

**Титаренко Елена Михайловна**

**ВЫБОР ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ  
С КАТАРАКТОЙ ПРИ ВЫСОКОЙ ОСТРОТЕ ЗРЕНИЯ  
НА ОСНОВАНИИ ОБЪЕКТИВНОЙ И СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ  
КАЧЕСТВА ЗРЕНИЯ**

**3.1.5 Офтальмология**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата медицинских наук**

Работа выполнена в АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза», г. Екатеринбург

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук

**Иванов Дмитрий Иванович**

**Официальные оппоненты:**

**Гринев Андрей Григорьевич**, доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии, заведующий 1 офтальмологическим отделением ГБУЗ СО СОКБ № 1, г. Екатеринбург

**Першин Кирилл Борисович**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, ведущий офтальмохирург и медицинский директор клиники «Эксимер»\_ г.Москва

**Ведущая организация:** ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова» г.Москва

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. в \_\_.00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.02 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165 Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<http://www.samsmu.ru/scientists/science/referats/>) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Ученый секретарь диссертационного совета,**

доктор медицинских наук,

профессор

**Степанов Григорий Викторович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** На сегодняшний день катаракта является одной из самых распространенных причин снижения зрения и слепоты во многих странах. Она представляет собой помутнение хрусталика, которое может развиваться постепенно и приводить к ухудшению зрительных функций (Бикбов М.М. 2022; Нероев В.В. 2024; Овечкин И.Г. 2022; Попова Н.В. 2020).

При определении показаний к хирургии катаракты офтальмологи часто ориентируются на показатели снижения остроты зрения. Острота зрения обычно оценивается с помощью оптопов, таких как буквы или цифры на таблицах Снеллена, Сивцева-Головина, Бейли-Лоуви (ETDRS). Однако зачастую встречаются пациенты с начальной катарактой, которые имеют высокую остроту зрения, но жалуются на снижение качества изображения (рассеивание света, диплопию), плохую реакцию на изменения освещения и чувство дискомфорта при ярком свете (Zhu X. et al., 2017). Катаракта считается клинически значимой, если снижение остроты и качества зрения существенно влияет на образ жизни пациента, что затрудняет выполнение повседневных задач: чтение, вождение автомобиля или некоторые виды работ.

Различные типы катаракты могут также приводить к многочисленным зрительным симптомам и по-разному влияют на остроту зрения. Например, легкая задняя субкапсулярная катаракта может вызвать серьезное снижение остроты зрения в результате сужения зрачка. Ядерная катаракта часто связана со снижением остроты зрения вдаль и относительно хорошей остротой вблизи. Кортикальная катаракта обычно не имеет клинического значения до поздней стадии ее прогрессирования, когда корковые спицы проецируются на зрительную ось (Li Z., Zhang R., 2023; Ruan X., Liu Z., 2020). Офтальмологи широко применяют классификацию катаракты LOCS (Lens Opacities Classification System). Многие десятилетия стандартным методом диагностики катаракты является биомикроскопия. Этот метод высоко информативен, но субъективен, с его помощью сложно оценить динамику заболевания и влияние на качество зрения конкретного пациента.

К объективным методам исследования хрусталика относится aberрометрия. Исследование aberрационного фронта полезно для оценки качества зрения пациента, динамического наблюдения и принятия решения о хирургическом лечении (Киселева Т.Н., Зайцев М.С., 2022). При возникновении катаракты хрусталик теряет свою прозрачность, вызывая различные aberрации, искажение изображения на сетчатке, ухудшая качество зрения. Такие aberрации могут включать сферические aberрации, астигматизм, кому и другие. Aberрации высшего порядка являются более сложными формами искажений, которые влияют на более высокие частоты световых волн. Даже при незначительном помутнении хрусталика они также могут способствовать ухудшению качества зрения.

### **Степень разработанности темы исследования**

Исследования aberраций высшего порядка показывают, что влияние катаракты на зрительное восприятие может варьироваться в зависимости от множества факторов, включая: тип и степень помутнения хрусталика, индивидуальные особенности пациентов, возраст, наличие сопутствующих заболеваний, состояние роговицы, сетчатки. Детальное обследование пациентов, включая анкетирование, позволяет собрать информацию о субъективном восприятии зрительных нарушений и объективных измерениях, таких как рефракция и оптические aberрации. Это может помочь в разработке индивидуализированных подходов к лечению и коррекции зрения у пациентов с катарактой.

Предоставленные факты подчеркивают актуальность и необходимость усовершенствования традиционных подходов к хирургическому лечению начальной катаракты с высокой острой зрения. Проведенный анализ литературы указывает лишь на отдельные рекомендации, касающиеся учета волнового фронта для лечения данной патологии.

**Цель исследования** – разработать и научно обосновать индивидуализированные показания к хирургическому лечению катаракт с высокой остротой зрения на основании субъективной и объективной оценки качества зрения.

## **Задачи исследования**

1. Провести ретроспективный сравнительный анализ клинических, морфометрических и абэррометрических показателей у пациентов с начальной катарактой и без ее признаков.

2. На основе объективных и субъективных методов исследования разработать методику для определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения.

3. На основании корреляционного анализа взаимосвязи аберраций высшего порядка и субъективного качества зрения разработать индивидуализированный подход к определению показаний к хирургии начальных катаракт с высокой остротой зрения.

4. Изучить эффективность предложенного подхода путем анализа функциональных и анатомических результатов лечения пациентов с начальной катарактой при высокой дооперационной остроте зрения.

## **Научная новизна результатов исследования**

1. Разработан и научно обоснован метод оценки субъективного качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой дооперационной остротой зрения.

2. Изучена корреляционная связь между данными абэррометрии и субъективной оценкой качества зрения.

3. Разработан способ анализа качества зрения для принятия решения о хирургии начальной катаракты на основании исследования показателей субъективного качества зрения и дооперационной абэррометрии.

