

Путимцев И.Д., Путимцев И.Д.

МОДУЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ В УСТРОЙСТВЕ КОРРЕКЦИИ ЗРЕНИЯ АВТОРЕФРАКТОТРЕНЕР

Аннотация. Авторефрактометр – это инновационный тренажёр, который позволяет реализовать самую эффективную тренировочную систему плавного напряжения мышц хрусталика глаза и автоматизацией данной системы добиться наилучших результатов. В данной статье будет рассмотрен модуль автоматизации в авторефрактометре и программы, которые будут реализованы при создании прототипа устройства.

Ключевые слова: Авторефрактометр, авторефрактометр, метод Дашевского, восстановление зрения, близорукость, дальнозоркость, астигматизм, искусственный интеллект, тренажёр.

Abstract. Autorefractometer is innovative system which will be the most effective method to increase sight sharpness due to automatization of training and feed-back in each procedure which will influence on patient's compliance. Automatization system which described in this article will help increase as doctor's productivity (one person can operate more than one equipment) as one procedure's effectiveness. System includes controller, lenses and drivers which change distance between lenses.

Keywords: Autorefractometer, autorefractotrainer, Dashevsky's method, sight healing, myopia, long sight, astigmatism, artificial intellect, training system

Проблематика

На данный момент самым распространённым методом восстановления зрения является метод Дашевского, который использует таблицу с символами на расстоянии 3,5 метра, оправа для линз и набор сменных линз. Шагом изменения оптической силы является значение в 0,25 диоптрии.

Благодаря созданию Авторефрактометра получится добиться шага в 0,01 диоптрии и реализовать процесс плавного напряжения мышц хрусталика глаза, чего невозможно добиться в системе Дашевского, так как смена линз занимает значительное время и фокусировка пациента теряется.

Проект «Авторефрактометр» включает в себя создание инновационного тренажера коррекции зрения, позволяющего восстановить зрение без использования оперативного вмешательства, что очень важно для пациентов с противопоказаниями к операциям (пациенты младше 18 лет, пациенты с противопоказаниями по заболеваниям: сахарный диабет, онкологические

заболевания). Использование прибора позволит достичь лучших результатов при лечении по сравнению с методами, широко используемыми в офтальмологии за счет автоматизации процесса тренировки зрения. Изобретение относится к области офтальмологии, а именно к устройствам для тренировки и коррекции зрения людей с развивающейся близорукостью и пресбиопией.

В качестве прототипа был выбран тренажер для восстановления зрения, содержащий корпус, подставку для размещения подбородка, упор для лба, два окуляра с канавкой для размещения корректирующей линзы, контроллер, дисплей с подсветкой на подставке, при этом на дисплее имеется изображение в виде символа или цифры с возможностью изменения его размера. Изменение размера изображения обеспечивается движением дисплея на подставке, сообщенной с двигателем с помощью приводного ремня со шкивом, по каналу для движения дисплея.

Недостатками существующих устройств является отсутствие функции диагностики состояния зрительного аппарата, что не позволяет отслеживать состояние органов зрения в процессе тренировки и корректировать программу тренировки в режиме реального времени. При этом осуществляется ручная настройка оптической силы используемых для тренировки линз, что не обеспечивает необходимую плавность изменения оптической силы в процессе тренировки, напряжение и расслабление органов зрения происходит резко, что способствует перенапряжению. Другим недостатком является маленький диапазон изменения расстояния до тестового изображения, который ограничивается размерами корпуса устройства, за счет чего не позволяет добиться достаточной амплитуды напряжения органов зрения при фокусировке на изображении вблизи и при его отдалении.

А также по сравнению с методом Дашевского, широко применяемого в офтальмологии при использовании прибора со сменными линзами, Авторефрактотренер имеет следующие преимущества:

- автоматизация процесса позволяет производить лечение одновременно до 3 пациентов одним офтальмологом (при использовании трех приборов);
- высокая надежность, так как нет необходимости заменять съемные элементы в процессе тренировки зрения;
- высокая надежность за счет однородного корпуса (по сравнению с оправой для установки съемных линз).

Устройство для тренировки зрения Авторефрактотренер содержит модуль управления, корпус с окулярами и размещенное в корпусе тестовое изображение.

В отличие от прототипа, модуль управления представляет собой электронно-вычислительную машину, в корпусе расположено устройство для диагностики состояния органов зрения пациента и система линз с возможностью изменения оптической силы.

