

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра медицинской физики

Физические принципы рефрактометрии. Современные оптические методы  
исследования объема аккомодации и качества зрения

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 4021 группы  
направления 03.03.02 «Физика»  
Института физики  
Нерусскойой Алёны Дмитриевны

Научный руководитель  
доцент кафедры медицинской физики  
к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.П. Рытик

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.В. Скрипаль

Саратов 2024

**Введение.** Настоящая бакалаврская работа посвящена исследованию современных методов рефрактометрии и методов оценки аномалий рефрактогенеза..

Данная тема представляет высокую значимость, поскольку по данным Всемирной организации здравоохранения около 285 миллионов человек страдают от нарушений зрения или слепоты, важную роль в решении этой проблемы и уменьшении количества заболеваемых занимает исследование объема аккомодации, поскольку по мнению офтальмологов, именно аккомодационный аппарат выступает регулятором процесса развития таких нарушений зрения, как миопия и гиперметропия [1.2].

**Актуальность** работы заключается в исследовании современных методов оценки состояния аккомодационного аппарата глаза, поскольку традиционные методы рефрактометрии имеют ряд ограничений. Полученные данные необходимы для поиска путей развития принципиально новых систем, использование которых сделает диагностику нарушений бинокулярного зрения эффективнее.

**Целью бакалаврской работы** является выполнение критического обзора литературы по современным методам рефрактометрии и методам оценки аномалий рефрактогенеза.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Исследовать процесс рефрактометрии в норме и патологии;
2. Выполнить обзор современных методов диагностики аномалий рефрактогенеза;
3. Поиск путей развития наиболее эффективной и технологичной диагностики объема аккомодации.

**Благодарности:** Автор выражает благодарность Саратовскому национальному исследовательскому государственному университету имени Н.Г. Чернышевского», научному руководителю А.П. Рытику за постановку задач, помощь при анализе литературы и полезные обсуждения

**Структура и объём работы.** Бакалаврская работа состоит из введения,

3 разделов, заключения и списка используемых источников, включающего 34 наименования. Работа изложена на 42 листах машинописного текста, содержит 18 рисунков.

**Основное содержание работы.** Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, показана научная новизна и практическая значимость результатов.

**Первый раздел** состоит из трёх подразделов. *Первый подраздел* посвящен зрительному анализатору человека как динамической оптической системе. Первым шагом в процессе изучения глаза как оптической системы является изучение схематичного сечения в плане глазного яблока человека, который состоит из:

1. Склеры - это внешняя оболочка глаза, которая служит для защиты глаза и обеспечивает его форму;
2. Роговицы - это прозрачная часть глаза, через которую свет попадает внутрь. Она служит как линза, преломляя свет и фокусируя его на сетчатке;
3. Передней камеры глаза - это пространство между роговицей и радужкой, заполненное жидкостью;
4. Радужки - это цветная часть глаза, которая контролирует количество света, попадающего внутрь. В центре радужки находится зрачок;
5. Хрусталика - это прозрачная линза, которая фокусирует свет на сетчатке;
6. Стекловидного тела - это прозрачная гелеобразная масса, которая заполняет большую часть глазного яблока и помогает поддерживать его форму;
7. Сетчатки - это слой нервных клеток на внутренней поверхности глаза, который преобразует свет в нервные импульсы и отправляет их в мозг;
8. Зрительного нерва - это нерв, который передает информацию от сетчатки к мозгу;
9. Сосудистой оболочки - это слой, который обеспечивает питание и кислород для глаза;
10. Цилиарного тела - это часть сосудистой оболочки, которая производит жидкость для передней камеры глаза и регулирует форму хрусталика;

11. Зрительного нерва - это нерв, который передает информацию от сетчатки к мозгу [3].

*Второй подраздел* посвящён рефракции глаза. Рефракция - преломляющая сила оптической системы. Световые лучи преломляются при переходе из одной прозрачной среды в другую. В глазу оптические среды включают роговицу с прекорнеальной слёзной плёнкой, влагу передней камеры, хрусталик и стекловидное тело. По отношению к глазу различают два вида рефракции: *физическую* и *клиническую* [4].

*Третий подраздел* посвящён роли аккомодации в рефрактогенезе. На сегодняшний день основополагающей теорией, описывающей механизм аккомодации, является гипотеза Германа фон Гельмгольца, согласно которой, для четкого видения расположенных на близком расстоянии предметов в человеческом глазу происходят следующие изменения: сокращается цилиарная мышца, происходит сужение зрачка, уменьшается глубина передней камеры, хрусталик смещается несколько вперёд и вниз, ослабевает натяжение цинновых связок, уменьшается радиус кривизны передней и задней (в меньшей степени) поверхностей хрусталика, что приводит к увеличению его преломляющей силы и усилению динамической рефракции глаза [5].

**Второй раздел** состоит из пяти подразделов, в которых описан процесс рефрактометрии, являющийся объективным методом измерения аккомодации.

*Первый подраздел* посвящён описанию принципа действия всех рефрактометров, который основан на определении плоскости, соответствующей оптической установке глаза, что достигается путём перемещения изображения марки до совмещения с этой плоскостью.