4. Доказана эффективность предлагаемого подхода к определению показаний к хирургическому лечению пациентов с начальной катарактой при высокой дооперационной остроте зрения.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

1. Разработана и запатентована методика оценки степени снижения зрительных функций у пациентов с катарактой и высокой остротой зрения (патент РФ на изобретение № 2821655 от 25.06.2024 г. и патент РФ на

промышленный образец № 139439 от 28.11.2023 г.). Внедрение данной методики в клиническую практику обеспечит объективизацию показаний к хирургическому лечению, оптимизирует принятие решений о целесообразности оперативного вмешательства.

2. На основании анализа абберационных характеристик и субъективной оценки зрительных функций разработан алгоритм отбора пациентов с катарактой и высокой остротой зрения для хирургического лечения. Предложенный алгоритм, учитывающий индивидуальные клинические особенности, позволяет оптимизировать тактику ведения данной категории пациентов.

3. Впервые продемонстрированная эффективность хирургического лечения данной категории пациентов с применением индивидуализированного подхода расширяет представления о возможностях улучшения зрительных функций на ранних этапах развития катаракты. Анализ послеоперационных результатов подтверждает эффективность разработанной методики, что обосновывает ее внедрение в клиническую практику.

### **Методология и методы диссертационного исследования**

Методологической основой диссертационной работы послужило строгое соответствие выбранного дизайна исследования сформулированным цели и задачам. Реализация поставленных задач и достижение цели обеспечивались за счет использования системного научного подхода, принципов объективности, единства теории и практики, доказательной медицины, практической реализуемости, а также принципов контролируемого исследования и статистического анализа полученных данных. Работа выполнена в формате проспективного интервенционного нерандомизированного исследования.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Разработанный алгоритм отбора пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения, основанный на комплексном научно обоснованном индивидуализированном подходе, учитывающем данные абэррометрии и разработанного опросника, обеспечивает возможность и обоснованность хирургического лечения катаракты при высокой остроте зрения.

2. Разработанный алгоритм отбора пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на хирургическое лечение характеризуется высоким уровнем клинической эффективности, что подтверждается статистически значимым увеличением качества зрения и существенным снижением доли неудовлетворенных результатом операции пациентов.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Наличие достаточного количества клинических наблюдений, использование современных методов исследования на сертифицированном оборудовании, наличие первичной документации, применение адекватных статистических методов и лицензированных статистических программ подтверждают достоверность полученных результатов.

### **Апробация результатов**

Актуальность и научная новизна выбранной темы кандидатской диссертации обсуждена и одобрена на заседании Ученого Совета ИПО Самарского государственного медицинского университета протокол № 3 от 12.02.2025 г. Основные результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на международных и российских научных конференциях: XXVII научно-практической конференции офтальмологов Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» (Екатеринбург, 2019), Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии» (Челябинск, 2021), 22-й Всероссийском конгрессе с международным участием «Современные технологии катарактальной, роговичной и рефракционной хирургии» (Москва, 2021), X Юбилейном международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям головы и шеи (Москва, 2022), Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы офтальмологии» (Челябинск, 2023), XIII Съезде Общества офтальмологов России (Москва, 2024).

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты исследования внедрены в клиническую практику и используются при отборе пациентов с катарактой и высокой остротой зрения для хирургического лечения на базе офтальмологических микрохирургических отделений № 1, № 2 и отделения функциональной диагностики и лечебного

контроля АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза». Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты используются в преподавании на кафедре офтальмологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

### **Личный вклад автора**

В ходе работы автором проведен анализ отечественной и зарубежной научной литературы, разработан дизайн исследования, сформулированы цель и задачи. Автором самостоятельно реализованы все этапы исследования, включая методы обследования, лечение и наблюдение пациентов. Клинический анализ результатов хирургического лечения, статистическая обработка и интерпретация данных выполнены автором лично. Подготовка текста диссертационной работы и научных публикаций по теме исследования осуществлена автором самостоятельно.

### **Связь исследования с проблемными планами**

Исследование выполнено по плану научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России в соответствии с комплексной темой «Совершенствование методов диагностики и лечения с социально значимой офтальмологической патологией». Номер государственной регистрации темы № 121121700220-7 от 17.12.2021г.

### **Соответствие паспорту специальности**

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.5. Офтальмология; п.п. 2 (Усовершенствование известных и разработка новых методов диагностики органа зрения и его придаточного аппарата), п.п. 5 (Совершенствование методов диспансеризации и динамического наблюдения пациентов с хроническими и прогрессирующими видами патологии глаза).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 3 научные работы в изданиях, входящих в перечень научных журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 2 патента РФ.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа написана на русском языке, изложена на 144 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, двух глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, который включает 153 источника, из них 25 отечественных и 128 зарубежных. Диссертация иллюстрирована 19 таблицами и 40 рисунками.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования**

На базе АО «Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» обследовали 269 пациентов, курация которых проходила согласно дизайну исследования (Рисунок 1).

Нерандомизированное контролируемое исследование было разделено на два последовательных этапа.

На первом этапе были изучены клиничко-функциональные данные у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения в сравнении с контрольной группой без признаков катаракты. Основная группа 1 – это пациенты с начальной катарактой – 141 человек (243 глаза). Пациенты основной группы были разделены на три подгруппы по типу катаракты: с кортикальной катарактой подгруппа 1А – 79 глаз, с ядерной катарактой подгруппа 1Б – 89 глаз, с задней субкапсулярной катарактой подгруппа 1В – 75 глаз. Возраст в основной группе 1 варьировал от 42 до 85 лет, 59 мужчин (41,8%), 82 женщины (58,2%). Контрольная группа 1 без признаков катаракты – 43 человека (75 глаз). Возраст в контрольной группе 1 варьировал от 43 до 65 лет, 22 мужчины (51,1%) и 21 женщина (48,9%).

