



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61B 3/113 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019135978, 08.11.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.11.2019

Дата регистрации:
08.04.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.11.2019

(45) Опубликовано: 08.04.2020 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
143401, г. Красногорск, Красногорский б-р, 26,
кв. 326, Усанова Лидия Дмитриевна

(72) Автор(ы):

Усанова Анастасия Дмитриевна (RU),
Усанова Лидия Дмитриевна (RU),
Усанова Татьяна Борисовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
«Линкорп» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2670138 С1, 18.10.2018. RU 145489
U1, 20.09.2014. US 20080058681 A1, 06.03.2008.

(54) ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ И ПАРАМЕТРОВ ГЛАЗ С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИКИ РЯДА ПАТОЛОГИЙ, А ТАКЖЕ НЕИНВАЗИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ ПАТОЛОГИЙ

(57) Реферат:

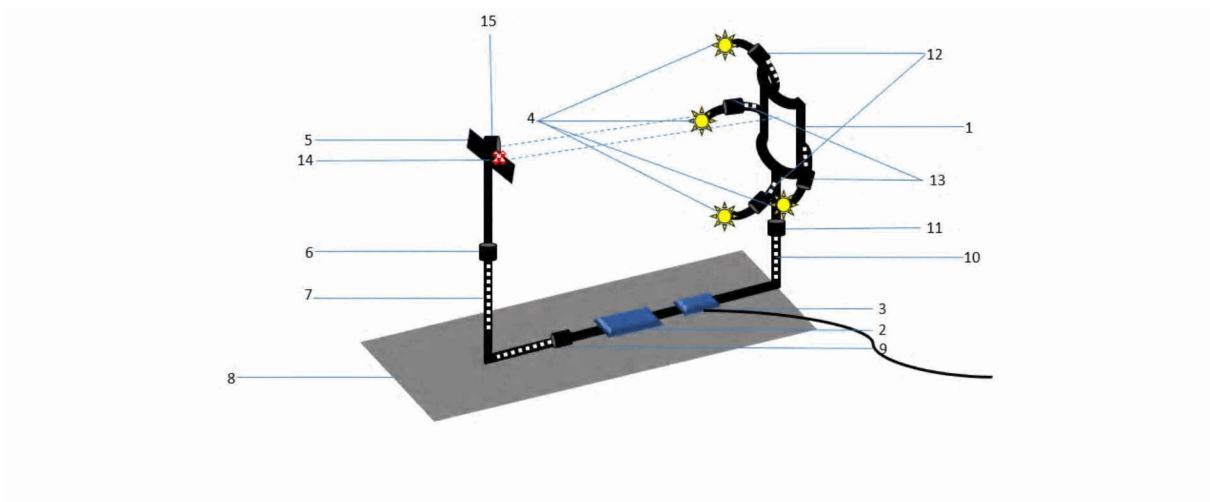
Полезная модель относится к области медицины, психологии труда, юридической психологии и криминологии и может быть использована для диагностики физиологического состояния человека и диагностики различного рода патологий, оценки психоэмоционального состояния, а также для коррекции дефектов зрительной системы. Программно-аппаратный комплекс для отслеживания движений и параметров глаз выполнен в виде жесткой конструкции, соединяющей компоненты: лобно-подбородную опору для фиксации положения головы, к которой крепятся источники световых импульсов регулируемой частоты и амплитуды, компьютерную систему в виде экрана для демонстрации метки, видеоизображений и шаблонов визуальных стимулов со встроенной видеокамерой для исследования движений глазных яблок, генератор, аккумулятор/блок питания. При этом световые источники, лобно-подбородная опора, компьютерная система крепятся с возможностью регулируемого

изменения расстояния относительно друг друга и глаз обследуемого для точного размещения с учетом индивидуальных физиологических параметров и тонкостей диагноза. Компоненты комплекса могут перемещаться относительно друг друга и глаз обследуемого по координатной разметке направляющих, на которых размещены, при управлении вручную (поочередно или одновременно, в произвольном порядке), либо с помощью электропривода в автоматическом режиме под управлением компьютерной системы. Программа анализирует видеоданные с камеры и предварительно загруженные данные медицинской карты, определяет модель точного размещения компонент системы относительно глаз обследуемого с учетом индивидуальных физиологических параметров, особенностей диагноза (сопутствующих нистагму и косоглазию патологий), что в результате способствует значительному повышению результативности диагностики и коррекции, а это и является главной целью применения данного программно-

аппаратного комплекса.

Точное размещение всех основных компонент комплекса относительно друг друга и глаз обследуемого является критически важным, поскольку известно, что у пациента с нистагмом нистагмография позволяет выявить положение головы, при котором у него отсутствуют колебательные движения или эти движения минимальны, благодаря чему становится возможным получение точных диагностических данных (определение типа, характера и параметров нистагма для дальнейшей его коррекции и отслеживания динамики лечения, у

пациентов с косоглазием определение угла косоглазия - как горизонтального, так и вертикального в разных направлениях, а при паралистическом косоглазии - исследование угла и подвижности глазных яблок, что крайне важно и необходимо для точного отслеживания динамики коррекции). Выявление положения головы пациента с минимальной амплитудой и частотой колебательных движений глазных яблок считается предельно важным даже для определения тактики хирургии и дозирования операции.



