

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ЗРИТЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ

Ю. В. ФЕДОРОВ, А. Ю. ФЕДОРОВА

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия**E-mail: Fedorov YV@yandex.ru*

Рассматриваются компьютерные эмуляции зрительных тренажеров. Описывается организация на персональном компьютере циклических слайд-шоу, оказывающих тренажерное воздействие на тонус цилиарных внутриглазных и внешних глазодвигательных мышц. Воздействие на зрительные клетки (сетчатки) цветовыми импульсами здорового человека при просмотре слайд-шоу аналогично воздействию на сетчатку, производимому устройствами для коррекции функциональных систем организма человека, разработанными под руководством акад. РАН Т. П. Тетериной.

**Ключевые слова:** аккомодостимуляторы, макулостимуляторы, зрительные ритмы, тренажерный эффект, цилиарные мышцы, внешние глазодвигательные мышцы

Проблемы зрения и в прежнее, и в настоящее время решаются с помощью коррекционных элементов, прежде всего очковых линз той или иной сложности. Высочайшие нагрузки на зрительный аппарат современного человека, вызванные в том числе широким распространением компьютеров, мобильных телефонов и других гаджетов, только усиливают эти проблемы и снижают среднестатистический возраст их возникновения.

Параметры зрения во многом определяются тонусом внутренних и внешних глазодвигательных мышц. Движениями глаз управляют внутренние, так называемые цилиарные мышцы, ответственные за изменение кривизны поверхностей хрусталика, т.е. за фокусировку на предмет, а также шесть внешних мышц (внутренняя и наружная прямая, верхняя и нижняя прямая, верхняя и нижняя косая), обеспечивающих необходимые движения глазного яблока (рис. 1). При глазных патологиях и возрастном ослаблении мышц часть их работы начинают выполнять очки, в результате чего мышечный тонус постепенно снижается, что побуждает к использованию все более сильных очковых линз, и приводит к снижению зрительного и общего жизненного тонуса [1].



Рис. 1

Согласно мнению ряда ученых, внешние глазодвигательные мышцы имеют еще одну специальную функцию — они помогают хрусталику фокусировать изображение на сетчатке, когда предметы находятся на разном от глаза расстоянии. Мышцы слегка „растягивают“ или „сжимают“ глазное яблоко, тем самым перемещая сетчатку, удаляя или приближая ее к хрусталику глаза.

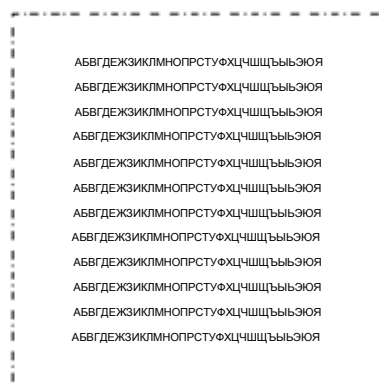
Фокусировка при этом значительно облегчается. На этом базируется всемирно известная методика улучшения зрения без очков, предложенная американским офтальмологом Уильямом Бейтсом [2]. В основе ее лежит система упражнений, направленных на тренировку и расслабление глазодвигательных мышц, чем и достигается улучшение зрения. Широкое распространение этого метода во всем мире свидетельствует о его высокой эффективности.

Систематические занятия по системе Бейтса доказали свою эффективность при таких нарушениях зрения, или аметропиях, как близорукость (миопия), дальнозоркость (гиперметропия), астигматизм и др.

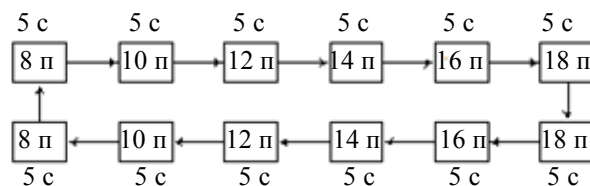
Зрительная гимнастика облегчается при использовании глазных тренажеров [3, 4]. Так, на основе исследований известного советского ученого, профессора, врача-офтальмолога А. И. Дашевского (вторая половина XX в.) создано несколько модификаций устройств, предназначенных для тренировки и поддержания аккомодационного аппарата на высоком уровне. Их действие основано на эффекте „микрозатуманивания“. „Микрозатуманивание“, по А. И. Дашевскому, — это искусственное улучшение видимости знаков тренировочной строки (теста) до уровня эталонной путем приближения ее к глазу (при миопии) и последующее малое отдаление строки от глаза, такое чтобы видимость ее не ухудшалась либо восстанавливалась в течение 3—5 с в результате работы глазных мышц, которые, стараясь привести новое положение строки в соответствие с ее запомненным изображением на сетчатке глаза, нормализуют (ослабляют) оптическую силу хрусталика.