На втором этапе была проверена эффективность разработанного подхода в клинической практике с внедрением предложенного алгоритма. После

выполнения факэмульсификации начальной катаракты с высокой остротой зрения проводили анализ клинико-функциональных результатов. Из основной группы 1 (141 пациент – 243 глаза) была сформирована основная группа 2, в которую вошли 75 пациентов (120 глаз), направленные на основании диагностики на факэмульсификацию катаракты с имплантацией сферической ИОЛ. Средний возраст в основной группе 2, пациентам которой проведена факэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ, варьировал от 43 до 75 лет, 32 мужчины (42,6%), 43 женщины (57,4%).

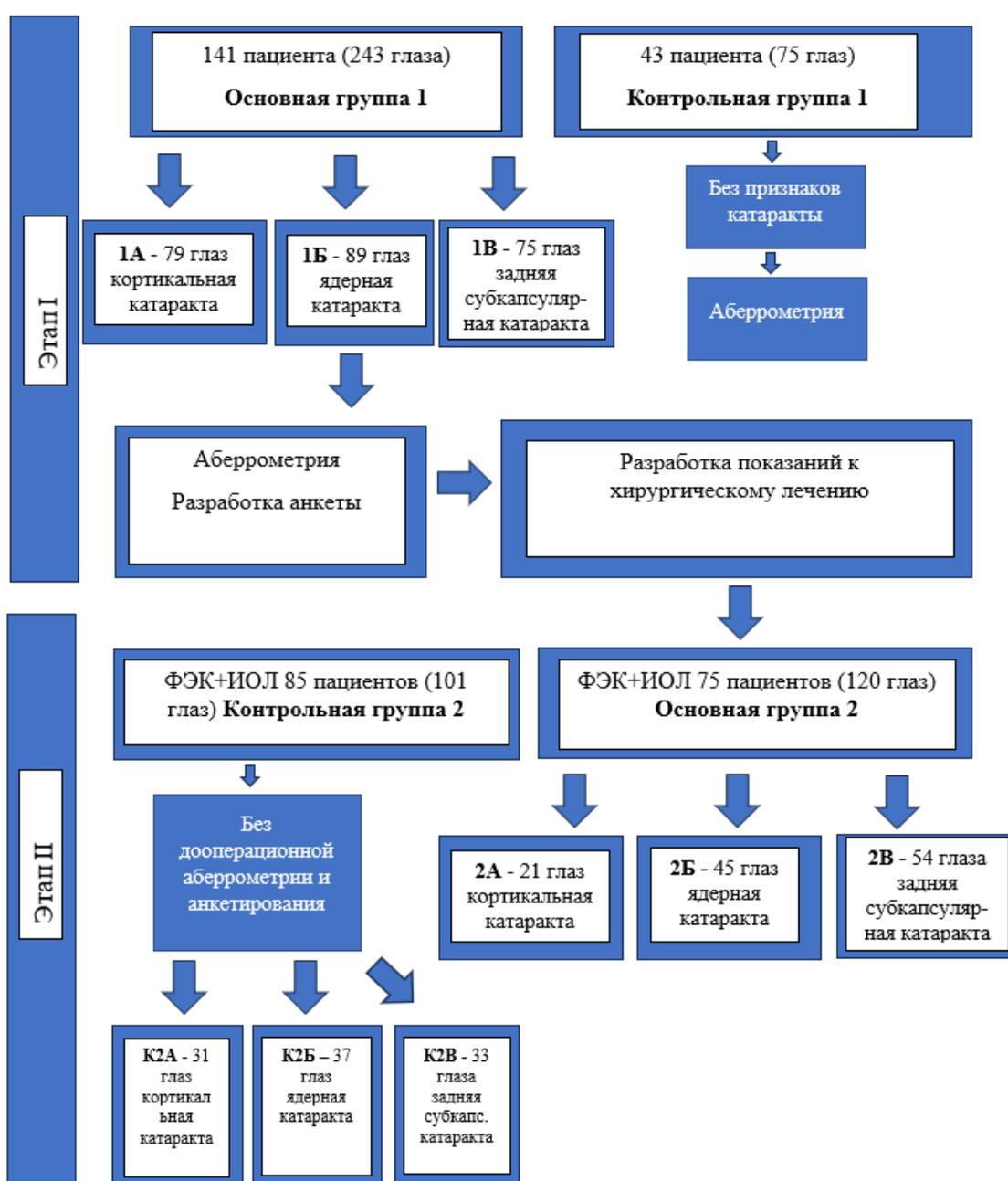


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Все пациенты, включенные в исследование, подписали добровольное информированное согласие на проведение диагностики и при необходимости согласие на хирургическое лечение. Клиническое исследование было проведено в соответствии с Хельсинкским соглашением об исследованиях на людях, а план исследования был одобрен комитетом по биоэтике при Самарском государственном медицинском университете.

Критерии включения пациентов в исследование:

- 1) наличие начальной катаракты, определенной по биомикроскопии;
- 2) высокая острота зрения с коррекцией, не менее 0,7;
- 3) отсутствие предшествующих хирургических вмешательств на глазном яблоке.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- 1) катаракта травматической этиологии;
- 2) заболевания роговицы, ранее выполненные кераторефракционные операции;
- 3) дистрофические заболевания макулярной области;
- 4) глаукома;
- 5) острые и хронические воспалительные заболевания глаза;
- 6) жалобы на сухость, резь, жжение, покраснение глаз;
- 7) соматические заболевания в стадии обострения (гипертония, инфаркт миокарда, острая коронарная недостаточность, инсульт);
- 8) аллергические реакции к используемым фармакологическим препаратам.