Фиг. 1. Схема программно-аппаратного комплекса для отслеживания движений и параметров глаз с целью диагностики ряда патологий, а также неинвазивной коррекции зрительных патологий

Фиг. 1

RU 197165 U1

RU 197165 U1

Полезная модель относится к области медицины, психологии труда, юридической психологии и криминологии и может быть использована для диагностики физиологического состояния человека и диагностики различного рода патологий, оценки психоэмоционального состояния, а также для коррекции дефектов зрительной системы.

Известно, что ряд заболеваний объективно диагностируется по характерным движениям и параметрам глаз, в частности патологии органа зрения, неврологические заболевания, заболевания внутреннего уха и др. Также помимо диагностики физиологического состояния человека глаза являются источником достоверной информации о его психоэмоциональном состоянии, а результаты отслеживания данных характеристик могут свидетельствовать, в том числе о физиологической реакции в ответ на предоставление ложной информации.

Известные методы регистрации непроизвольных движений глаз основаны на использовании методов электроокулографии или фотоэлектрической нистагмографии, т.е. являются косвенными, не дают точных количественных характеристик таких движений, а также зачастую являются контактными тогда, как для пациентов детского возраста критично, чтобы процедура измерения характеристик тремора глаз была максимально комфортной. Кроме того, при этом обязательно требуется участие высококвалифицированного специалиста, что обуславливает высокую роль человеческого фактора в данных методиках.

По данным Минздрава в коррекции зрения нуждается каждый третий, согласно последним данным косоглазием, страдает 7% детей и 4% всего взрослого населения, количество больных нистагмом в России исчисляется десятками тыс. чел. Нистагм - это зрительная патология, проявляющаяся в непроизвольных ритмических колебательных движениях глазных яблок.

С нистагмом связаны тягостные расстройства зрительного восприятия: вынужденное положение головы, неустойчивость («плавание») изображения, тошнота, головокружение, головные боли, невозможность чтения, дезориентация в пространстве и так далее. Известно, что колебательные движения глаз при нистагме обусловлены как центральными, так и периферическими механизмами. Лечение нистагма и косоглазия при этом до сих пор в 95% случаев осуществляется лишь посредством хирургического вмешательства. В тоже время кроме характерных для операций рисков в случае нистагма есть также вероятность его повторного возникновения даже после успешной хирургической коррекции дефекта.

Из существующего уровня техники известен способ хирургического лечения нистагма глаз, включающий резекцию переднего отрезка брюшка глазодвигательных мышц, содержащих мышечные веретена, которые служат датчиками длины мышц (Аветисов Э.С. Нистагм. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. 96 с.). Удаление мышечных веретен позволяет уменьшить нервно-импульсное воздействие на мышцу и, соответственно, амплитуду нистагма. Кроме того, резекция глазодвигательных мышц увеличивает степень их натяжения и возникает эффект «натянутых вожжей». Производят резекцию (на 7-8 мм) мышц обоих глаз на стороне быстрой фазы нистагма. При недостаточном эффекте через 5-6 месяцев производят меньшую резекцию (на 3-5 мм) на стороне медленной фазы. Однако данный способ требует проведения хирургического вмешательства и обычно назначается при наличии сочетания таких заболеваний, как нистагм и косоглазие. Также помимо рисков, характерных для хирургического вмешательства, несет риски повторного возникновения нистагма, поскольку импульс идет от мозга и не исчезает при укорачивании глазодвигательных мышц, непроизвольные

микродвижения глаз не подавляются, а в лучшем случае становятся лишь менее заметными из-за повышения натяжения мышц. Также не реализуется возможность проведения высокоточной диагностики характеристик зрительных патологий, поскольку методика не позволяет математически обрабатывать видео траекторий микродвижений глаз, как это осуществляется с применением предлагаемого устройства, основанного на программном обеспечении. Также способ не позволяет решать никакие другие задачи, кроме коррекции самой зрительной патологии.

Известен способ хирургического лечения горизонтального маятникообразного нистагма, включающий следующие операции: освобождение доступа к внутренней прямой мышце, фиксацию мышцы к склере двумя двойными обвивными узловыми швами. Фиксацию осуществляют в зоне, лежащей за экватором глазного яблока. Аналогичным образом производят вмешательство на наружной прямой мышце. Затем осуществляют такое же воздействие на другом глазу. На наружные мышцы швы накладывают на 5-7 мм дальше, чем на внутренние. Для достижения минимального эффекта оптимальным является наложение швов на внутренние прямые мышцы в 11 мм от их физиологического места прикрепления, а на наружные - в 17 мм. Для достижения максимального эффекта оптимальным является наложение швов на внутренние прямые мышцы в 17 мм, а на наружные в 23 мм от места их физиологического прикрепления. Швы накладывают на 1/3 ширины мышцы с захватом 1/3 толщины склеры (см. патент на изобретение РФ №2201184, МПК А61F 9/007).

Данный способ также не является неинвазивной методикой программно-аппаратного лечения нистагма, то есть недостатком данного способа является необходимость проведения хирургического вмешательства, причем без осуществления точной компьютерной диагностики параметров патологии, и обычно данный способ назначается при наличии сочетания нистагма и косоглазия. Также способ не позволяет решать никакие другие задачи, кроме коррекции самой патологии.

