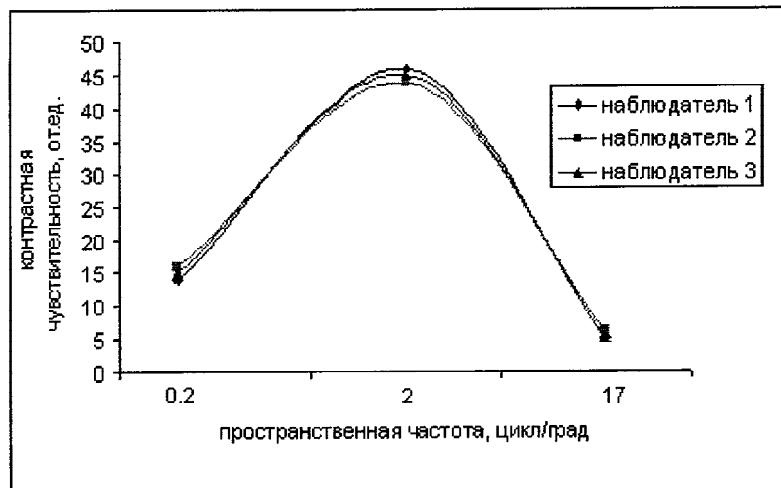
50



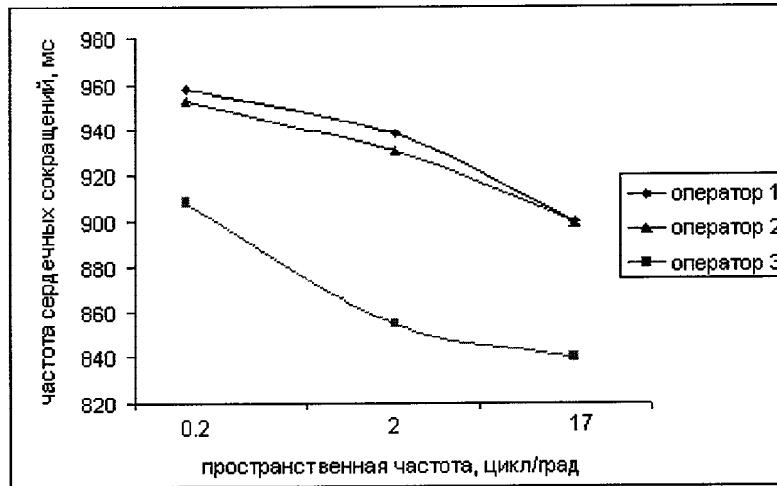
Фиг.1



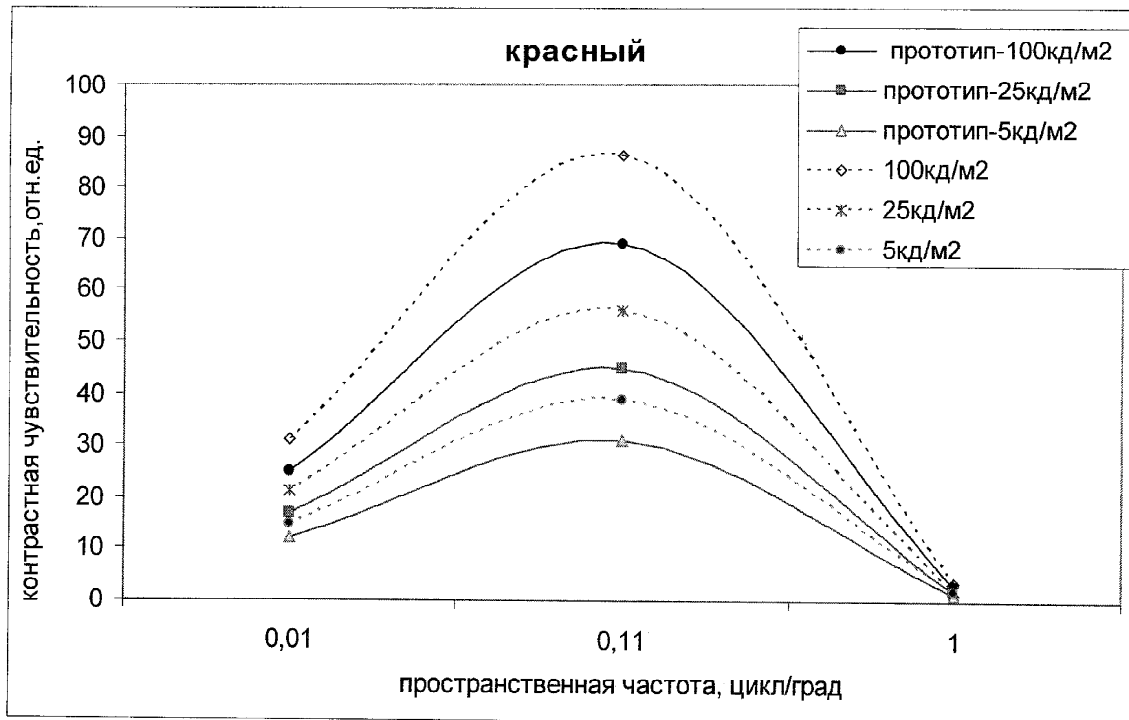
Фиг.2



Фиг.3

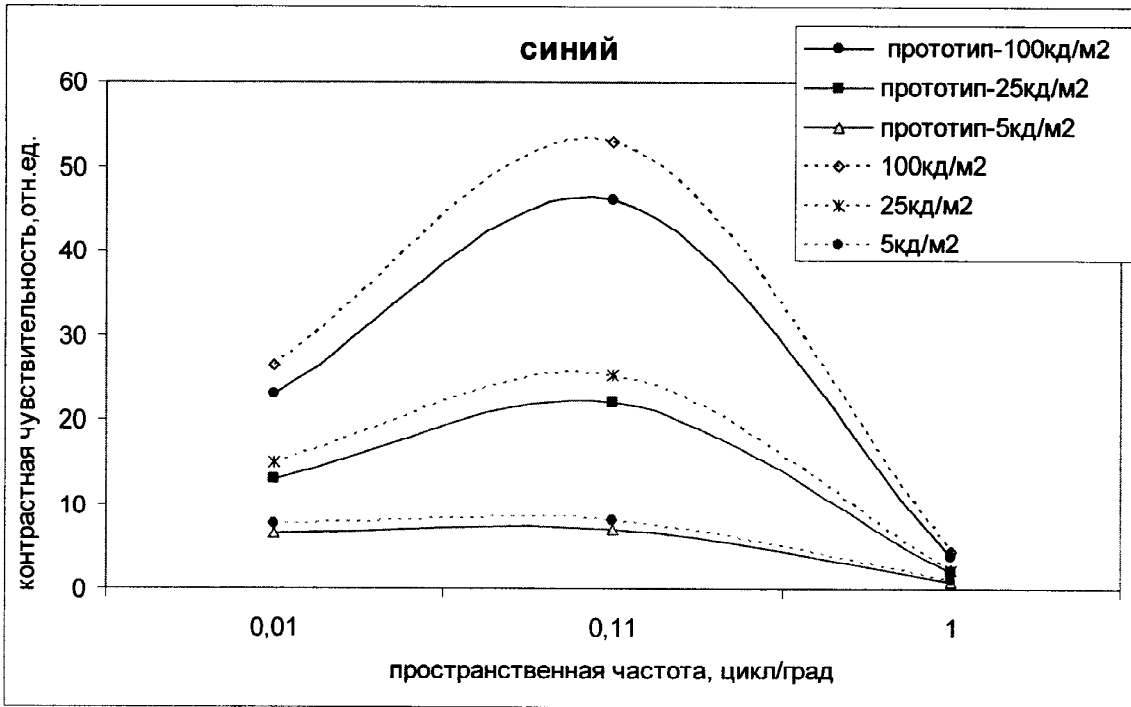


Фиг.4



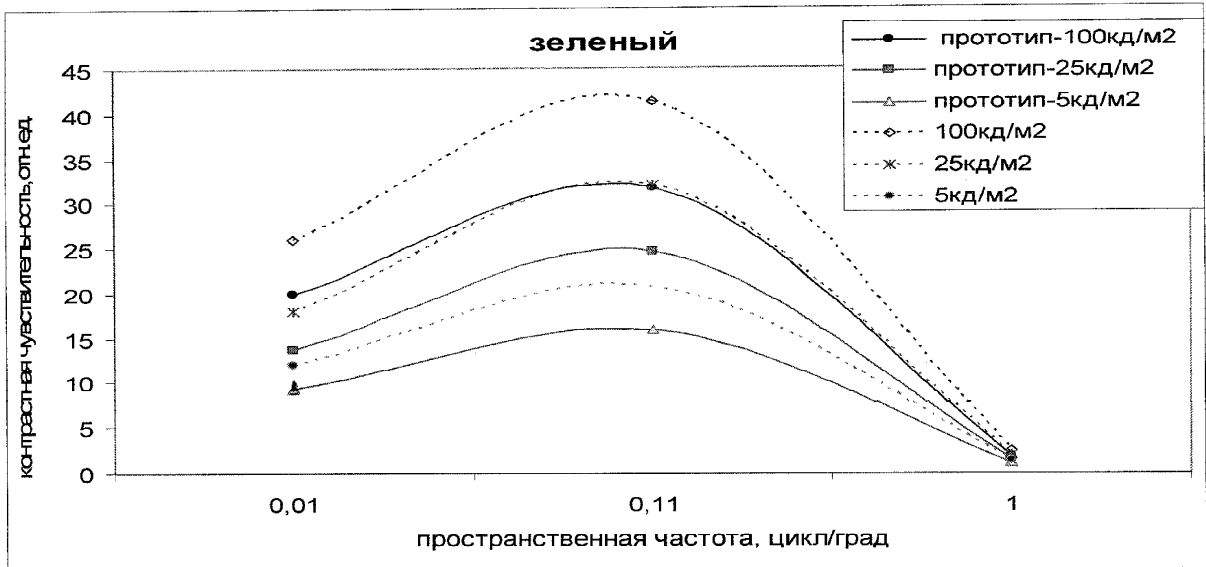
Цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы для красного тест-объекта и фона при разных яркостях адаптации для двух методов (нашего и прототипа).

Фиг. 5



Цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы для синего тест-объекта и фона при разных яркостях адаптации для двух методов (нашего и прототипа).

Фиг. 6



Цветовые пространственно-частотные характеристики зрительной системы для зеленого тест-объекта и фона при разных яркостях адаптации для двух методов (нашего и прототипа).

Фиг. 7