

ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

*А.Г. Гудков, В.Ю. Леушин, И.А. Сидоров, С.В. Агасиева,
С.В. Чижиков, В.Д. Шашурин, Г.А. Гудков*

Лазерный анализатор рефракций для коррекции зрения

Аннотация

Показана перспективность лазерных анализаторов рефракций, позволяющих проводить объективную диагностику состояния зрения и эффективное лечение при миопии, амблиопии, нистагме и афакии, при прогрессирующей близорукости у детей и подростков, при косоглазии, а также проводить реабилитацию зрения после зрительно напряженной работы.

Введение

Современные условия промышленного производства характеризуются высокой степенью усложнения деятельности различных категорий специалистов в части информационно-взаимодействия и решения различного рода зрительных задач. В соответствии с этим все большую значимость приобретает профессиональная надежность оператора при выполнении конкретной визуальной деятельности. Научно-практическое решение данной проблемы базируется на ведущей роли офтальмоэргономики – науки, изучающей роль зрения в производственной деятельности человека [1]. Важную роль в развитии медицинской техники играет компонентная база радиоэлектроники [2]-[7].

Широкое признание восстановительной медицины как самостоятельного научного направления требует углубленного рассмотрения концептуальных основ данной специальности применительно к конкретным медицинским аспектам, одним из которых является офтальмоэргономика. Эффективная коррекция зрительных нарушений у практически здоровых лиц представляется достаточно современной и актуальной задачей для практической офтальмологии и профилактической медицины [1].

Основная часть

Многолетний опыт офтальмоэргономических исследований указывает на ведущую роль синдрома астенопии (зрительного утомления), возникающего у человека-оператора с нормальным зрительным статусом в процессе длительной зрительной работы; при этом, по данным различных авторов, от 24 до 75 % операторов испытывают синдромы зрительного утомления в процессе зрительной профессиональной деятельности [8]-[13]. Важно подчеркнуть, что возникновение данного синдрома может являться причиной снижения зрительной работоспособности, а также приводить к стойким нарушени-

ям аккомодационно-рефракционной системы глаза в виде близорукости, которая, в свою очередь, может сокращать профессиональное долголетие.

К настоящему времени разработан ряд методов, позволяющих осуществлять профилактику и коррекцию синдрома астенопии, однако проведенный анализ показывает, что большинство исследований посвящены коррекции синдрома астенопии у операторов с различной патологией органа зрения. Наряду с этим следует отметить, что в литературе недостаточно освещены вопросы функциональной коррекции зрения у практически здоровых лиц с использованием комплексного подхода и эффективных физиотерапевтических методик.

В настоящее время в клинической практике наибольшее распространение получили газовые лазеры: гелий-неоновый (длина волны 0,63 мкм) и гелий-кадмиевый (длина волны 0,44 мкм), а также полупроводниковые инфракрасные лазеры (длина волны 0,78; 0,85; 1,3 мкм). Практикуются в основном два методических подхода к их применению: непосредственное облучение элементов глазного яблока лазерным излучением и воздействие отраженным лучом на нервно-рецепторный аппарат зрительного анализатора. В первом случае при помощи специальных устройств производится прямое облучение оболочек глаза инфракрасным («МАКДЭЛ») лазером. При этом данный аппарат в настоящее время признается одним из ведущих методов стимуляционного воздействия, так как позволяет проводить прямую бесконтактную транссклеральную стимуляцию аккомодационной мышцы глаза, позволяющую усиливать пролиферативную и биосинтетическую активность соединительнотканых компонентов цилиарного тела, что в сочетании с улучшением кровотока приводит к повышению тонуса цилиарной мышцы глаза.

Во втором методическом подходе воздействие осуществляется посредством наблюдения лазерного спекла (аппарат «Сокол»), представляющего собой картину «зернистости», формирующуюся в результате микроинтерференции при освещении

щении когерентным светом шероховатой поверхности. При этом, в зависимости от индивидуальных показателей аккомодации и субъективных жалоб, лечебные мероприятия проводятся избирательно, на определенном расстоянии от источника излучения, равном 1 м (зона относительного покоя аккомодации) и 33 см (зона ближнего видения). Важно подчеркнуть, что спеклы применяются в основном для функционального лечения, достоинством которого являются: сочетание специфичности и адекватности стимула, возможность дозированного предъявления допороговой величины, широкие возможности индивидуализации воздействия зависимости от ведущего нарушения зрительных функций, а также проведение сеанса одновременно нескольким пациентам.

