

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения "Московский научно-исследовательский институт глазных болезней имени Гельмгольца"

Министерства здравоохранения Российской Федерации

профессор, д.м.н.

Л.А. Катаргина

« \_\_\_\_\_ » 2017 г.



### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

**Грачевой Марии Александровны**

«Применение современных 3D-технологий для оценки стереозрения и его коррекции», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.09 – «математическая биология, биоинформатика».

#### **Актуальность темы исследования**

Представленная диссертационная работа М.А. Грачевой посвящена актуальной проблеме - диагностике и лечению бинокулярных нарушений, а именно, использованию современных 3D-технологий для разработки более точных диагностических тестов и более эффективных интерактивных коррекционных программ для восстановления нарушенного бинокулярного зрения.

В работах по исследованию и коррекции бинокулярного зрения особенно важно строго контролировать стимулы, предъявляемые левому и правому глазу, что традиционно обеспечивается при помощи различных методов сепарации. За последнее время арсенал этих методов существенно расширился и изменился. Широкие возможности современных 3D-технологий в плане генерации и варьирования параметров левого и правого

изображений стереопары создают базу для проведения как исследовательских, так и прикладных клинических работ на новом уровне.

В лабораторных исследованиях бинокулярного восприятия и в клинической практике лечения бинокулярных расстройств представлены разнообразные тесты и тренировочные средства, существенно различающиеся по принципам работы, предъявляемым стимулам и критическим диапазонам. Во многих случаях своевременная диагностика и раннее начало тренировочных процедур позволяют предотвратить развитие таких заболеваний, как амблиопия и косоглазие, а зачастую обеспечить полноценное восстановление бинокулярных функций. Однако в офтальмологической практике явно не хватает доступных и удобных средств для диагностики и функциональной коррекции бинокулярных нарушений. Большинство коммерческих продуктов являются дорогостоящими и мало представлены в российских медицинских учреждениях.

Сейчас во всем мире среди специалистов по зрению наблюдается повышенный интерес к изучению бинокулярного восприятия с использованием компьютерной техники и новых средств сепарации, неуклонно растет число работ, посвященных оценке эффективности дихоптических тренировок для восстановления зрительных функций. В диссертационной работе М.А. Грачевой рассматривается актуальный вопрос развития и расширения методов диагностики и коррекции нарушенного бинокулярного зрения с использованием современных 3D-технологий, описаны разработанные автором тесты и программы, которые могут широко применяться в практической офтальмологии и в фундаментальных лабораторных исследованиях бинокулярного зрения.

#### **Содержание и структура работы**

Диссертационная работа построена по традиционной схеме. Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи, отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. В главе 1 – обзор литературы – рассматривается терминология, относящаяся к бинокулярному зрению, используемая в различных научных и практических областях, рассматриваются существующие методы оценки и коррекции стереозрения. В главе 2 – методы исследования – проводится критический анализ существующих на сегодняшний день методов создания стереопар и подробно представлены методики, использованные автором в своей работе. Группы обследованных подробно описываются в разделах, представляющих полученные результаты. Главы 3-5 посвящены описанию разработанных тестов и программ и апробации средств диагностики и коррекции бинокулярного зрения. Список цитируемой литературы содержит 174 источника (из них 100 иностранных). Общий объем диссертации составляет 157 страниц печатного текста, включая 45 рисунков и 14 таблиц.

Составленный автором аналитический обзор литературы отражает большую работу диссертанта не только в плане обобщения текущих

публикаций, но и в плане переосмысления классической литературы по бинокулярному восприятию в свете современных представлений.

При описании методов исследования особое внимание уделено достоинствам и недостаткам современных технологий сепарации изображений, от которых во многом зависят точность диагностики и эффективность коррекционных процедур.

В самой большой по объему главе 3 приведены результаты разработки и апробации собственных программ и тестов для точной и скрининговой оценки стереоостроты зрения. Авторская компьютерная программа «Стереопорог» позволяет проводить точную оценку стереоостроты зрения с использованием протяженных стимулов в виде синусоидальных решеток и компактных патчей Габора. Благодаря тому, что программа дает возможность использовать как поляризационный, так и цветовой анаглифный методы сепарации при идентичности всех прочих параметров тестовых изображений, удалось четко показать преимущества поляризационной технологии, которая позволяла получать лучшие средние значения стереоостроты. Показано также, что стимулы в виде патчей Габора, в отличие от протяженных синусоидальных решеток, позволяют избежать проблем неоднозначного фузирования.