*Второй подраздел* описывает принцип работы рефрактометров, которые основаны на получении резкого изображения светящейся марки на дне исследуемого глаза, например, рефрактометры Роденштока, Торнера [6].

*Третий подраздел* посвящён рефрактометрам, основанным на явлении Шейнера (раздвоении изображения, проецируемого на сетчатку через разные участки зрачка), а измерение рефракции достигается путем совмещения двух

изображений также посредством постепенного изменения сходимости лучей, к такому типу относят самый ранний, параллаксный рефрактометр, рефрактометр Финчема [7].

*Четвёртый подраздел* посвящён принципу работы автоматических рефрактометров. При исследовании рефракции глаза такими рефрактометрами на дно исследуемого глаза проецируют невидимую (в инфракрасных лучах) марку и осуществляют автоматический электронно-оптический анализ ее изображения [8]. Рассмотрен механизм действия офтальметрона, использование которого полезно для исследования пациентов со сложными нарушениями оптической системы глаза, например, после операций на хрусталике и роговице. Для массовых исследований более удобны рефрактометры - диоптрон или авторефрактор, методика работы которых также рассмотрены в подразделе.

*Пятый подраздел* посвящён современным авторефрактометрам. Исследования на таких авторефрактометрах проводят на компьютерных аппаратах последнего поколения, где каждый глаз исследуют по отдельности. Пациент получает установку сосредоточенно смотреть на специальное изображение, которое постепенно меняет свою резкость. Особое внимание в подразделе уделяется следующим автоматическим рефрактометрам: Righton Speedy-K-ver.MF-1, Accuref 8001, Shin Nippon Nvision-K 5001, RC-5000, RK600, RM-8900.

**Третий раздел** включает в себя результаты проведённого обзора. Было выяснено, что в последние годы обычные рефрактометры (Хартингера, Роденштока) практически не используют, поскольку их работа требует ручной настройки, что затрудняет процесс исследования. Более совершенными в плане объективизации исследования являются автоматические рефрактометры, в которых анализ отраженного от сетчатки инфракрасного пучка света проводится автоматически с помощью специального электронного блока. Исследование рефракции на автоматических рефрактометрах проводит средний медицинский персонал, а результаты выдаются в виде распечатки на специальном бланке по основным параметрам.

В проведённом анализе литературы выяснено, общий недостаток всех рефрактометров - приборная аккомодация - явление, из-за которого данные, получаемые при исследовании, могут иметь сдвиг в сторону миопической рефракции. В последние модели автоматических рефрактометров внедрены специальные устройства, которые снижают вероятность появления приборной аккомодации. Большинство видов современных рефрактометров дополняют функционал друг друга и могут дать полную характеристику состояния зрения и прогнозировать состояние миопии и других глазных патологий. Эта информация в совокупности с исследованиями о существующих тренажёрах для зрения и инновационными методами создания компьютерных программ может служить стартом для создания новой объективной системы прогнозирования развития миопии.

В **заключении** подводятся итоги бакалаврской работы и излагаются его основные результаты. В ходе выполнения бакалаврской работы, отмечено, что фундаментальные исследования основных параметров аккомодации проводятся уже несколько десятилетий. При этом авторами используются, субъективные методы исследования: определение относительной и абсолютной аккомодации, резервов аккомодации, оценка состояния работоспособности цилиарной мышцы.

И, наконец, актуальной является оценка возможности аккомодации современного человека, изучение возможного влияния на неё раннего начала зрительной нагрузки и массового использования видеодисплеев.

Углубленное изучение аккомодативной функции с помощью современных объективных методик, в частности, компьютерной рефрактометрии, раскрывает новые возможности детального исследования аккомодации, а также объективного изучения эффективности методов лечебного воздействия на аккомодационную мышцу.

## Список использованных источников

1. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet Glob Health. 2021 Feb;9(2):e144-e160. doi: 10.1016/S2214-109X (20)30489-7.;
2. Аветисов С.Э., Близорукость. М.: Медицина, 1986. 239-288 с.;
3. Аветисов С.Э., Егорова Г.Б., Шелудченко В.М. Национальное руководство по офтальмологии. - 1-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 944 с.;
4. Аветисов С.Э., Розенблюм Ю.З. Оптическая коррекция зрения. М.: Медицина, 1981. 200 с.;
5. Служко Елена Леоновна Миопия нарушение рефракции это болезнь // Астраханский вестник экологического образования. 2014. №2 (28).;
6. Волков В.В., Горбань А.И., Джалишвили О.А. Клиническая визо- и рефрактометрия. Л.: Медицина, 1976. 216 с.;
7. Красновидов В. С., Барановский Я. М. и Ильин В. В. Применение инфракрасного диагностического прибора для исследования глаз, Вестн. офтальм., № 3, с. 32, 1966;
8. Жаров, В.В. Оценка критериев метода компьютерной аккомодографии / В.В. Жаров // Тр. междунар. конф. «Рефракционные и глазодвигательные нарушения». - М., 2007. - С. 208-210.;