Все пациенты проходили стандартное офтальмологическое обследование как в предоперационном, так и в послеоперационном периодах, а также на всех этапах наблюдения, включающее в себя визометрию, автокератометрию, тонометрию, динамическую периметрию, оптическую биометрию, ультразвуковое В-сканирование, биомикроскопию, офтальмоскопию с использованием бесконтактных высокодиптрийных линз для осмотра центральных и периферических отделов глазного дна. Дополнительно в пред- и послеоперационном периодах исследовали количество эндотелиальных клеток

роговицы на приборе Specular Microscope EM-4000 (Tomey, Japan). Оценку aberrаций высшего порядка проводили при медикаментозном мидриазае при ширине зрачка 5 мм на абберометре ITrace (Tracey technology, США). Помимо aberrаций высшего порядка, оценивали два показателя их влияния на оптическое качество зрения – функция передачи модуляции (ФПМ) и коэффициент Штреля.

Оценку удовлетворенности качеством зрения проводили до и через 3-6 месяцев после операции, согласно разработанному способу определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на основе объективной и субъективной оценки (Патент РФ на изобретение № 2821655 от 18.10.2023 г.). Определяли уровень внутренних aberrаций высшего порядка: кома, сферическая aberrация, трефоил. Использовали опросную анкету «Оценка качества зрения пациентов» (патент РФ на промышленный образец № 139439 от 31.05.2023 г. Опросник содержит 6 изображений: оригинальное изображение и 5 изображений, описывающих основные оптические феномены, с оценкой по 5-балльной шкале. По величине интегрального балла определяют степень нарушения качества зрения в пред- и послеоперационном периодах.

Статистическую обработку результатов полученных данных осуществляли с помощью программы «Statistica 10.0» (StatSoft Inc., США) и Microsoft Excel. Подавляющее большинство выборочных данных согласовались с нормальным распределением согласно критерию Колмогорова-Смирнова, поэтому рассчитывали среднее значение показателей и его ошибку ( $M \pm m$ ). Для оценки значимости различий использовали параметрический критерий – двусторонний t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности ( $p$ ) при проверке статистических гипотез принимали равными 0,05 ( $p < 0,05$ ) с учетом оценки возможного  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ .

# **КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ АББЕРАЦИЙ ПАЦИЕНТОВ БЕЗ КАТАРАКТЫ И ПАЦИЕНТОВ С НАЧАЛЬНОЙ КАТАРАКТОЙ И ВЫСОКОЙ ОСТРОТОЙ ЗРЕНИЯ**

Проведен анализ клинико-функциональных результатов исследования пациентов без признаков катаракты и с начальной катарактой с высокой остротой зрения до операции, для определения показаний для хирургии катаракты.

## **Анализ аббераций высшего порядка**

В этом исследовании проведен анализ различных измерений оптического качества зрения, полученных с использованием аберрометра, в процессе принятия решений перед операцией по хирургии катаракты. Измерения сравнивали в основной группе 1 с контрольной группой 1.

Общие и внутренние абберации высшего порядка были достоверно больше в основной группе 1 по сравнению с контрольной группой 1, в то время как роговичные абберации высшего порядка статистически не различались. При сравнении общих и внутренних аббераций при различных видах катаракты был выявлен более высокий уровень аббераций в подгруппе пациентов 1В с заднекапсулярной катарактой. В подгруппе 1А с кортикальной катарактой показано незначительное преобладание во внутренней оптике комподобных аббераций по сравнению с двумя другими группами катаракт как в общих, так и во внутренних абберациях ( $p < 0,05$ ). В подгруппе 1Б с ядерной катарактой сферические абберации (отрицательный сдвиг) были выше, чем в подгруппах с кортикальной и заднекапсулярной катарактой ( $p < 0,05$ ). В подгруппе 1В с заднекапсулярной катарактой значительно более высокие абберации третроил в общих абберациях и во внутренних абберациях высшего порядка по сравнению с двумя другими подгруппами ( $p > 0,05$ ). Таким образом, каждый тип катаракты характеризовался преобладанием определенного вида абберации.

## **Функция передачи модуляции**

При оценке функции передачи модуляции пациенты с заднекапсулярной катарактой продемонстрировали значительно более низкие показатели ( $p < 0,05$ )

по сравнению с подгруппами с кортикальной и ядерной катарактой и контрольной группой 1 в диапазоне пространственных частот от 5 до 30 цикл/градусов. При этом статистически значимых различий между подгруппами с кортикальной и ядерной катарактой на всех исследуемых пространственных частотах не было выявлено ( $p > 0,05$ ).

### **Функция светорассеивания. Коэффициент Штреля**

Низкие показатели были выявлены во всех подгруппах исследуемых пациентов с катарактой по сравнению с контрольной группой 1 ( $p < 0,05$ ). Кроме того, показатели уменьшаются при увеличении диаметра зрачка, что свидетельствует об ухудшении качества зрения в мезопических условиях. Уменьшение показателей функции передачи модуляции и коэффициента Штреля, является объективным показателем ухудшения качества зрения у пациентов с начальной катарактой. Как следствие, пациенты предъявляют жалобы на светорассеивание, нечеткость зрения при выполнении повседневных и профессиональных задач.

### **Анкета для оценки степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения**

Восприятие пациентом качества своего зрения служит важным показателем, для понимания которого требуется тщательно разработанная анкета.

Был разработан оригинальный способ определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на основе объективной и субъективной оценки, включающий оценку нарушения качества зрения посредством определения внутренних аберраций высшего порядка до и после операции (Патент РФ на изобретение № 2821655 от 18.10.2023 г., авторы: Титаренко Е.М., Иванов Д.И.). Определяют внутренние аберрации высшего порядка: кома, сферическая аберрация, трефоил. Оценка проводится в баллах: аберрации кома, сферическая аберрация, трефоил при значении  $>0,5$  мкм – 5 баллов,  $0,5-0,4$  мкм – 4 балла,  $0,4-0,3$  мкм - 3 балла,  $0,3-0,2$  мкм – 2 балла,  $0,2-0,1$  мкм – 1 балл,  $<0,1$  мкм – 0 баллов.

