

*На правах рукописи*

**Антонов Евгений Андреевич**  
**РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**  
**КОМБИНИРОВАННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ**  
**ТРИФОКАЛЬНЫХ И ЛИНЗ С РАСШИРЕННОЙ ГЛУБИНОЙ ФОКУСА ПРИ**  
**КОРРЕКЦИИ АФАКИИ**

3.1.5. Офтальмология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2026

Работа выполнена на кафедре офтальмологии Академии постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства» (АПО ФГБУ ФНКЦ ФМБА России), г. Москва.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор **Першин Кирилл Борисович**

**Официальные оппоненты:**

**Медведев Игорь Борисович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии факультета дополнительного профессионального образования Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

**Соболев Николай Петрович**, доктор медицинских наук, главный врач Федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

**Ведущая организация:** Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», г. Москва.

Защита диссертации состоится «24» июня 2026 г. в 14-00 на заседании диссертационного совета 68.1.010.01 при ФГБУ ФНКЦ ФМБА России по адресу: 125371, Москва, Волоколамское шоссе, д. 91.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА по адресу: 125371, Москва, Волоколамское шоссе, д. 91 и на сайте диссертационного совета <http://medprofedu.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук,  
профессор

Полунина Елизавета Геннадьевна

### **Актуальность и степень разработанности темы**

В связи со старением населения хирургия катаракты становится одним из наиболее часто выполняемых хирургических вмешательств. При этом в настоящее время хирургия катаракты проводится не только для восстановления прозрачности оптических сред, но и с рефракционной целью, что позволяет добиться высокой остроты зрения и независимости от очковой коррекции [Farhoudi D.V. et al, 2018; Abdelrazek Hafez T. et al, 2019].

К настоящему моменту для коррекции афакии после факоэмульсификации катаракты (ФЭК) чаще всего применяются монофокальные интраокулярные линзы (ИОЛ), обеспечивающие хорошее зрение только на одном (вдаль) расстоянии [Першин К.Б. с соавт., 2021; Lundström M. et al, 2021]. Наряду с этим, разработаны и широко используются различные модели мультифокальных ИОЛ, обеспечивающих, за счет наличия одновременно нескольких фокусов, хорошее зрение на двух (бифокальные) или трех (трифокальные) расстояниях [Першин К.Б. с соавт., 2019; Малюгин Б.Э. с соавт., 2020].

В этой связи следует отметить, что трифокальные ИОЛ (ТИОЛ) в отличие от бифокальных обеспечивают улучшение зрения и на среднем расстоянии, что является значимым преимуществом в повседневной активности пациентов, в частности, при использовании компьютеров, смартфонов и другой техники, при котором возникает потребность в хорошем зрении на расстоянии от 60 до 80 см [Першин К.Б. с соавт., 2019, Ключникова Е.В. и соавт., 2020; Малюгин Б.Э. с соавт., 2020]. В то же время применение ТИОЛ часто ассоциируют с нежелательными оптическими феноменами, такими как «гало» (наличие кругов светорассеяния) и «глэр» (повышенное ослепление ярким светом), а также снижением фотопической и мезопической контрастной чувствительности [de Vries N.E. et al, 2013; Rosen E. et al, 2016; Brito P. et al, 2015; Першин К.Б. с соавт., 2019].

Относительно новым направлением совершенствования коррекции афакии после ФЭК является разработка ИОЛ с расширенной глубиной фокуса (ИОЛРГФ), основной принцип работы которых заключается в создании одной удлиненной точки фокуса для улучшения глубины восприятия или зрительного диапазона [Rocha K.M., 2017]. Основными преимуществами такого дизайна линз являются хорошее качество зрения на среднем и дальнем расстояниях (без переходных зон худшего качества между этими расстояниями), а также (по сравнению с ТИОЛ) с минимизацией вероятности побочных