Механический вариант тренажера может быть заменен его компьютерной эмуляцией. Суть метода компьютерной аккомодостимуляции, структурная схема которой представлена на рис. 2, заключается в организации циклического слайд-шоу на персональном компьютере.

Вид одиночного тестового слайда



Циклическая организация слайдов



8 ... 18 п — размер (высота) знаков;  
5 с — длительность (экспозиция) слайда;  
количество циклов в сеансе — 10...20;  
количество сеансов в течение дня — 5...10

Варианты реализации слайд-шоу: 1) текстовая строка на белом поле;  
2) текстовая строка на черном поле;  
3) текстовая строка на цветном поле

Условия реализации слайд-шоу: затемненное помещение;  
отсутствие посторонних источников света

Рис. 2

Работа тренажеров для стимуляции сетчатки глаза (макулоstimуляторы) базируется на использовании периодических структур с квазисинусоидальным распределением интенсивности при выявлении порога восприятия глазом тестовых решеток с увеличением их пространственной частоты [5, 6]. Действие тренажера основано на предъявлении глазу пары расположенных соосно частотно-пространственных контрастных решеток (рис. 3). Решетки выполнены в виде сходящихся к центру и изменяющихся по ширине контрастных полос (см. рис. 3, а). Верхняя решетка вращается; нижняя неподвижна или имеет небольшие возвратно-поступательные колебательные движения (см. рис. 3, б), что стимулирует раздражение фoveальной зоны (участок сетчатки, характеризующийся максимальной остротой зрения) и всего поля зрения. При наблюдении такой картины подключается вазомоторная деятельность амблиопического глаза (амблиопичный или „ленивый глаз“ — не исправляемое очками нарушение

связи „глаз — головной мозг“, при котором один глаз не задействован в зрительном процессе) и активизируются функционально заторможенные нейроны. Вначале пациент видит только широкие периферийные участки полос, а по мере повышения зрительного тонуса видимыми становятся участки полос все меньшей ширины (уменьшается диаметр центрального черного пятна — рис. 3, з). Форма лепестков решетки может быть различной (рис. 3, в).

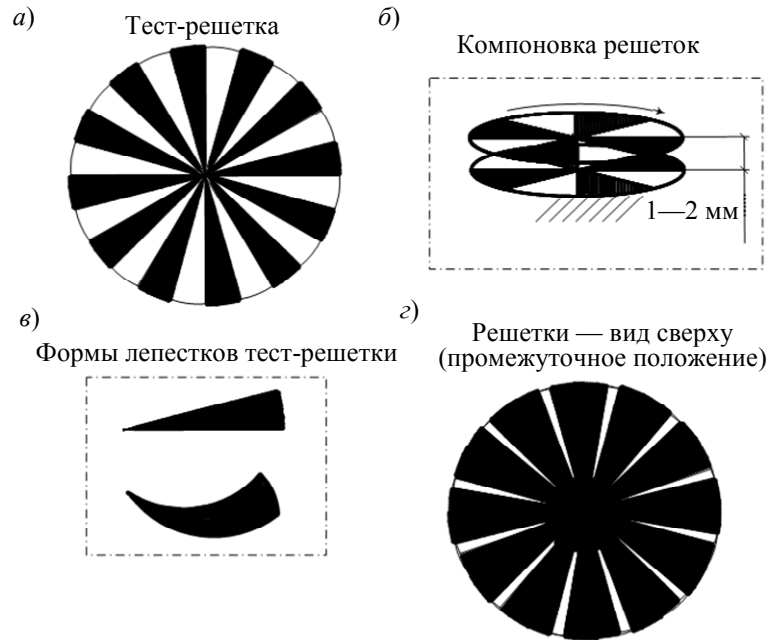


Рис. 3

Промышленностью выпускается несколько вариантов макулоstimулятора, незначительно отличающихся друг от друга по внешнему виду.