Несомненным достоинством работы является разработанный диссертантом и доведенный до практической реализации скрининговый растровый «Бино-тест», который не только не уступает зарубежному аналогу – тесту Ланга, но и имеет ряд дополнительных преимуществ. По сравнению с тестом Ланга «Бино-тест» имеет более привлекательную многоцветную палитру, большее число тест-объектов для выбора (что снижает вероятность угадывания правильного ответа), большее число градаций диспаратности, что позволяет проводить не только качественную, но и ориентировочную количественную оценку стереозрения.

Скрининговый режим оценки стереоостроты зрения был включен также и в программу «Стереопорог» и использован в экспериментах с искусственным ухудшением стереоостроты. Цель этих экспериментов – исследование соответствия между результатами лабораторных тестов и качеством восприятия стереофильмов зрителями с низкими показателями стереоостроты, в том числе теми, кто по существующему критерию (стереопорог выше 1 угл. мин) считаются стереослепыми. Как оказалось, даже при значительном снижении стереоостроты зрения человек сохраняет способность адекватно воспринимать пространственные сцены в стереофильмах, что свидетельствует о необходимости пересмотра критериев стереослепоты.

В главе 4 приведены результаты апробации программы «Фузия» для оценки фузионных резервов с использованием двух методов сепарации. Как и в случае стереоостроты зрения, выявлено преимущество поляризационной технологии сепарации по сравнению с цветовой анаглифной: средние

значения измеренных конвергентных и дивергентных резервов фузии были лучше примерно в 1,5 раза.

Глава 5 содержит материалы по разработке и апробации интерактивных компьютерных программ для коррекции бинокулярных функций с использованием виртуальной окклюзии. Приведены результаты апробации нескольких модулей программного комплекса СКАБ, главным принципом которого является пошаговое усложнение тренировочных упражнений, а также программы «Поиск», основным преимуществом которой является использование виртуальной окклюзии на базе поляризационной технологии сепарации. Все исследованные модули комплекса СКАБ показали свою эффективность в соответствии поставленными задачами (повышение остроты зрения, увеличение объема аккомодации, позитивные изменения характера зрения). Основной целью апробации программы «Поиск» было сравнение эффективности виртуальной и классической реальной окклюзии. Показаны преимущества виртуальной окклюзии в отношении улучшения остроты зрения и восстановления бинокулярных функций.

#### **Новизна и научно-практическая значимость основных результатов, полученных диссертантом**

Диссертационная работа отличается несомненной новизной, автором получены значимые результаты как фундаментального, так и прикладного характера.

1. Разработана программа для точной оценки стереоостроты зрения с использованием субпиксельных диспаратностей, показана ее эффективность и обсуждены ее ограничения.
2. Разработаны скрининговые растровые тесты для быстрой оценки стереозрения, показана их эффективность у пациентов с нормальным бинокулярным зрением и с нарушениями бинокулярных зрительных функций.
3. Экспериментально показана несостоятельность общепринятого диагностического критерия «стереослепоты» в одну угловую минуту.
4. Показано, что для оценки стереозрения предпочтительно использовать поляризационный метод сепарации, а не цветовой анаглифный.
5. Показана эффективность разработанных и апробированных программных средств, основанных на использовании виртуальной окклюзии, реализованной посредством двух разных методов сепарации.
6. Показано преимущество виртуальной окклюзии по сравнению с реальной окклюзией для восстановления зрительных функций при амблиопии.

Результаты работы доложены на четырёх российских и девяти международных конференциях, представлены в 8 статьях, опубликованных в российских рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, и в 10 статьях в сборниках конференций.

### Общие замечания

Серьезных замечаний к работе нет. В тексте имеются небольшое число опечаток и стилистических погрешностей.

### Заключение

Диссертационная работа М.А. Грачевой на тему «Применение современных 3D-технологий для оценки стереозрения и его коррекции», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.09 – «математическая биология, биоинформатика», является законченной научной квалификационной работой на актуальную тему, проведенной на высоком научном уровне. Работа тщательно оформлена, написана грамотным языком, сделанные выводы логичны и обоснованы. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Полученные результаты имеют важное теоретическое и практическое значение.

Диссертационная работа М.А. Грачевой отвечает требованиям пункта 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями в редакции постановлений Правительства Российской Федерации №335 от 25 апреля 2016 г., № 478 от 2 августа 2016 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.09 – «математическая биология, биоинформатика».

Отзыв о научно-практической ценности диссертационной работы М.А. Грачевой рассмотрен и утвержден на межотделенческой конференции ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России 18 октября 2017 года, протокол № 4

Главный научный сотрудник  
отдела патологии рефракции,  
бинокулярного зрения и  
офтальмоэргономики  
Доктор биологических наук,  
профессор



Иомдина Е.Н.



*Иомдина Е.Н.*

*Иомдина Е.Н.*