оптических феноменов и (по сравнению с монофокальными ИОЛ) сохранением контрастной чувствительности [Sachdev G.S. et al, 2018, Rodov L. et al, 2019; Giers B.C. et al, 2019; Bilbao-Calabuig R. et al, 2021]. В то же время основным недостатком ИОЛРГФ является то, что их имплантация не приводит к схожему с бифокальными (особенно с высокой плюсовой конфигурацией линз) и трифокальными ИОЛ улучшению зрения вблизи из-за перекрытия нескольких изображений на сетчатке, что в целом может существенно снижать уровень удовлетворенности пациента, несмотря на достижение требуемой остроты зрения [Cochener V. et al, 2018, Liu J. et al, 2019; Mencucci R. et al, 2019]. Следует также отметить, что к настоящему моменту не в полной мере обосновано определение оптимальной формулы расчета оптической силы появившейся в Российской Федерации ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity».

Необходимо подчеркнуть, что возросшие требования пациентов, особенно зрительно-напряженного труда (ЗНТ), к состоянию зрения после проведения бинокулярной ФЭК требует разработки новых методических подходов к выбору ИОЛ. С этих позиций представляется перспективной комбинированная имплантация ТИОЛ (первый глаз) и ИОЛРГФ (второй глаз), что может минимизировать изложенные выше недостатки каждой ИОЛ. Проведенный анализ литературы указывает лишь на одиночные исследования в данном направлении (Song J.E. et al, 2021; Zhou I.S., Zhu D.C., 2025). Таким образом, проблема совершенствования коррекции бинокулярной афакии на современном этапе развития офтальмологии актуальна и требует своего изучения как в общем плане (в контексте комплексной оценки клинической эффективности комбинированной имплантации ТИОЛ и ИОЛРГФ), так и по отдельным частным направлениям (определение оптимальной формулы расчета оптической силы ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity»).

### **Цель работы**

Научное обоснование, разработка и оценка клинической эффективности методики комбинированной имплантации ТИОЛ и ИОЛРГФ при коррекции бинокулярной афакии.

### **Основные задачи работы:**

1. Исследовать клинико-функциональные результаты бинокулярной имплантации ИОЛРГФ с технологией формирования волнового фронта «AcrySof IQ Vivity» на основе определения оптимальной формулы расчета оптической силы ИОЛ и оценки базовых клинических показателей.
2. Исследовать клинико-функциональные результаты бинокулярной имплантации ТИОЛ «AcrySof PanOptix» на основе оценки базовых клинических показателей в сравнительном аспекте с ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity».
3. Научно обосновать и разработать методику комбинированного применения для коррекции афакии пациентам пресбиопического возраста ИОЛРГФ, формирующей волновой фронт и ТИОЛ с позиции тактики имплантации (ведущий, неведущий глаз) и основных предоперационных показаний.
4. Провести сравнительную оценку разработанной методики комбинированного и одиночного применения ИОЛРГФ и ТИОЛ с позиции достижения после операции величин НКОЗ и МКОЗ на различных расстояниях и вероятности возникновения неблагоприятных оптических феноменов («гало», «глэр»).
5. Оценить «качество жизни» результатов комбинированного и одиночного применения ИОЛРГФ и ТИОЛ с позиции степени удовлетворенности пациента и необходимости применения очковой коррекции для близости в послеоперационном периоде.

### **Основные положения, выносимые на защиту диссертационной работы:**

1. Разработана методика комбинированной последовательной имплантации интраокулярных линз (трифокальной (ТИОЛ) в неведущий глаз и расширенной глубиной фокуса (ИОЛРГФ), формирующей волновой фронт, в ведущий глаз) в коррекции афакии, клиническая эффективность которой подтверждается (по сравнению с бинокулярной имплантацией ТИОЛ или ИОЛРГФ) достижением после операции требуемой остроты зрения на различных расстояниях и минимальной вероятности возникновения побочных оптических феноменов
2. Основные преимущества предлагаемой комбинированной имплантации обеспечивают пациенту пресбиопического возраста в послеоперационном периоде высокий уровень «качества жизни», что подтверждается практически максимальной степенью «удовлетворенности» и минимальной вероятностью назначения очковой коррекции для близости.