Известен способ оценки психофизического состояния человека, включающий регистрацию психофизической реакции в процессе вербальной коммуникации в виде таких параметров, как диаметр зрачка и число актов моргания, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют площадь фигуры, построенной по точкам максимального отклонения центра глаза от видимого среднего положения, при этом все параметры записывают в виде видеокулограммы, сравнивают их с контрольными значениями, полученными при заведомо правдивых ответах, по полученным данным определяют ответы, при которых имело место увеличение числа актов моргания и площади фигуры, а также определяют изменение диаметра зрачка, по полученным данным определяют группу ответов с наибольшей количественной разницей в критериях между истиной и предполагаемой ложью, делают вывод об эмоциональном психофизическом возбуждении, которое может являться следствием факта сокрытия либо искажения информации (см. патент РФ №2337607, МПК А61В 3/113 (2006.01), А61В 5/16 (2006.01)).

Хотя данный способ и относится к программно-аппаратным комплексам и позволяет с помощью специализированного программного обеспечения математически обрабатывать видеозаписи траекторий микродвижений и параметров глаз, все же он имеет ряд недостатков. Данный способ направлен лишь на решение задачи выявления достоверности предоставляемой респондентом информации, он не позволяет это делать в режиме реального времени и не использует машинное обучение, что влечет необходимость участия в интерпретации финального результата специалиста, то есть процесс не полностью автоматизирован и не исключает субъективный фактор от участия

в процессе трактовки данных исследования человеком. Также способ не является
неинвазивной методикой диагностики и программно-аппаратного лечения нистагма,
то есть в прибор не заложен необходимый алгоритм программного обеспечения под
эти задачи. Таким образом, программа, на которой основан данный способ, позволяет
5 решать узкий спектр задач, в отличие от принципа действия предлагаемого устройства,
которое запускает из спектра имеющихся необходимый алгоритм программного
обеспечения, который обрабатывает видеосигнал в реальном времени и сразу же выдает
протокол, причем в автоматическом режиме.

Известен способ лечения нистагма глаз, включающий определение параметров
10 нистагма - частоты и амплитуды, осуществление периодического светового воздействия
с частотой, близкой к частоте нистагма, и проведение в процессе воздействия контроля
за параметрами нистагма, изменение интенсивности светового воздействия до появления
изменения параметров нистагма с последующим изменением частоты светового
15 воздействия до максимального его подавления, фиксирование времени светового
воздействия, после которого прекращают воздействие, вновь определяют параметры
нистагма, проверяют наличие лечебного эффекта в виде уменьшения амплитуды
нистагма не менее чем на 10% от первоначального значения амплитуды в отсутствии
воздействия, в случае его отсутствия увеличивают время воздействия до появления
20 лечебного эффекта, фиксируют время появления лечебного эффекта за один сеанс и
ежесуточно повторяют сеансы воздействия до устойчивого уменьшения исходного
значения амплитуды нистагма (см. патент на изобретение РФ №2288676, МПК А61F
9/00 (2006.01), А61N 5/06 (2006.01), А61В 3/113 (2006.01)).

Однако с помощью данного способа может осуществляться недостаточное
эффективное лечение нистагма глаз, когда характеризующие его амплитуда и частота
25 изменяются на малую величину. Также хотя данный способ и относится к классу
программно-аппаратных комплексов, роль обратной связи в нем обязательно
выполняется врачом/пользователем, выполняющим роль лечащего специалиста.
Проводимая с помощью такой методики диагностика является высокоточной, однако
не производится в режиме реального времени, то есть требует обработки сделанной
30 заранее видеозаписи микродвижений глаз и занимает время, кроме того требует
определенного уровня квалификации от специалиста, работающего с нистагмограммами.
Способ позволяет вести базы данных пациентов, но не применяет полученные
результаты для обучения искусственного интеллекта, лежащего в основе предлагаемого
решения, что ограничивает спектр возможностей методики. Перед использованием
35 предполагается самостоятельное размещение специалистом комплектующих системы
на поверхности, что влечет вероятность возникновения ошибки, поскольку установка
не оснащена координатной разметкой, а также отсутствует возможность управления
процессом размещения компонент компьютерной системой с учетом данных пациента
в автоматическом режиме. Таким образом, программа, на которой основан данный
40 способ, позволяет решать узкий спектр задач (только диагностику и коррекцию
нистагма), при этом для данного способа чрезвычайно сложной является задача лечения
определенного типа и характера нистагма, вызывающего вынужденное положение
головы, когда точное размещение комплектующих установки является особенно
важным, а принцип действия предлагаемой технологии, которая запускает из спектра
45 имеющихся необходимый алгоритм программного обеспечения, обрабатывающий
видеосигнал в реальном времени в автоматическом режиме с выдачей протокола, а
положение всех основных компонент относительно глаз обследуемого четко
определяется и регулируется с учетом индивидуальных физиологических данных и

особенностей диагноза пользователя еще до проведения диагностики и коррекции, позволяет решать данную задачу эффективно.

Кроме того, известен способ подавления нистагма, включающий определение параметров нистагма - частоты и амплитуды, осуществление периодического светового воздействия с частотой, близкой к частоте нистагма, проведение в процессе воздействия непрерывного контроля за параметрами нистагма, изменение интенсивности светового воздействия до начала изменения параметров нистагма, изменение частоты светового воздействия до уменьшения амплитуды нистагма (см. патент на изобретение РФ №2264197, МПК А61F 9/00).