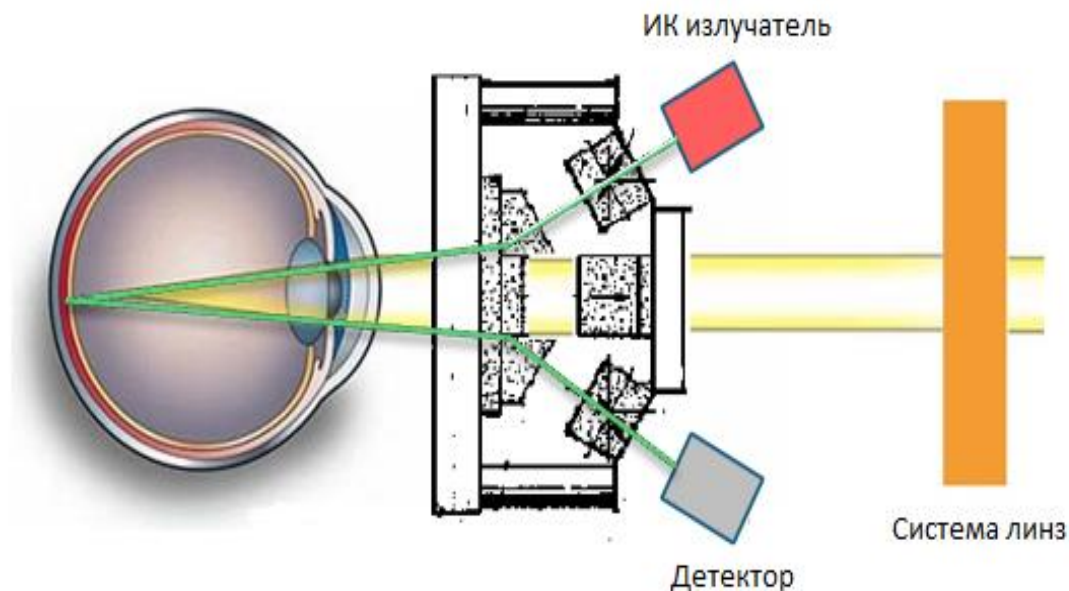


Рисунок 1 – Устройство авторефрактометра

Система линз с возможностью изменения оптической силы может представлять собой два ряда линз, расположенных друг за другом, при этом изменение оптической силы линз обеспечивается путем движения линз друг относительно друга с помощью шаговых двигателей. Шаговые двигатели в свою очередь подключены к электронно-вычислительной машине, которая передает команды для изменения расстояния между линзами в зависимости от состояния органов зрения пациента и целей тренировки. Каждый ряд линз включает не менее двух линз, как минимум одна из которых снабжена шаговым двигателем. Шаг изменения оптической силы диоптрий может составлять до 0,01 ДПТР и регулируется путем изменения количества линз и шаговых двигателей в каждом ряду.

Альтернативным вариантом обеспечения возможности изменения оптической силы является использование двух линз с изменяемой оптической силой, например, с использованием жидкости или жидких кристаллов. При этом использование линз с изменяемой оптической силой обеспечивает тот же результат, что и использование системы линз с шаговыми двигателями.

Тестовое изображение представляет собой символ, на котором пациент концентрирует взгляд во время тренировки. Изображение может быть

представлено на дисплее или на любом другом цифровом или бумажном носителе, обеспечивающем воспроизведение изображения. Устройство может быть дополнительно снабжено вторым тестовым изображением, что позволит применять устройство для пациентов с разными показателями состояния органов зрения на каждом глазу и постепенно сравнивать показатели. Изображение выполнено неподвижным, при этом символ визуально для пациента находится на расстоянии от 2 м в соответствии с общеизвестными принципами визометрии.

Визуальное отдаление изображения может обеспечиваться путем уменьшения тестового изображения или за счет использования выпуклых линз для очков и двояковогнутых в системе линз, при этом диаметр линз для очков меньше диаметра линз в системе линз, изображение визуально перевернуто для пациента, переверот в обратную сторону осуществляют путем физического переверота изображения или с помощью системы плексиглазовых призм.