Широкое применение метода лазерной рефрактометрии в офтальмологической практике невозможно без наличия безопасных, доступных для медицинских учреждений всех уровней, компактных, надежных и недорогих отечественных приборов, производимых серийно.

К таким приборам относится лазерный анализатор рефракций «ЛАР».



Рис. 1. Внешний вид лазерного анализатора рефракции «ЛАР»

Принцип действия аппарата заключается в стимулировании сетчатки глаза пациента образующейся на ней спекл-структурой, возникающей при рассмотрении диффузно-рассеивающей поверхности, освещенной лазерным излучением, причем ее характеристики определяются индивидуальными оптическими параметрами глаз. Это свойство, а также отсутствие аккомодационного рефлекса при наблюдении спекл-структуры позволяют исследовать рефракцию глаз.

Существует прямая связь между характером аметропии и движением спеклов. При наблюдении спеклов с расстояния нескольких метров дальнорукый пациент видит спеклы, которые при движении головой начинают двигаться в том же направлении, что и его голова, а близорукий пациент наблюдает движение спеклов в направлении, противоположном движению его головы. При нормальном зрении такого кажущегося движения не возникает, у наблюдателя появляется ощущение «кипения» спеклов [13].

Диагностическое и лечебное воздействие прибора основано на особенностях восприятия пациентом проекции пространственной интерференционной картины лазерного излучения (в виде спеклов) при наблюдении экрана прибора. Картина спеклов воспринимается стационарной или движущейся в зависимости от состояния зрения пациента и режима работы прибора.

Данный аппарат объединяет в себе лучшие черты различных моделей анализаторов: пригодность прибора для проведения коллективных диагностических и лечебных сеансов при реабилитации персонала промышленных предприятий, а также его доступность для широкой сети медицинских лечебных

учреждений, что создает возможность его применения членами семей и населением промышленных регионов.

Лазерный анализатор рефракций по основным техническим и функциональным параметрам превосходит аналоги по критерию стоимость-качество и стоимость гарантийного и сервисного обслуживания. Более 70 % компонентов анализатора являются компонентами отечественного производства.

Анализаторы рефракции предназначены для использования в физиотерапевтических кабинетах офтальмологических клиник и клиник широкого профиля, в офтальмологических кабинетах поликлиник для проведения лечебных процедур, в том числе: при лечении амблиопии, нистагма и афакии различного генеза, при прогрессирующей близорукости у детей и подростков; при врожденных и приобретенных помутнениях в оптических средах глаза (любые формы катаракт средней или высокой интенсивности); в послеоперационном периоде (помутнение роговицы, фиброз стекловидного тела). Аппараты позволяют измерять моно- и бинокулярную клиническую рефракцию глаза; исследовать динамическую рефракцию; определять состояние зрения лиц, не способных распознавать или называть буквы и другие символы, применяемые при табличном способе тестирования; повышать эффективность проведения лечебных процедур в послеоперационном периоде; восстанавливать зрительную работоспособность лиц, работающих в напряженном для глаз режиме; повышать эффективность скринингового обследования групп населения на выявление аметропий.