Однако с помощью данного способа может осуществляться недостаточно эффективное подавление нистагма глаз, когда характеризующие его амплитуда и частота изменяются на малую величину. Кроме того, способ применим только для подавления нистагма при движении глаз в горизонтальном направлении, а также не реализует возможность проведения процедуры в автоматическом режиме, то есть без участия врача, когда его роль выполняется специализированным программным обеспечением/искусственным интеллектом, основанным на принципах машинного обучения. Также программа, на которой основан данный способ, позволяет решать узкий спектр задач (только диагностику и коррекцию горизонтального нистагма), в отличие от принципа действия предлагаемой технологии, которая запускает из спектра имеющихся необходимый алгоритм программного обеспечения, обрабатывающий видеосигнал в автоматическом режиме в реальном времени с выдачей протокола. Произвольное и неточное размещение отдельных составляющих прибора таких, как метка, световые источники, камера, а также нерегулируемое положение головы обследуемого делают невозможным точно выявить и отрегулировать положение компонент с учетом индивидуальных физиологических характеристик и диагноза пациента, что в свою очередь может негативным образом отразиться непосредственно на качестве диагностических данных и результатах коррекции. Это, как и необходимость участия врача, является дополнительным человеческим фактором, что может повлечь дополнительные ошибки.

Близким аналогом также является способ подавления нистагма глаз, включающий определение параметров нистагма - частоты и амплитуды при осуществлении периодического светового воздействия с частотой, близкой к частоте нистагма, источниками светового воздействия, закрепленными вдоль оси, параллельной оси расположения глаз, отличающийся тем, что источники закрепляют с возможностью поворота во фронтальной плоскости, параллельной оси расположения глаз, в процессе воздействия источниками света осуществляют их поворот в фронтальной плоскости, непрерывно снимают видеоряд данных, обрабатывают его с помощью вычислительных систем, определяют изменение амплитуды нистагма глаз, фиксируют угол расположения источников светового воздействия относительно оси расположения глаз при минимальном значении амплитуды нистагма и проводят лечебный сеанс. Способ по п. 1, отличающийся тем, что выбирают угол поворота источников светового воздействия, равный 90° (см. патент на изобретение РФ №2405406, МПК А61В 3/00 (2006.01)).

Хотя данный способ и относится к классу программно-аппаратных комплексов, роль обратной связи в нем обязательно выполняется врачом/пользователем, выполняющим роль лечащего специалиста. Проводимая с помощью такой методики диагностика является высокоточной, однако не производится в режиме реального времени, то есть требует обработки сделанной заранее видеозаписи микродвижений глаз и занимает время, кроме того требует определенного уровня квалификации от

специалиста, работающего с нистагмограммами. Способ позволяет вести базы данных пациентов, но не применяет полученные результаты для обучения искусственного интеллекта, лежащего в основе предлагаемого решения, что ограничивает спектр возможностей методики. Данный способ позволяет осуществлять коррекцию всех видов нистагма, однако неудобство заключается в необходимости самостоятельного размещения основных компонент установки, в том числе световых источников относительно глаз обследуемого только после расшифровки полученных в ходе диагностики результатов и определения характера и вида нистагма, что занимает дополнительное время и требует квалификации, при этом произвольное и неточное размещение отдельных составляющих прибора таких, как метка, световые источники, камера, а также нерегулируемое положение головы пациента исключают возможность точного выявления и регулировки положения компонент с учетом индивидуальных физиологических характеристик и диагноза пациента, что в свою очередь может негативным образом отразиться непосредственно на качестве диагностических данных и результатах коррекции.

Недостатком является и наличие связи между квалификацией специалиста, опытом работы с данным прибором, скоростью реакции (скоростью и точностью ввода данных при выборе частоты генерации в зависимости от наблюдений за амплитудой колебательных движений глаз, качеством анализа динамики изменения амплитуды в процессе коррекции при простом наблюдении за глазами пациента, что обуславливает субъективность исследования и результат процедуры.

Программа, на которой основан данный способ, позволяет решать узкий спектр задач (только диагностику и коррекцию всех видов нистагма), в отличие от принципа действия предложенного устройства, запускающего в зависимости от поставленной задачи необходимый из спектра имеющихся алгоритм программного обеспечения, обрабатывающий видеосигнал в автоматическом в режиме реального времени с выдачей протокола, что значительно расширяет область применения и спектр реализуемых устройством возможностей.

Наиболее близким по технической сущности аналогом является портативное интерактивное устройство для оценки физиологического состояния, отличающееся тем, что выполнено в виде очков, в оправу которых встроены видеокамера для исследования движений глазного яблока, экран для демонстрации видеоизображений и шаблонов визуальных стимулов, источники световых импульсов регулируемой частоты и амплитуды, располагающиеся по окантовке оправы очков, при этом видеокамера выполнена с возможностью передачи видеосигнала на компьютер в режиме реального времени для обработки (см. патент на ПМ РФ №179414, МПК А61В 3/113 (2006.01))

Хотя данное устройство и относится к классу программно-аппаратных комплексов, и проводимая с помощью такой методики диагностика является высокоточной, а также производится в режиме реального времени, недостатком является невозможность индивидуально подобранной точной регулировки положения световых источников, расстояния от глаз пациента до метки, камеры, положения головы, что может стать критичным при диагностике пациентов с определенными типом и характером нистагма (например, толчкообразным горизонтальным нистагмом, вызывающим вынужденное положение головы), видами сопутствующих нистагму патологий и осложнений. В предлагаемом нами устройстве заложена возможность высокоточной регулировки расположения комплектующих комплекса в зависимости от индивидуальных физиологических параметров и диагноза обследуемого, причем реализуется полная автоматизация этого процесса, а вероятность ошибки исключается совсем. Хотя спектр

анализируемых данных является достаточно широким, однако в выдаваемом протоколе диагностических данных не учитываются данные медицинской карты, поскольку не предполагается предварительная их загрузка в систему.