## Научная новизна работы

Впервые разработана (с учетом показаний) и оценена клиническая эффективность методики комбинированной имплантации ТИОЛ (в неведущий глаз) и ИОЛРГФ (в ведущий глаз) при коррекции бинокулярной афакии.

Определена высокая клиническая эффективность разработанного подхода, что подтверждается достижением (по сравнению с бинокулярной имплантацией ИОЛРГФ) существенно более высокого уровня НКОЗ и МКОЗ вблизи ( $0,82 \pm 0,13$  отн.ед. и  $0,63 \pm 0,09$  отн.ед.,  $p < 0,05$ ;  $0,92 \pm 0,18$  отн.ед. и  $0,68 \pm 0,14$  отн.ед.,  $p < 0,05$ ), а также (по сравнению с бинокулярной имплантацией ТИОЛ) минимизацией неблагоприятных оптических явлений.

Установлен более высокий уровень «качества жизни» пациента в послеоперационном периоде при комбинированной (ТИОЛ + ИОЛРГФ) бинокулярной имплантацией по сравнению с ИОЛРГФ и ТИОЛ), что подтверждается «отличной» удовлетворенностью (97,5; 90; 89,6% от общего числа случаев,  $p < 0,05$ ) и необходимостью в очковой коррекции для близи (0% по сравнению с 36,7%,  $p < 0,01$ ; 0% по сравнению с 7,4%,  $p < 0,05$  соответственно).

Выявлено, что наименьшая абсолютная погрешность при предоперационном расчете (ИОЛРГФ с технологией формирования волнового фронта («AcrySof IQ Vivity»)) определена (в порядке возрастания) для формул Kane, Barrett Universal II и SRK/T.

**Теоретическая значимость работы** заключается в обосновании основных механизмов обеспечения требуемой остроты зрения на различных расстояниях и минимизации возникновения побочных оптических феноменов после комбинированного применения для коррекции афакии пациентам пресбиопического возраста ИОЛРГФ и трифокальных ИОЛ.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке практических рекомендаций по комбинированному применению для коррекции афакии пациентам пресбиопического возраста ИОЛРГФ и трифокальных ИОЛ.

## **Методология и методы исследования**

В работе использовался комплексный подход к оценке результатов, основанный на применении комплекса клинических и инструментальных методов исследования.

## **Степень достоверности результатов**

Степень достоверности результатов исследования основывается на адекватных и апробированных методах сбора клинического материала, всего обследовано 138 пациентов (276 глаз), а также применении современных методов статистической обработки.

## **Внедрение работы**

Результаты диссертационной работы включены в материалы сертификационного цикла и цикла профессиональной переподготовки кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России и в клиническую практику сети офтальмологических клиник «Эксимер».

## **Апробация и публикация материалов исследования**

Основные положения работы доложены и обсуждены на всероссийской офтальмологической научно-практической конференции (Оренбург, 2020), ежегодном конгрессе европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов ESCRS (Virtual meeting, Амстердам, 2020), научно-практической конференции «Инновационные технологии в офтальмологии» (Томск, 2021), 22-м Всероссийском конгрессе с международным участием «Современные технологии катарактальной, роговичной и рефракционной хирургии» (Москва, 2022), IX Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии (Екатеринбург, 2023).

Диссертация апробирована на кафедре офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России (15.05.2025).

Материалы диссертации представлены в 10-и научных работах, в том числе в 6-и статьях, опубликованных в определенных ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналах.

## **Структура диссертации**

Материал диссертации изложен на 114 страниц машинописного текста, состоит из введения, основной части (главы «Обзор литературы», «Материалы и методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение»), заключения, выводов,

списка сокращений и списка литературы. Диссертация иллюстрирована 5 таблицами и 30 рисунками. Список литературы включает 160 источников (32 отечественных и 128 зарубежных авторов).