Дополнительно используется оригинальная опросная анкета «Оценка

качества зрения пациентов», представленная на Рисунке 2 (патент РФ на промышленный образец № 139439 от 28.11.2023 г., авторы: Титаренко Е.М., Иванов Д.И.): Бланк анкеты для оценки степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения. Опросник содержит оригинальное изображение и 5 изображений описывающие основные оптические феномены: лучистость, двоение, расплывчатость, ослепление, гало-эффект; при этом обследуемому пациенту предлагают по каждому вопросу ответить по 5-балльной шкале (от 0 до 4).

Анкета для определения степени нарушения  
качества зрения у пациентов с начальной катарактой  
и высокой остротой зрения |

ФИО _____
№ карты _____
Возраст _____
Диагноз _____
_____

	Все время	Часто	Регулярно	Редко	Никогда
1.	4	3	2	1	0
2.	4	3	2	1	0
3.	4	3	2	1	0
4.	4	3	2	1	0
5.	4	3	2	1	0

А



Оригинальное изображение



1. Двоение



2. Расплывчатость



3. Лучистость



4. Ослепление



5. Гало эффект

Б

А – лицевая сторона анкеты, предназначенная для заполнения данных о

пациенте; оценка, выставленная пациентом по пятибалльной шкале

Б – изображение оптических феноменов на фотографиях

Рисунок 2 – Опросная анкета «Оценка качества зрения пациентов»

При величине интегрального балла 0-10 определяют легкую степень нарушения качества зрения до операции и улучшения качества зрения после операции, 10-15 – среднюю, выше 15 – высокую.

## **РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАНИЙ К ХИРУРГИИ НАЧАЛЬНОЙ КАТАРАКТЫ С ВЫСОКОЙ ОСТРОТОЙ ЗРЕНИЯ**

Разработан индивидуализированный алгоритм отбора пациентов для хирургического лечения по поводу катаракты с высокой остротой зрения, а также проведена оценка клинико-функциональных результатов исследования пациентов после операции.

### **Корреляционный анализ влияния aberrаций высшего порядка на субъективное качество зрения пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения**

Для оценки влияния объективных признаков (внутренних aberrаций высшего порядка) на субъективное качество зрения пациентов с различными видами начального помутнения хрусталика и высокой остротой зрения проведен корреляционный анализ с расчетом коэффициента Спирмена. В результате определена корреляционная зависимость между значениями внутренних aberrаций высшего порядка (кома, трефоил, сферическая aberrация) и данными разработанной опросной анкеты.

В подгруппе пациентов 1А с кортикальной катарактой выявлена прямая связь между внутренней aberrацией кома и первым и вторым изображениями в опросной анкете (двоение, расплывчатость), теснота (сила) связи заметная (0,673 и 0,515 соответственно, зависимость признаков статистически значима  $p < 0,05$ ). То есть, чем выше показатель внутренней aberrации кома, тем более выражены жалобы пациента на двоение и расплывчатость изображения. Так же выявлена

прямая связь между внутренней сферической аберрацией и четвертым изображением в опросной анкете (ослепление), теснота связи умеренная (0,312, зависимость признаков статистически не значима  $p > 0,05$ ). Это позволяет предположить, что у некоторых пациентов с кортикальной катарактой, может отмечаться повышенная чувствительность к ослеплению от ярких источников света.

В подгруппе пациентов 1Б с ядерной катарактой выявлена прямая связь между внутренней сферической аберрацией и четвертым и пятым изображениями (ослепление и гало-эффекты) в опросной анкете, теснота (сила) связи заметная (0,715 и 0,682 соответственно, зависимость признаков статистически значима  $p < 0,05$ ). Таким образом, при увеличении внутренней сферической аберрации пациенты жалуются на ослепление и гало-эффекты, особенно в условиях низкой освещенности. Так же выявлена прямая связь между внутренней аберрацией кома и первым и вторым изображениями (двоение и расплывчатость) в опросной анкете, теснота связи умеренная (для первого изображения коэффициент корреляции Спирмена 0,415, зависимость признаков статистически не значима  $p > 0,05$ ; для второго изображения – 0,459, зависимость признаков статистически значима  $p < 0,05$ ). Эти данные говорят о том, что ряд пациентов могут жаловаться на двоение изображения и иногда на расплывчатость.

В подгруппе пациентов 1В с задней субкапсулярной катарактой выявлена прямая связь между внутренней аберрацией трефоил и третьим изображением (лучистость) в опросной анкете, теснота (сила) связи заметная (0,717, зависимость признаков статистически значима  $p < 0,05$ ). Пациенты с высоким показателем внутренней аберрации трефоил жалуются на лучистость изображения. Так же выявлена прямая связь между внутренней аберрацией кома и вторым изображением (расплывчатость) в опросной анкете, теснота связи умеренная (0,421, зависимость признаков статистически не значима  $p > 0,05$ ). Полученные данные говорят о том, что ряд пациентов могут жаловаться на расплывчатость изображения.

Согласно способу определения степени нарушения качества зрения у

пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения по величине интегрального балла, определяли степень нарушения качества зрения до операции.

В основной группе 1 из 141 обследованного пациента легкая степень нарушения качества зрения преобладала в подгруппе пациентов 1А с кортикальной катарактой – 85%, средняя степень нарушения качества зрения преобладала в подгруппах 1Б с ядерной – 47% и 1В с задней субкапсулярной катарактой – 42%, высокая степень доминирует в подгруппе 1В с задней субкапсулярной катарактой – 73% (Рисунок 3).