5 Технической задачей настоящего изобретения является создание программно-аппаратного комплекса для отслеживания движений и параметров глаз с целью диагностики ряда патологий, а также неинвазивной коррекции зрительных патологий в автоматическом режиме с возможностью применения при этом ресурсов машинного обучения (англ. Machine Learning, ML - способ обработки и анализа данных, который 10 позволяет компьютерам использовать имеющиеся данные для прогнозирования будущего поведения, исходов и трендов) и без необходимости участия в процессе специалиста. Таким образом, роль специалиста или врача (обратной связи) в алгоритме диагностики и/или лечения выполняется комплексом полностью автоматически также с возможностью применения при этом методов машинного обучения, в результате 15 происходит полная автоматизация процесса исследований, коррекции зрительных патологий, и, в частности, нистагма, а также исключается человеческий фактор. Также стоит цель реализации возможности точной подстройки/регулировки размещения основных комплектующих системы с учетом особенностей диагноза и индивидуальных физиологических характеристик пациента.

Поставленная задача решается за счет того, что программно-аппаратный комплекс 20 для отслеживания движений и параметров глаз с целью диагностики ряда патологий, а также неинвазивной коррекции зрительных патологий осуществляет компьютерную обработку движений и параметров глаз обследуемого и определяет характеристики этих движений в автоматическом режиме. Устройство может дополнительно включать модуль для коррекции дефектов зрительной системы. В зависимости от поставленной 25 задачи устройство запускает один из спектра заложенных в его специализированное программное обеспечение алгоритмов, таким образом, видеосигнал обрабатывается и интерпретируется с помощью различных в зависимости от цели исследования механизмов искусственного интеллекта. Также видеосигнал может обрабатываться и интерпретироваться в режиме реального времени с моментальной или последующей 30 выдачей протокола обследования, а принцип действия программного обеспечения может быть основан на механизмах машинного обучения.

Конфигурация устройства может включать жесткую конструкцию с размещенными на ней комплектующими: лобно-подбородной опорой для фиксации положения головы, к которой могут крепиться источники световых импульсов регулируемой программой 35 частоты и амплитуды, компьютерную систему в виде экрана для демонстрации метки, видеоизображений и шаблонов визуальных стимулов со встроенной видеокамерой для исследования движений и параметров глазных яблок, генератор, аккумулятор/блок питания. В процессе коррекции зрительных патологий производится активация двух из четырех световых источников, расположение которых соответствует виду и характеру 40 диагностированного дефекта зрительной системы. Яркость светового воздействия регулируется при помощи переключателя. Световые источники, лобно-подбородная опора, компьютерная система с меткой и камерой крепятся с возможностью регулируемого изменения расстояния между ними для точного размещения относительно глаз обследуемого с учетом индивидуальных физиологических параметров и 45 особенностей диагноза, что является критично важным при диагностике пациентов с определенными видами сопутствующих нистагму патологий и осложнений, вызывающих, к примеру, вынужденное положение головы, такая конструкция в свою очередь дополнительно расширяет спектр возможностей и повышает уровень эксплуатационных

характеристик комплекса. Компоненты комплекса могут перемещаться относительно друг друга и глаз обследуемого по координатной разметке, нанесенной на направляющие, на которых размещены, при управлении вручную (поочередно или одновременно, в произвольном порядке по рекомендуемой программой схеме), либо с помощью электропривода под управлением компьютерной системы в автоматическом режиме. Программа анализирует видеоданные с камеры и предварительно загруженные данные медицинской карты, определяет модель точного размещения компонент системы относительно глаз обследуемого и друг друга с учетом индивидуальных физиологических параметров пользователя, а также особенностей диагноза (сопутствующих нистагму и косоглазию патологий), что в результате способствует высокой результативности диагностики и коррекции, что в свою очередь реализует задачу применения данного программно-аппаратного комплекса.

Точное размещение всех основных компонент комплекса относительно друг друга и глаз обследуемого является критически важным, поскольку известно, что у пациента с нистагмом нистагмография позволяет выявить положение головы, при котором у него отсутствуют колебательные движения или эти движения минимальны, благодаря чему становится возможным получение точных диагностических данных (определение типа, характера и параметров нистагма для дальнейшей его коррекции и отслеживания динамики лечения, у пациентов с косоглазием определение угла косоглазия - как горизонтального, так и вертикального в разных направлениях, а при паралистическом косоглазии - исследование угла и подвижности глазных яблок, что крайне важно и необходимо для точного отслеживания динамики коррекции). Выявление положения головы пациента с минимальной амплитудой и частотой колебательных движений глазных яблок считается предельно важным даже для определения тактики хирургии и дозирования операции.