Устройство для диагностики может представлять собой инфракрасный излучатель или лазер, осуществляющий излучение инфракрасного изображения в виде вертикальных и горизонтальных линий на сетчатку глаза, две разделительные призмы и фотоприемник, осуществляющий считывание искаженного органами зрения изображения для передачи его электронно-вычислительной машине с целью определения характера и степени заболевания. При этом устройство подключено к электронно-вычислительной машине, а результат диагностики получают путем анализа изображения электронно-вычислительной машиной. Инфракрасный излучатель может быть расположен между очками и системой линз или между системой линз и тестовым изображением, при этом призма расположена между очками и системой линз. Если инфракрасный излучатель или лазер располагаются между системой линз и тестовым изображением, производят его дополнительную калибровку в соответствии со степенью искажения излучаемого и считываемого изображения линзами.

Система автоматизации

Электронно-вычислительная машина подключена к системе шаговых двигателей и устройству для диагностики, дополнительно включает в себя устройство для ввода и вывода данных и предназначен для управления процессом тренировки с учетом введенных вручную данных пользователя, времени тренировки и цели, а также полученных данных диагностики. Устройство для ввода и вывода данных может быть выполнено в виде дисплея с

клавиатурой или сенсорного экрана и предназначено для вывода информации о результатах диагностики, состоянии органов зрения во время тренировки, результатах текущей тренировки данного пациента, истории изменений показателей и тренировок, данных о прогнозе результатов тренировочного процесса, а также для ввода таких параметров, как время и цель тренировки, выбора программы тренировок. Внутренняя память электронно-вычислительной машины содержит в себе программы тренировок, при этом для каждого конкретного случая по результатам диагностики обеспечивается возможность ручной корректировки времени тренировок, их частоты и количества, времени напряжения и расслабления органов зрения в процессе тренировки.

Можно выделить следующие принципы работы тренажера коррекции зрения Авторефрактотренер:

1) Принцип аппроксимации:

Благодаря имеющимся картинам тестового изображения строится график зависимости размытости картины от степени ухудшения зрения. За счет аппроксимации мы получаем промежуточные значения

2) Принцип полного расслабления мышц глаза:

Во время определения степени ухудшения зрения система линз подбирается как идеальные очки. Таким образом, достигается полное расслабление мышц глаза при этом детектор улавливает идеальную картину отраженного изображения (к которой мы и стремились).

В устройстве дополнительную эффективность может добавить использование искусственного интеллекта. Искусственный интеллект будет задействован при разработке программ тренировки для разных групп пациентов, что позволит, анализируя результаты тренировок выбирать самые оптимальные программы для пациентов по сформированным шаблонам:

- по возрастам
- по полу
- по характеру заболевания
- по степени заболевания
- в зависимости от усталости
- в зависимости от используемого метода коррекции зрения (очки/линзы/отсутствие каких – либо офтальмологических устройств).

Под искусственным интеллектом понимается одно из направлений информационных технологий, которое занимается изучением и разработкой систем (машин), наделенных возможностями человеческого интеллекта: способность к обучению, логическому рассуждению и так далее. В настоящий

момент работа над искусственным интеллектом проводится путем создания новых программ и алгоритмов, решающих задачи так же, как это делает человек.

Сегодня развитие технологий искусственного интеллекта идет по двум направлениям: Нисходящее (семиотическое). Оно предусматривает разработку новых систем и баз знаний, которые имитируют высокоуровневые психические процессы типа речи, выражения эмоций и мышления. Восходящее (биологическое). Данный подход предполагает проведение исследований в области нейронных сетей, посредством которых создаются модели интеллектуального поведения с точки зрения биологических процессов. На базе этого направления создаются нейрокомпьютеры.

Искусственные нейронные сети, такие как технология Concept Processing в программном обеспечении EMR, уже используются в качестве клинических систем принятия решений для медицинской диагностики.

Другие задачи в медицине, которые потенциально могут выполняться искусственным интеллектом и начинают разрабатываться, включают:

- компьютерная интерпретация медицинских изображений. Такие системы помогают сканировать цифровые изображения, например от компьютерной томографии, для типичных проявлений и для выделения заметных отклонений, таких как возможные заболевания. Типичным применением является обнаружение опухоли;
- анализ сердечного ритма;
- проект Watson — это ещё одно использование ИИ в этой области, программа вопросов/ответов, которая создана для помощи врачам-онкологам;
- роботы-помощники для ухода за престарелыми;
- обработка медицинских записей для предоставления более полезной информации;
- создание планов лечения;
- помощь в повторяющихся заданиях, включая управление приемом медикаментов;
- предоставление консультаций;
- создание лекарств;
- использование человекоподобных манекенов вместо пациентов для клинического обучения.