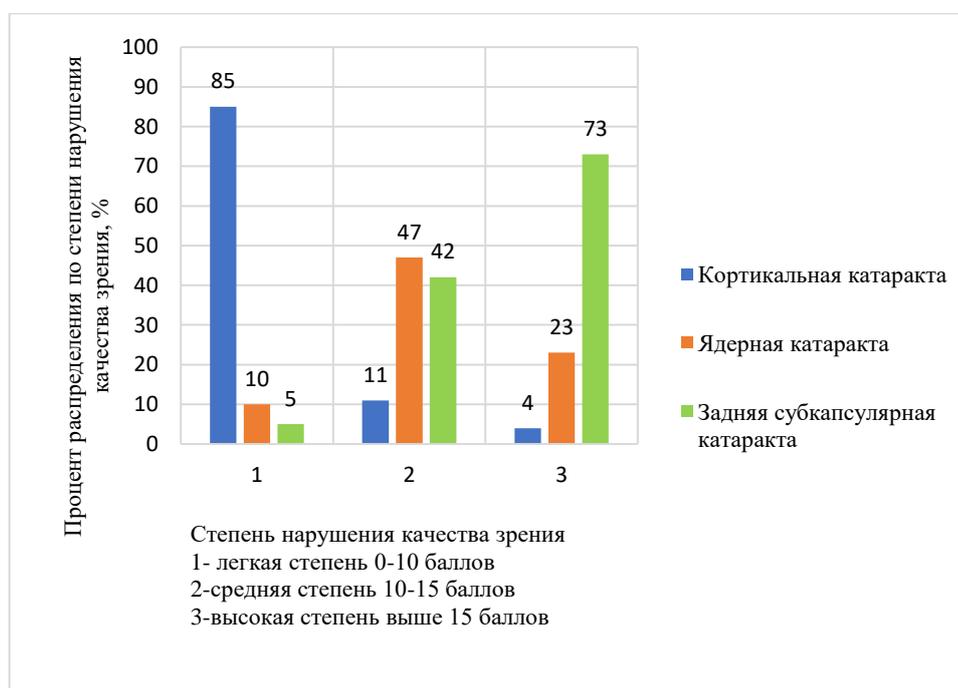


Рисунок 3 – Распределение по степени нарушения качества зрения у пациентов с различными видами катаракт

При величине интегрального балла выше 15 констатировалась высокая степень нарушения качества зрения и всем пациентам была предложена хирургия катаракты. При средней степени нарушения качества зрения хирургия катаракты предложена в 63% случаев и при низкой степени – в 30% случаев.

### **Алгоритм ведения пациента в зависимости от вида и уровня оптических аберраций**

Ведение пациента с оптическими аберрациями требует системного подхода, который включает несколько этапов. В работе представлен алгоритм

действий, который можно адаптировать в зависимости от вида и уровня оптических aberrаций, от конкретных обстоятельств и состояния пациента (Рисунок 4). Важно также учитывать сопутствующие заболевания и общий статус здоровья пациента.