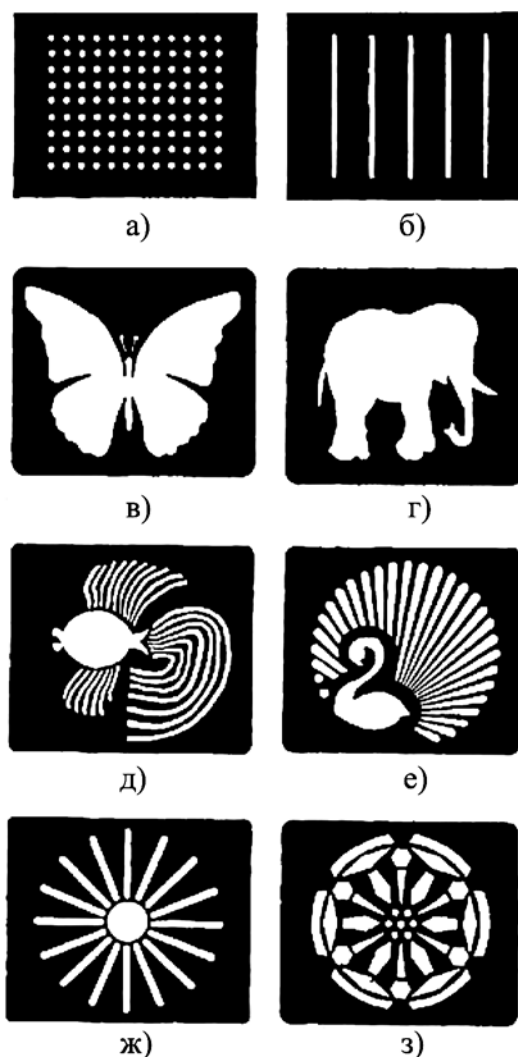


Рис. 2. Набор сменных масок для «ЛАР»: а) «отверстия»; б) «щели»; в) «бабочка»; г) «слоник»; д) «рыбка»; е) «павлин»; ж) «ромашка»; з) «снежинка»

Рассматриваются два анализатора рефракции различной модификации: 1) анализатор рефракции на основе полупроводникового лазера для диагностики; 2) анализатор рефракции на основе гелий-неонового лазера для диагностики сложных форм заболеваний (в том числе астигматизма) и лечения (рис. 1). Применение полупроводникового лазера наиболее перспективно в работе. В настоящее время интенсивно проводятся исследования применения полупроводниковых структур в медицине [2], [14]-[17].

При поставке лазерных анализаторов рефракции, предназначенных для работы с пациентами-детьми, аппараты могут комплектоваться дополнительными экранами-масками с прозрачными для излучения участками, которые представляют собой картинку (рис. 2), что помогает детям при проведении лечебных сеансов фиксировать внимание на картине спеклов. Маска представляет собой плоский экран из непрозрачного материала, имеющий прорезы или прозрачные для излучения участки. Взрослому человеку красивая картинка (например, маска «Бабочка») тоже помогает не отвлекаться при проведении лечебного сеанса (рис. 2).

Заключение

Применение метода лазерной рефрактометрии в офтальмологической практике позволяет проводить коллективные лечебные сеансы и групповые обследования на предмет выявления лиц с аметропией, благодаря создаваемой пространственной интерференционной картине.

Лазерные анализаторы рефракций просты и надежны в эксплуатации и могут быть эффективно использованы не только в лечебных учреждениях, но и в офисах, учреждениях, организациях и даже в домашних условиях для снятия зрительной усталости лиц, чья деятельность связана со зрительно напряженной работой.

Список литературы:

1. Аветисов Э.С., Розенблюм Ю.З., Урмахер Л.С. Офтальмоэргоника и оптометрия / Сб. науч. трудов. 1988. С. 7-28.
2. Gudkov A.G., Agasieva S.V., Tikhomirov V.G., Zherdeva V.V., Klinov D.V., Shashurin V.D. Perspectives in the Development of Biosensors Based on AlGaIn/GaN HEMT // Biomedical Engineering. 2019. Vol. 53. Iss. 3. PP. 196-200.
3. Sedankin M.K., Leushin V.Yu., Gudkov A.G., Vesnin S.G., Sidorov I.A., Agasieva S.V., Markin A.V. Mathematical Simulation of Heat Transfer Processes in a Breast with a Malignant Tumor // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52. Iss. 3. PP. 190-194.
4. Sedankin M.K., Leushin V.Yu., Gudkov A.G., Vesnin S.G., Khromov D.A., Porokhov I.O., Sidorov I.A., Agasieva S.V., Gornacheva E.N. Modeling of Thermal Radiation by the Kidney in the Microwave Range // Biomedical Engineering. 2019. Vol. 53. Iss. 1. PP. 60-65.
5. Gudkov A.G., Leushin V.Yu., Sidorov I.A., Vesnin S.G., Porokhov I.O. et al. Use of Multichannel Microwave Radiometry for Functional Diagnostics of the Brain // Biomedical Engineering. 2019. Vol. 53. Iss. 2. PP. 108-111.
6. Agasieva S.V., Rybakov Y.L., Gukasov V.M., Gudkov A.G., Gornacheva E.N., Shashurin V.D. Low-Energy Complex Magnetotherapy in Oncology // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 51. Iss. 5. PP. 373-375.
7. Agasieva S.V., Lemondzhava V.N., Leushin V.Y., Khalapsina T.M., Gornacheva E.N., Chizhikov S.V., Markin A.V. Automated Systems for Thawing Cryopreserved Blood Components // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 51. Iss. 6. PP. 385-388.
8. Шаповалов С.Л., Александров А.С., Милявская Т.И., Арутюнова О.В. и др. Режимы зрительной работы операторов видеодисплейных терминалов // Медицина труда и промышленная экология. 2002. № 6. С. 22-25.