Глаза человека относятся к группе парных органов. Два глаза, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, называемом глазной базой, обеспечивают видение глубины пространства (рис. 4). Вместе с мозгом глаза работают поочередно и в определенном ритме. В зависимости от темперамента и физического состояния у одних людей ритмы частые, у других — редкие. Эксперименты, проведенные акад. РАН Т. П. Тетериной, показали, что мозг обладает способностью усваивать ритмы, навязанные извне, т.е. при воздействии на зрительные клетки (сетчатки) цветовыми импульсами здорового человека собственные ритмы, измененные какой-либо патологией, восстанавливаются [7—10]. Цветовые импульсы здорового человека — это световые импульсы с частотой, соответствующей альфа-ритмам головного мозга здорового человека (до возникновения патологии, изменяющей частотные характеристики альфа-ритмов), и цветностью — по патологии в соответствии с положениями цветотерапии. Например, красный цвет повышает сосудистый тонус, нормализует сердечную деятельность; зеленый цвет гармонизирует, успокаивает, снижает артериальное и внутриглазное давление и т.д. После такого лечения организм начинает функционировать в правильном режиме. Зрение восстанавливается. Т. П. Тетериной был замечен также общеоздоравливающий эффект ритмичного цветоимпульсного воздействия на зрительный анализатор человека.

Конструктивное выполнение устройств, разработанных Т. П. Тетериной, обеспечивает возможность амплитудной модуляции импульсов воздействующего светового излучения, необходимой для резонансной коррекции нарушенных альфа-ритмов головного мозга. При наличии у больного комплекса заболеваний используются светофильтры разной длины волны.

По одному из вариантов компьютерной цветотерапии (КЦТ) на экран монитора подаются импульсы видимого света (400—780 нм) последовательно на семи меандровых частотах, соответствующих семи основным цветам диапазона, модулированные в соответствии

с альфа-ритмами здорового человека. При этом наблюдение производится сеансами по 5—10 мин с поочередным закрытием одного из глаз окклюдером (диафрагма перед зрительным анализатором на рис.4). По второму варианту КЦТ (рис. 5) наблюдение ведется двумя глазами одновременно с помощью разделителя полей зрения.