С появлением таких технологий, как машинное обучение с помощью видеоокулографии становится возможным решать целый спектр разноплановых задач с учетом выявленных в ходе предыдущих и текущего испытаний паттернов, и, в частности, посредством видеорегистрации параметров движений глаз испытуемого объективно автоматически оценивать психофизическое состояние и выявлять степень его правдивости с учетом выявленных у базы обследуемых и в ходе предыдущих и текущего теста конкретного испытуемого паттернов поведения. Алгоритм программного обеспечения, направленный на выявление достоверности предоставляемой респондентом информации, при этом может работать следующим образом. По данным видеоокулографии регистрируется диаметр зрачка, число актов моргания, площадь фигуры, построенной по точкам максимального отклонения центра глаз от видимого среднего положения. Далее полученные данные сравниваются с контрольными значениями, полученными при заведомо правдивых ответах, применяя при этом возможности машинного обучения. В итоге результат выдается в автоматическом режиме без участия специалиста и на основе полной базы данных по всем исследованиям.

С помощью одного из заложенных в программное обеспечение алгоритмов устройство также реализует возможность проведения диагностики ряда различного рода патологий и неинвазивной коррекции дефектов зрительной системы, в частности нистагма и/или косоглазия путем тренировки глазодвигательных мышц. Настоящий комплекс позволяет с помощью специальной программы в режиме реального времени математически обрабатывать видео траектории микродвижений глаз и определять амплитуду и частоту этих движений, в случае выявления дефектов зрительной системы

индивидуально подбирать частоту и яркость для внешнего светового воздействия, осуществлять в результате диагностику и коррекцию зрительной патологии. Так коррекция нистагма, в частности, производится посредством автоматически программируемого периодического светового воздействия на глаза пациента на близкой к собственным колебательным движениям глазных яблок частоте внешнего стимула, которое приводит к возникновению эффекта синхронизации: «захвата» частоты нистагма частотой внешнего светового раздражителя, нивелированию данного дефекта. Также благодаря предлагаемой технологии становится возможным осуществлять высокоточную компьютерную диагностику и назначать/контролировать лечение пациентов в любой точке мира посредством методов телемедицины.

Устройство является универсальным в части расшифровки полученных в ходе обследования данных посредством специализированного программного обеспечения, в которое заложены различные алгоритмы, запускающиеся в зависимости от задачи диагностики и/или коррекции, то есть фиксируемые движения (амплитуда, частота, направление движений и др.) и параметры глаз (диаметр зрачка, число актов моргания, площадь фигуры, построенной по точкам максимального отклонения от видимого среднего положения глаз, вариация температуры окологлазного пространства в случае конфигурации комплекса со встроенным тепловизором, внутриглазное давление в случае наличия релевантного механизма) могут быть интерпретированы с помощью релевантных механизмов искусственного интеллекта. В случае решения задачи по детекции лжи устройство может дополнительно включать исследования с помощью тепловизора и измерителя внутриглазного давления бесконтактным способом. Для этого на кронштейне/вертикальной направляющей рядом с компьютерной системой могут быть дополнительно смонтированы тепловизор для отслеживания распределения температур и/или механизм для измерения внутриглазного давления бесконтактным способом. Принцип действия основан на том, что, когда человек испытывает психический дискомфорт - лжет, либо лукавит - у него повышается внутриглазное давление, наблюдается прилив крови к глазным яблокам, из-за чего температура окологлазного пространства повышается. В программу дополнительно может быть заложен алгоритм по выявлению алкогольной и наркотической интоксикации по зрачковой реакции. В устройство могут быть заложены: функция быстрой автоматической калибровки, передовые алгоритмы для отслеживания направления взгляда, корректирующие погрешности, вызванные косметикой или расширенными зрачками, механизм по выявлению факта применения медикаментозного способа влияния на диаметр зрачков для исключения возможности намеренного искажения результатов теста испытуемым в случае детекции лжи, возможность экспортирования записи в формате AVI с целью консультирования или обучения (для приложения звуковой записи к видеофайлам доступны различные форматы звуковых файлов), возможность тестирования с дистанционным управлением, функции для распечатки отчетов и общего доступа к данным, опция доступа к отчетам пациентов, находящимся в единой базе данных, с нескольких рабочих станций, возможность управления тестами с помощью ножной педали, подключенной через USB, по Bluetooth или Wi-Fi, прямое подключение к ноутбуку или настольному компьютеру, технология скоростной передачи данных, обеспечивающая высокое качество видео и точные измерения, все результаты которых хранятся в базе данных комплекса. Устройство также может реализовывать возможности высококачественной полноцветной распечатки отчетов (всех анализов и избранных необработанных данных, диаграмм и статистических данных, которые рассчитываются автоматически в режиме реального времени). Анализ может

производиться как в автоматическом, так и в ручном режиме, то есть для отмены автоматического анализа достаточно переключиться в ручной режим редактирования всех тестов. В ручном режиме редактирования специалист может, например, в случае диагностики зрительных патологий, добавлять и удалять метки нистагмов, изменять крутизну и задавать другие участки для анализа.