В настоящее время в отрасли здравоохранения работает более 90 стартапов, основанных на применении ИИ.

Научная новизна

Существующие устройства не позволяют реализовать систему плавного напряжения мышц хрусталика глаза и одновременно отслеживать правильность тренировки и корректировать программу восстановления зрения.

Ближайшим по принципу действия является Autophoropter, который по сути представляет из себя тот же набор линз, но с дистанционным управлением и не имеет возможности организации системы плавного напряжения мышц хрусталика глаза и отслеживания качества выполнения тренировок (рисунок 2).



Рисунок 2 – Autophoropter

Автоматический фороптор используется как набор пробных линз при проведении объективной проверки остроты зрения. Представляет собой устройство, установленное на кронштейне рабочего места врача-офтальмолога и располагаемое перед пациентом. Внутри находятся диски с пробными линзами, их смена производится с помощью пульта управления. Таким образом можно подобрать аналог корректирующих очков с любыми характеристиками в пределах диапазона (свыше 200 разных опций в зависимости от вида тестирования или смоделированной зрительной ситуации). Врач может запустить процесс тестирования или подбора очков одним нажатием кнопки. Автоматический окклюдер обеспечивает точное и удобное обследование.

Существует система определения качества зрения под названием авторефрактометр, который позволяет вычислить степень и характер ухудшения зрения (рисунок 3).



Рисунок 3 – Авторефрактометр

Работа этого прибора основана на электронном алгоритме, позволяющем установить рефракцию в режиме автоматизма. Из-за высокой скорости и точности исследований данный вид офтальмологического оборудования сегодня активно используется в медицине. Инфракрасные лучи выпускаются аппаратом в центр зрачка открытого глаза. Лучи, дойдя до сетчатки отображаются в обратном направлении. Машина считывает показатели частотности излучений на входе и на выходе. Эти значения и являются рефракцией. Авторефрактометр сочетает в себе функции рефрактометра и кератометра и может использоваться при выборе линз чтобы рассчитать индивидуальные параметры для каждого глаза. Также помогает выявить кератоконус — выпячивание роговицы. Современный авторефрактометр работает не в одном режиме. Офтальмолог может настроить обследование исходя из клинической картины: выбрать минимальную чувствительность, вертексную дистанцию.

Научная новизна устройства коррекции зрения авторефрактометра состоит в следующем:

- 1) Использование метода плавного напряжения мышц хрусталика глаза за счет малого шага изменения оптической силы линз.
- 2) Наличие обратной связи, позволит получать объективные данные о прохождении процесса тренировки зрения. Обратная связь осуществляется за счет датчика, определяющего форму хрусталика глаза, тем самым давая информацию о прогрессе тренировки зрения.

- 3) Автоматизация процесса тренировки зрения позволит исключить человеческий фактор в процессе тренировки зрения, что делает использование данного метода более эффективным.
- 4) Индивидуальный подход позволяет выбрать интенсивность исходя из степени заболевания и индивидуальной предрасположенности к тренировкам зрения позволяя исключить перенапряжение зрительного аппарата.
- 5) Лечение гиперметропии, миопии, астигматизма, пресбиопии при использовании инновационного метода.

Таким образом, устройство коррекции зрения авторефрактотренер обладает новыми, ранее неизвестными из доступных источников информации свойствами, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения критериям патентоспособности «новизна» и «изобретательский уровень».

Библиографический список

1. Устройство для тренировки зрения : пат. 2 637 170 Рос. Федерация : МПК А61F 9/00, А61В 3/00 / Путимцев И. Д. ; патентообладатель Путимцев И. Д. – № 2016120712 ; заявл. 26.05.2016 ; опубл. 30.11.2017, Бюл. № 34.
2. Рефрактометры офтальмологические. Технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ ISO 10342–2011. – Введ. 2013–01–01. – Режим доступа: https://allgosts.ru/11/040/gost_ISO_10342-2011.
3. Форопторы [Электронный ресурс] : техн. документация по устройству auto-phoropter. – Режим доступа: <http://ophthalmologymed.ru/images/PDF/Foroptory.pdf>.