9. Овечкин И.Г. Восстановление профессионального зрения военных специалистов в условиях многопрофильного реабилитационного центра // Военно-медицинский журнал. 2000. № 1. С. 34-38.
10. McCabe P., Nason F., Demers Turco P., Friedman D. Evaluating the effectiveness of a vision rehabilitation intervention using an objective and subjective measure of functional performance // J. Ophthalmic. Epidemiol. 2000. № 7 (4). PP. 259-270.
11. Гудков А.Г., Леушин В.Ю., Миланич А.В., Цыганов Д.И. Новые приборы для измерения рефракции глаз и функционального лечения в офтальмологии // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. № 9. С. 71-76.
12. Овечкин И.Г., Белякин С.А., Манько О.М. Профилактика и коррекция функциональных расстройств зрения в соответствии с базовыми положениями концепции охраны здоровья в Российской Федерации // Вестник восстановительной медицины. 2003. № 2. С. 7-8.
13. Бардина Н.С., Гудков А.Г., Кулешов О.А., Кулыба Ю.Н., Леушин В.Ю., Маркин В.В., Пантэ Г.Е. Лазерные анализаторы рефракции глаз «ЛАР-01» и «ЛАР-02» // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 2. С. 29-36.
14. Gudkov A.G., Sedankin M.K., Leushin V.Yu., Vesnin S.G., Sidorov I.A., Agasieva S.V., Ovchinnikov L.M., Vetrova N.A. Antenna Applicators for Medical Microwave Radiometers // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52. № 4. PP. 235-238.
15. Agasieva S.V., Gudkov A.G., Korolev A.V., Leushin V.Yu., Pushchev V.A., Sidorov I.A. Development results of the unified receiving module for multichannel medical radio thermographs. CriMiCo 2014 – 2014 24th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology // Conference Proceedings. 2014. Article № 6959752. PP. 1045-1046.
16. Agasieva S.V., Gudkov A.G., Ivanov Y.A., Meshkov S.A., Petrov V.I., Sinyakin V.Y., Schukin S.I. Prospects for application of radio-frequency identification technology with passive tags in invasive biosensor systems // Biomedical Engineering. 2015. Vol. 49 (2). PP. 98-101.
17. Tikhomirov V.G., Gudkov A.G., Agasieva S.V., Gornacheva E.N., Shashurin V.D., Zybin A.A., Evseenkov A.S., Parnes Y.M. The sensitivity research of multiparameter biosensors based on HEMT by the mathematic modeling method // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 917 (4). Article № 042016.

Александр Григорьевич Гудков,
д-р техн. наук, генеральный директор,
Виталий Юрьевич Леушин,
канд. техн. наук, зам. генерального директора,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
Игорь Александрович Сидоров,
канд. техн. наук, ст. научный сотрудник,
НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Светлана Викторовна Агасиева,
канд. техн. наук, доцент,
ФГАОУ ВО «Российский университет
дружбы народов»,
Сергей Владимирович Чижиков,
аспирант,
Василий Дмитриевич Шацури,
д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой «Технологии приборостроения»,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
Григорий Александрович Гудков,
лаборант,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
г. Москва,
e-mail: ooo.giperion@gmail.com