Программное обеспечение предлагаемой технологии относится к классу методов искусственного интеллекта, обучающемуся в процессе применения решений множества сходных задач. Используя машинное обучение, компьютеры учатся, не будучи явно запрограммированными. Таким образом, становится возможным, не только отслеживать динамику лечения каждого пациента и вести базы данных пациентов/историй болезни, но и применять полученные данные для последующих сеансов лечения. Отличительным признаком является то, что цель повышения качества диагностики различного рода патологий по движениям и параметрам глаз и коррекции дефектов зрительной системы, а также повышения уровня качества эксплуатационных характеристик комплекса достигается путем полной автоматизации процесса за счет замены выполнения роли обратной связи в алгоритме исследования, диагностики или лечения специалистом на специализированное программное обеспечение, основанное на машинном обучении и способное выполнять задачу в режиме реального времени, что приводит к минимизации вероятности ошибки за счет исключения человеческого фактора и значительному сокращению временных издержек.

Данные о процессе диагностики и/или лечения могут транслироваться в любую точку мира на основе подходов телемедицины для осуществления онлайн-контроля врачом в случае наличия у пациента сложного диагноза (сопутствующие серьезные патологии, требующие контроля). При желании обследуемых использовать ресурс машинного обучения на основе полной базы данных настоящего комплекса достаточно предварительно предоставить согласие на обработку персональных данных, и в таком случае база будет также пополнена и их результатами.

Таким образом, данный комплекс объединяет в себе функции компьютерного отслеживания микродвижений и параметров глаз, оценки по ним психоэмоционального и физиологического состояния человека (в том числе для детекции лжи, выявления алкогольной, наркотической интоксикации по зрачковой реакции), диагностики ряда патологий (в зависимости от специфики программного обеспечения), а также коррекции зрительных патологий в реальном времени и автоматическом режиме с применением ресурсов машинного обучения, при этом высокие точность диагностических данных и качество коррекции достигаются, в том числе, и благодаря наличию в конструкции комплекса системы регулировки размещения основных комплектующих. Указанные отличительные признаки предлагаемого решения в сравнении с известным уровнем техники определяют его соответствие условиям «Новизна».

Предлагаемый способ поясняется чертежами. На фиг. 1 приведена схема конструкции прибора, где

- 1 - Лобно-подбородная опора (с источниками света на периферии от глаз пациента)
- 2 - Генератор
- 3 - Аккумулятор (прибор может работать от сети или аккумулятора)/блок питания с вилкой
- 4 - Световые источники
- 5 - Компьютерная система
- 6 - Регулятор высоты размещения компьютерной системы, метки и камеры
- 7 - Координатная разметка на вертикальной направляющей для регулируемого

перемещения компьютерной системы, метки и камеры

8 - Столешница, горизонтальная основа для размещения программно-аппаратного комплекса

9 - Регулятор расстояния расположения компьютерной системы от головы пациента

5 10 - Разметка для регулировки высоты расположения лобно-подбородной опоры

11 - Регулятор высоты расположения лобно-подбородной опоры

12 - Регуляторы положения световых источников на вертикальной направляющей

13 - Регуляторы положения световых источников на горизонтальной направляющей

14 - Метка

10 15 - Камера

Способ диагностики и коррекции нистагма осуществляется следующим образом.

Пациент располагает голову на лобно-подбородную опору фиг. 1 (1) и смотрит перед собой на метку фиг. 1 (14). Фиксированное положение глаз необходимо для получения

15 достоверных диагностических данных и точной коррекции патологии после ее

выявления. Сигнал с объектива видеокамеры фиг. 1 (15), расположенной на оптической

оси со зрачками глаз пациента, снимающей микродвижения, передается в компьютерную

систему фиг. 1 (5), далее производится точное размещение основных компонент

20 комплекса согласно данным пациента с помощью регуляторов: положения световых

источников на вертикальной направляющей фиг. 1 (12) или положения световых

20 источников на горизонтальной направляющей фиг. 1 (13) - в зависимости от типа

нистагма и соответствующей ему активируемой пары световых источников, высоты

размещения компьютерной системы, метки и камеры фиг. (6), расстояния расположения

компьютерной системы от головы пациента фиг. (9) и высоты расположения лобно-

25 подбородной опоры фиг. (11). Комплекующие перемещаются по направляющим

25 согласно разметке. Управление движением подвижных частей конструкции

осуществляется системами числового программного управления (СЧПУ), содержащими

управляющие ЭВМ и контроллеры. Они функционируют в режиме жесткого реального

времени, исполняют предварительно составленную управляющую программу и выдают

30 на приводы управляющие воздействия, содержащие информацию о желаемом движении

30 по каждой управляемой координате комплекса. Таким образом, конфигурация

программно-аппаратного комплекса представляет собой своего рода современный

координатный стол, являясь мехатронной системой, объединяет несущую конструкцию,

направляющие, следящие электромеханические приводы и систему компьютерного

35 управления движением, обеспечивающие высокоточное и плавное перемещение

механических элементов комплекса.