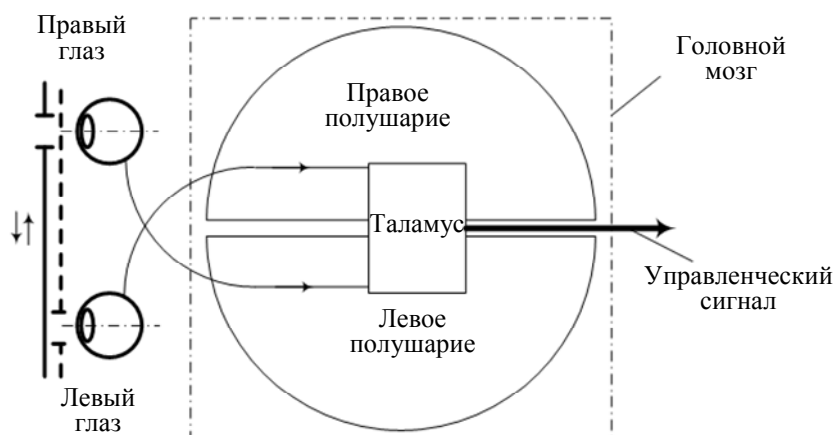


Рис. 4

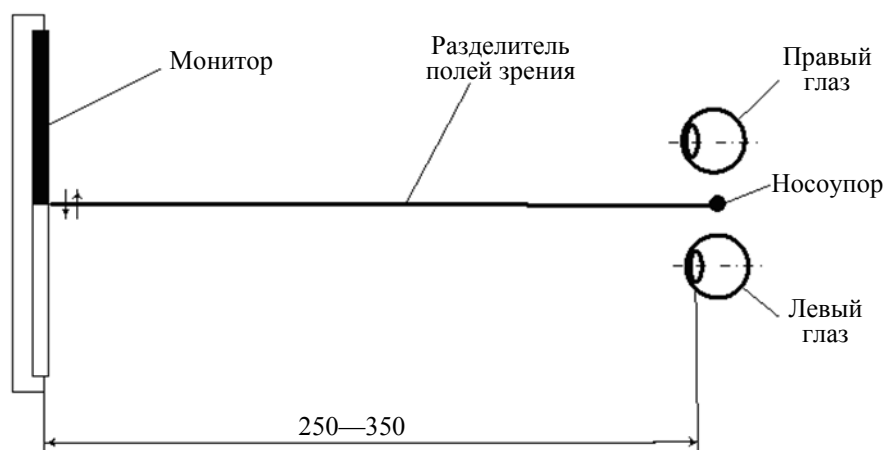


Рис. 5

Компьютерные эмуляции зрительных тренажеров на основе циклических слайд-шоу оказывают тренажерное воздействие на тонус внутриглазных и внешних глазодвигательных мышц. Воздействие на зрительные клетки (сетчатки) цветовыми импульсами здорового человека в компьютерном слайд-шоу помимо адресного воздействия (по патологии), оказывает и общеоздоравливающий эффект аналогично воздействию на сетчатку, производимому устройствами, разработанными акад. Т. П. Тетериной. Таким образом, можно констатировать новое нетрадиционное применение компьютерной техники, что важно в силу ее широкого распространения и доступности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуриловский В. Н. Теория оптических приборов. М. — Л.: Машиностроение, 1966.
2. Bates W. H. The Cure of Imperfect Sight by Treatment Without Glasses. N. Y.: Central Fixation Publishing Company, 1920. 313 p.
3. Федоров Ю. В., Федорова А. Ю. Перфорационные очки // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. Т. 57, № 5. С. 69—71.
4. Тренажеры. Фирма „Глазные тренажеры“ [Электронный ресурс]: <<http://www.oko-training.ru/base.htm>>.

5. Шамишова А. М., Волков В. В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. М.: Медицина, 1998. 416 с.
6. Валюс Я. А., Дудников Ю. А., Рожнов Б. К. Растровые системы для получения объемных изображений. Л.: Машиностроение, 1986.
7. Тетерина Т. П. Глаз и мозг. Основы цветотерапии. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. 364 с.
8. Тетерина Т. П. Свет, глаз, мозг. Принципы цветолечения. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000. 208 с.
9. Панков О. П. Очки убийцы. М.: Метафора, 2005.
10. Федоров Ю. В. Зрение. Глазные зрительные тренажеры. СПб: Лемма, 2014.

**Сведения об авторах****Юрий Владимирович Федоров**

— канд. техн. наук; Университет ИТМО; кафедра технологий интраскопии; ст. научный сотрудник; E-mail: Fedorov YV@yandex.ru

**Александра Юрьевна Федорова**

— Университет ИТМО; кафедра экономики и стратегического менеджмента; ст. преподаватель; E-mail: AYFedorova@gmail.com

Поступила в редакцию  
11.09.17 г.

**Ссылка для цитирования:** Федоров Ю. В., Федорова А. Ю. Компьютерная зрительная терапия // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 3. С. 281—285.

**COMPUTER VISION THERAPY****Yu. V. Fedorov, A. Yu. Fedorova***ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia  
E-mail: Fedorov YV@yandex.ru*

Computer emulations of visual simulators are considered. Organization on a personal computer of cyclic slide shows that exert a simulator effect on the tone of ciliary intraocular and external oculomotor muscles, is described. The impact on the visual cells (retina) by the color impulses of a healthy person when viewing a slide show is quite like the effect produced on the retina by devices for correcting the human body functional systems, developed under the guidance of T. P. Teterina, Academician of the RAS.

**Keywords:** accommodation-stimulators, macula-stimulators, visual rhythms, exercise effect, ciliary muscles, external oculomotor muscles

**Data on authors****Yury V. Fedorov**

— PhD; ITMO University, Department of Introscopy Technologies; Senior Scientist; E-mail: Fedorov YV@yandex.ru

**Alexandra Yu. Fedorova**

— ITMO University, Department of Economics and Strategic Management; Senior Lecturer; E-mail: AYFedorova@gmail.com

**For citation:** Fedorov Yu. V., Fedorova A. Yu. Computer vision therapy. *Journal of Instrument Engineering*. 2018. Vol. 61, N 3. P. 281—285 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-3-281-285