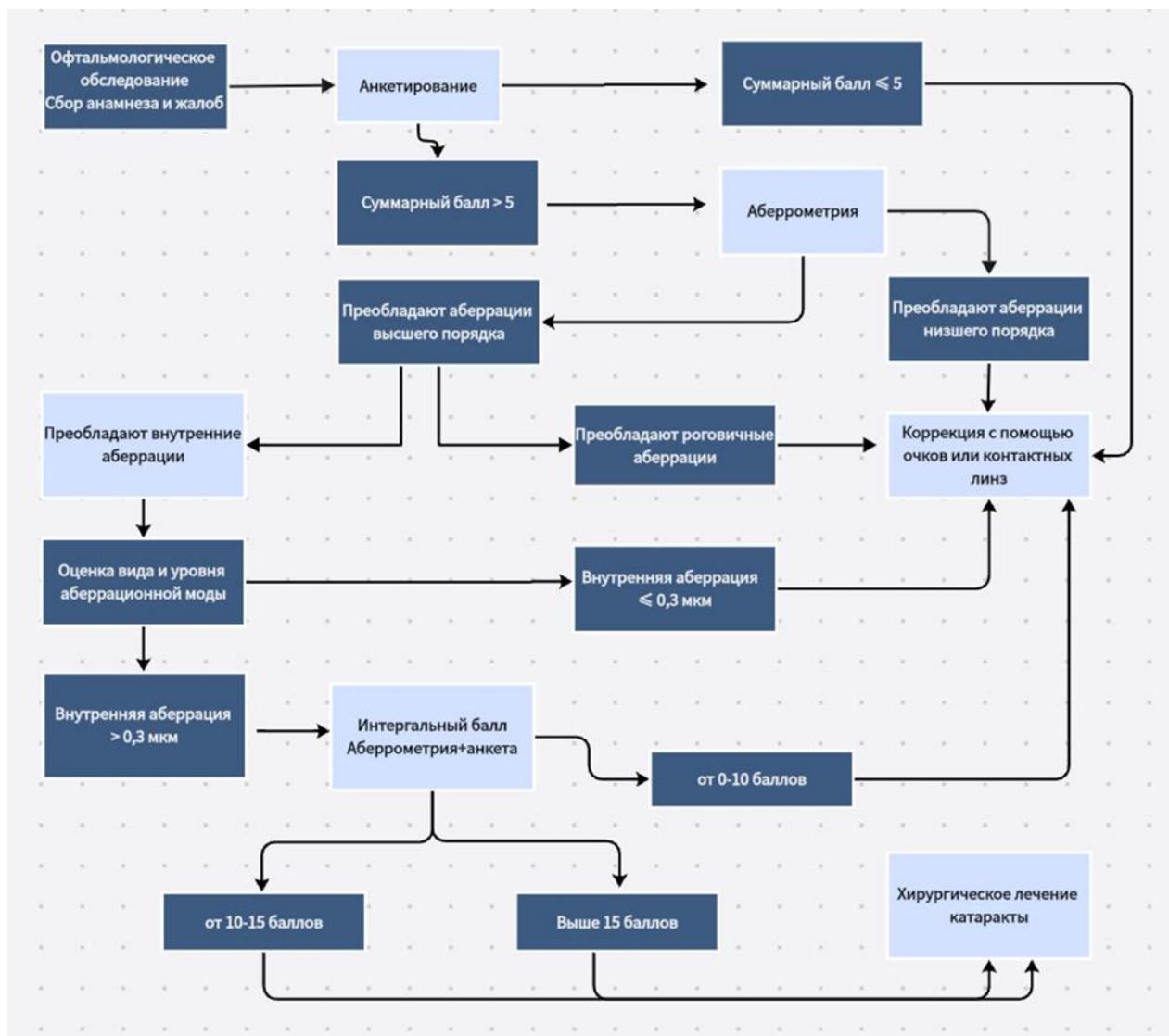


Рисунок 4 – Алгоритм ведения пациента

### 1. Обследование:

- анамнез и жалобы (симптомы, характер, степень выраженности)
- офтальмологическое обследование (острота зрения, биомикроскопия, офтальмоскопия, тонометрия, периметрия)

### 2. Анкетирование:

- суммарный балл > 5?

ДА → Аберрометрия

НЕТ → Рекомендации по коррекции/наблюдение

### 3.Аберрометрия:

- оценка аберраций низшего порядка (коррекция очками/линзами);
- оценка аберраций высшего порядка:
  - преобладание аберраций высшего порядка
  - роговичные аберрации → коррекция, ориентированная на роговицу
  - внутренние аберрации → пункт 4.

### 4. Высокий уровень внутренних аберраций:

- оценка вида и уровня аберрационной моды (кома, сферическая аберрация, трефоил)
- сравнение с эталонными значениями:
- любая внутренняя аберрация  $> 0,3$  мкм
  - ДА → Опросная анкета
  - НЕТ → Оптическая коррекция/наблюдение.

### 5. Оценка степени нарушения качества зрения (абберометрия + анкета):

- интегральный балл:
  - 0-10 баллов: Легкая степень → Оптическая коррекция/динамическое наблюдение
  - 10-15 баллов: Средняя степень → Рассмотреть хирургическое лечение
  - $> 15$  баллов: Высокая степень → Хирургическое вмешательство

### **Изменения аберраций высшего порядка, возникающие после факоемульсификации катаракты и имплантации интраокулярной линзы**

Из основной группы 1 (141 пациент, 243 глаза) была сформирована основная группа 2, в которую вошли 75 пациентов (120 глаз). По результатам абберрометрии и анкетирования они были направлены на факоемульсификацию катаракты с имплантацией сферической ИОЛ.

Пациенты в основной группе 2 также были разделены на три подгруппы по типу катаракты: 2А – пациенты с кортикальной катарактой; 2Б – с ядерной катарактой; 2В – с субкапсулярной катарактой.

Проанализирована динамика общих аберраций высшего порядка до операции и в послеоперационном периоде в сроки от 3 до 6 месяцев. В целом по

основной группе 2 из 120 обследованных глаз в 115 (95,8%) случаях наблюдалось снижение общих аббераций высшего порядка, в среднем  $-0,536$  мкм, стандартное отклонение 1,54, на 3 (2,6%) глазах значения не изменились, на 2 (1,6%) глазах значения общих аббераций высшего порядка увеличились в среднем на  $0,427$  мкм, стандартное отклонение 1,2.

Результаты исследования подтверждают, что большинство общих и внутренних аббераций высшего порядка были больше до операции, чем после операции, и тем самым указывают на роль возрастной катаракты в увеличении аббераций. Это свидетельствует о том, что операция по поводу удаления катаракты может значительно улучшить качество зрения пациента, уменьшив количество аббераций высшего порядка.

Во всех случаях наблюдалось увеличение значений функции передачи модуляции от 5-30 цикл/град и коэффициента Штреля до  $0,686 \pm 0,009$  ( $p < 0,05$ ), что является объективным показателем улучшения качества зрения.

Следовательно, хирургическое лечение катаракты оказалось эффективным в большинстве случаев.

### **Анализ влияния аббераций высшего порядка**

#### **на субъективное качество зрения пациентов после операции**

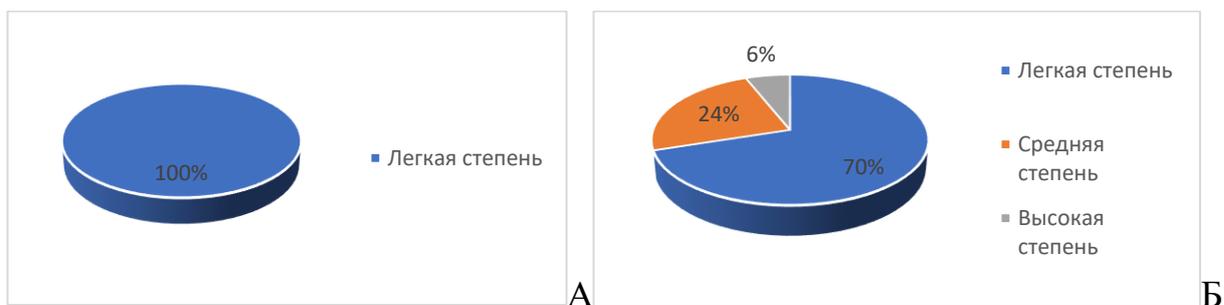
Согласно разработанному способу определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на основе объективной и субъективной оценки, включающему оценку нарушения качества зрения посредством определения внутренних аббераций высшего порядка, после операции проведена оценка интегрального балла.

По величине интегрального балла определена степень нарушения качества зрения после операции в основной группе 2. Из 75 прооперированных пациентов (120 глаз) легкая степень нарушения качества зрения определена в 100% случаев.