Далее компьютерная система подает сигнал в систему периодического светового

воздействия фиг. 1 (2), источники света фиг. 1 (4), расположенные на периферии (по

бокам относительно глаз пациента), программное обеспечение обрабатывает

40 видеосигнал в режиме реального времени, определяет амплитуду и частоту

колебательных движений глаз, сопоставляя данные с базой, подбирает частоту и

амплитуду внешнего светового воздействия для захвата частоты нистагма/

нивелирования дефекта, осуществляет световое лечение и мониторинг процесса. При

уменьшении амплитуды колебательных движений глаз либо остановке/фиксации глазных

45 яблок частота светового воздействия автоматически уменьшается до тех пор, пока

амплитуда не начинает увеличиваться, в таком случае частота (постепенно начинает

увеличиваться до момента возвращения эффекта остановки глаз), то есть программное

обеспечение подстраивает характеристики светового сигнала под параметры движения

глаз таким образом, чтобы они были максимально длительным промежутком времени

зафиксированы, а эффект удерживался на протяжении сеанса. Целью проведения курса лечения является уменьшение амплитуды и частоты нистагма, сохранение положительного эффекта на максимально длительный промежуток времени.

5 Рекомендуемый курс лечения для закрепления результата составляет 7-10 сеансов (желательно ежедневно) длительностью по 10-15 минут.

В случае проведения диагностики патологий различного рода, в том числе детекции лжи, процесс работы комплекса совпадает за исключением запуска модуля светового воздействия для коррекции дефектов зрительной системы и активации соответствующего задаче алгоритма программного обеспечения, фиксирующего и анализирующего
10 релевантный конкретной задаче набор параметров, в частности в целях выявления достоверности предоставляемой респондентом информации - диаметр зрачка, число актов моргания, площадь фигуры, построенной по точкам максимального отклонения центра глаз от видимого среднего положения, распределение температур по глазным яблокам и вариация внутриглазного давления в случае наличия соответствующих
15 механизмов, и другие параметры глаз для иных задач.

Таким образом, предложенная полезная модель (изобретение) позволяет пациенту четко отрегулировать положение элементов комплекса с учетом всех индивидуальных физиологических параметров и диагноза, самостоятельно проводить высокоточную диагностику, а также при необходимости процедуру светового воздействия, производя
20 при этом постоянный мониторинг процесса коррекции нистагма без помощи врача (высококвалифицированного специалиста) и динамики лечения, что обуславливает соответствие заявленной полезной модели условию «Промышленная применимость». Помимо этого разработка не исключает возможности контроля врача, причем из любой точки мира посредством его удаленного подключения во время сеанса светового
25 воздействия посредством методов телемедицины. Это является дополнительным преимуществом технологии для пациентов со сложными диагнозами, требующими постоянного наблюдения.

Комплекс технически современный, апробирован в Клинике глазных болезней при НИУ СГМУ имени В.И. Разумовского Минздрава РФ и может быть рекомендован к
30 широкому применению в офтальмологической практике для диагностики и коррекции зрительных патологий.

Поскольку конструкция программно-аппаратного комплекса выполнена в форме координатного стола и включает как стандартные детали и узлы, используемые в офтальмологической медицинской технике, так и модули для диагностики и коррекции
35 патологий в режиме реального времени, она позволяет осуществлять перемещение основных компонент для точной регулировки расстояний между ними и относительно глаз обследуемого с учетом всех особенностей его диагноза и индивидуальных физиологических параметров, что в свою очередь решает задачу проведения точной
40 диагностики ряда патологий по глазам и коррекции зрительных патологий, в частности, в том числе, и пациентам со сложными диагнозами и сопутствующими патологиями, а также типом и характером нистагма, вызывающим вынужденное положение головы (например, толчкообразный, горизонтальный нистагм), которым ранее, посредством применения существующих технологий, это было недоступно.

45 (57) Формула полезной модели

Устройство для отслеживания движений и параметров глаз с целью диагностики и неинвазивной коррекции нистагма и косоглазия, отличающееся тем, что оно выполнено в виде основы с горизонтальной направляющей, на которой размещены вертикальные

направляющие, при этом на одной из них размещена с возможностью регулировки
высоты лобно-подбородная опора для фиксации головы обследуемого, на которой
установлены с возможностью регулировки горизонтального и вертикального положения
источники световых импульсов регулируемой частоты и амплитуды, другая вертикальная
5 направляющая выполнена с возможностью размещения и регулируемого перемещения
по ней компьютера, видеокамеры для исследования движений глазных яблок и экрана
для демонстрации видеоизображений и шаблонов визуальных стимулов, причем
вертикальные направляющие выполнены с возможностью перемещения по
горизонтальной направляющей для четко-регулируемого изменения расстояния
10 относительно глаз обследуемого.

15

20

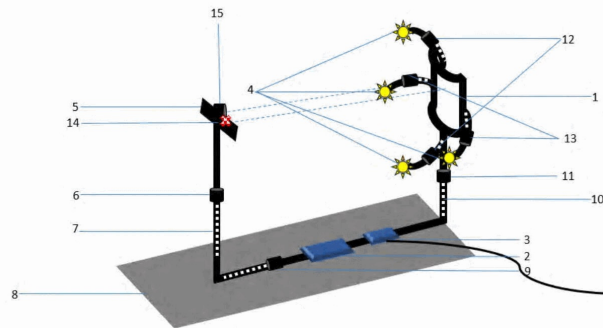
25

30

35

40

45



Фиг. 1. Схема программно-аппаратного комплекса для отслеживания движений и параметров глаз с целью диагностики ряда патологий, а также неинвазивной коррекции зрительных патологий