Для сравнения степени удовлетворенности пациентов после операции была сформирована дополнительная группа пациентов без дооперационной оценки аберрометрии и анкетирования. В контрольную группу 2 вошли 85 пациентов (101 глаз). В контрольной группе 2 после операции был проведен

анализ аббераций высшего порядка и анкетирование. По величине интегрального балла определена степень нарушения качества зрения после операции.

Выявлено, что процент удовлетворенности после операции без дооперационной аберрометрии и анкетирования ниже, чем с предложенной методикой. Согласно полученным данным, 70% пациентов испытывают легкие нарушения качества зрения после операции, что может указывать на то, что многие пациенты все же остаются удовлетворенными результатами, несмотря на некоторые проблемы. 24% пациентов со средней степенью нарушения и 6% с высокой степенью нарушения качества зрения указывают на то, что есть группа пациентов, для которых результаты операции оказались менее успешными (Рисунок 5).



А – качество зрения у пациентов в основной группе 2

Б – качество зрения у пациентов в контрольной группе 2

Рисунок 5 – Диаграмма в сравнении. Качество зрения у пациентов в основной группе 2 и контрольной группе 2

## ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ аббераций оптической системы глаза доказывает, что внутренние и общие абберации высшего порядка волнового фронта выше в группе с катарактой, чем у пациентов без таковой ( $p < 0,001$  для всех, t-критерий). Напротив, функция передачи модуляции и коэффициент Штреля ниже в группе с катарактой по сравнению с группой без признаков катаракты ( $p < 0,001$  для всех, t-критерий). У пациентов с катарактой наблюдаются более выраженные оптические абберации, что приводит к снижению остроты зрения, ухудшению контрастной чувствительности и

увеличению визуального дискомфорта.

2. Разработанная методика включает в себя субъективную оценку и объективные данные aberрометрии и позволяет выявить три степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения (легкую, среднюю, тяжелую).

3. Корреляционный анализ между абберациями высшего порядка и субъективным качеством зрения показал, что у пациентов с кортикальной катарактой выявлена прямая связь между внутренней абберацией кома и жалобами на двоение и расплывчатость изображения (коэффициенты корреляции 0,673 и 0,515,  $p < 0,05$ ). У пациентов с ядерной катарактой установлена прямая связь между внутренней сферической абберацией и жалобами на ослепление и гало-эффекты (коэффициенты корреляции 0,715 и 0,682,  $p < 0,05$ ). У пациентов с задней субкапсулярной катарактой установлена прямая связь между внутренней абберацией трефоил и жалобами на лучистость изображения (коэффициент 0,717,  $p < 0,05$ ).

4. Анализ функциональных и анатомических результатов после хирургического лечения показал повышение остроты зрения, снижение общих ( $-0,536 \text{ мкм} \pm 1,54$ ) и внутренних аббераций высшего порядка ( $-0,741 \text{ мкм} \pm 0,81$ ). Во всех случаях наблюдалось увеличение значений функции передачи модуляции и коэффициента Штреля ( $p < 0,05$ ), что является объективным показателем улучшения качества зрения.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Ведение пациентов с начальной катарактой требует комплексного подхода, учитывающего как медицинские, так и психологические аспекты.

2. При обращении пациента необходимо проверить, нужно ли ему обновить рецепт на очки. Иногда простая коррекция зрения (коррекция аббераций низкого порядка) может значительно улучшить качество жизни.

3. Для оценки качества зрения пациента важно учитывать субъективные ощущения, оптические феномены. Используйте предложенную анкету.

4. Используйте результаты aberрометрии для анализа типа и степени аберраций. Это поможет понять, как катаракта влияет на зрение пациента.

5. На основе данных aberрометрии и анкетирования следует разработать индивидуальный план лечения. Например, если у пациента наблюдается высокий уровень внутренних аберраций высшего порядка, рассмотрите возможность более раннего хирургического вмешательства.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Дальнейшая разработка темы имеет значительный потенциал и может привести к улучшению результатов хирургического лечения катаракты у пациентов с высокой остротой зрения. Возможно создание математических моделей, которые позволяют прогнозировать вероятность достижения желаемых результатов хирургического лечения катаракты у конкретного пациента с учетом его индивидуальных особенностей. Перспективна разработка алгоритмов, дающих возможность объединить результаты различных диагностических методов (ОКТ, биометрия, aberрометрия, кератотопография и др.) для получения более полной картины состояния глаза пациента. Более детальное изучение влияния аберраций высшего порядка на качество зрения у пациентов с высокой остротой зрения и разработка методов их коррекции во время хирургии катаракты.

### **СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Титаренко Е.М., Шиловских О.В., Иванов Д.И., Ульянов А.Н. Современные подходы к хирургии катаракты на основании анализа волнового фронта // Офтальмохирургия. – 2023. – № 1. – С. 90-96. doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-90-96

2. Титаренко Е.М., Шиловских О.В., Иванов Д.И., Ульянов А.Н. Современные подходы к хирургии катаракт с высокой остротой зрения на основании анализа волнового фронта // Офтальмохирургия. – 2023. – № 4. – С. 29-35. doi: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2023-1-90-96>

3. Иванов Д.И., Титаренко Е.М. Оценка способа анализа качества зрения пациентов для принятия решения о хирургическом вмешательстве при начальной катаракте с высокой остротой зрения // Офтальмология. – 2025. – № 22 (2). – С. 289-294. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-289-294>

#### **Патенты по теме диссертации**

1. Патент РФ №2821655. Способ определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения / Титаренко Е.М., Иванов Д.И.; владелец патента: АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза». Дата публикации: 28.11.2023. Бюл. № 12.

2. Патент на промышленный образец № 139439. Бланк анкеты для оценки степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения / Титаренко Е.М., Иванов Д.И.; владелец патента: АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза». Дата публикации: 25.06.2024. Бюл. №. 18.