## **Материал и методы исследования**

Исследование выполнялось в офтальмологических клиниках «Эксимер» в период с января 2021 г. по декабрь 2024 г. Работа проведена при участии д.м.н., проф. Пашиновой Н.Ф., к.м.н. Цыганкова А.Ю., Косовой И.В., к.м.н. Корнеевой Е.А. Исследование основано на анализе результатов хирургического лечения 138 пациентов (276 глаз), которым была выполнена ФЭК или рефракционная ленсэктомия с имплантацией ИОЛ. Средний возраст пациентов составил  $65,9 \pm 6,2$  лет (от 37 до 92) лет. В общей группе пациентов женщины составили 52,9% (n=73), мужчины - 47,1% (n=65). Всем пациентам была выполнена бинокулярная ФЭК или рефракционная ленсэктомия по стандартной, принятой в системе клиник «Эксимер, методике с использованием микрохирургической системы «Stellaris PC» («Bausch and Lomb», США) под капельной анестезией. Во всех случаях использовали роговичный разрез 1,8 мм, вискоэластики. Настройки прибора: высота бутылки – до 100 см, ультразвук в пульсовом режиме, мощность ультразвука - 30%, вакуум – 500 мм.рт.ст.

В соответствии с поставленными задачами все пациенты были разделены на следующие, равнозначные по возрасту и полу три группы:

- в группу I (опытная) вошли 40 пациентов (80 глаз) после комбинированной имплантации ИОЛ «AcrySof IQ Vivity» в ведущий глаз и «Acrysof IQ Panoptix» (Alcon, США) в неведущий глаз;
- в группу II (сравнения) вошли 40 пациентов (80 глаз), которым была выполнена бинокулярная имплантация ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity» (Alcon, США);
- в группу III (сравнения) вошли 58 пациентов (116 глаз), которым была выполнена бинокулярная имплантация ТИОЛ «AcrySof PanOptix» (Alcon, США).

Расчет оптической силы ИОЛ проводили по формулам SRK/T и Barrett Universal II с константами из программного обеспечения Verion© Image Guided System (Alcon, США). Применительно к определению оптимальной формулы расчета оптической силы ИОЛ «AcrySof IQ Vivity» проводили ретроспективный анализ эффективности формул SRK/T, Barrett Universal II, Haigis, Hoffer Q, Holladay 2, Olsen и Kane с использованием

соответствующих констант. Из исследуемых формул, полностью опубликованы данные для Haigis, Hoffer Q и SRK/T, расчет для них проводили в таблицах Excel. Для анализа по формуле Barrett Universal II использовали online-калькулятор с сайта [www. Asia-Pacific Association of Cataract & Refractive Surgeons](http://www.Asia-Pacific Association of Cataract & Refractive Surgeons), по формуле Kane – с сайта [www.iolformula.com](http://www.iolformula.com). Расчеты по формуле Holladay 2 проводили с помощью программы Holladay IOL Consultant Surgical Outcomes Assessment, по формуле Olsen – с помощью программы Phacooptics. Во всех случаях планировали эмметропию. Ранжирование исследуемых формул проводили по показателю средней абсолютной погрешности.

Пациентам всех групп проведено предоперационное обследование, включающее в себя: авторефрактометрию («NIDEK Tonoref III», Nidek Co.Ltd., Япония), определение максимально корригированной (НКОЗ) и максимальной корригированной (МКОЗ) остроты зрения вблизи, на среднем расстоянии и вдаль (НКОЗб, НКОЗс, НКОЗд, МКОЗб, МКОЗс, МКОЗд), пневмотонометрию («NIDEK Tonoref III», Nidek Co.Ltd., Япония) при необходимости контрольное измерение внутриглазного давления по Маклакову, компьютерную периметрию («ОПТОПОЛ PTS-1000», ОПТОПОЛ Technology S.A., Польша), кератометрию («NIDEK Tonoref III», Nidek Co.Ltd., Япония), А-В-ультразвуковое сканирование («А-В NIDEK US-4000», Nidek Co.Ltd., Япония), кератотопографию («SIRIUS», С.С.О., Италия), эндотелиальную микроскопию («TOMEY EM-300», TOMEY, Япония), оптическую когерентную биометрию с определением аксиальной длины глаза, кривизны роговицы, пахиметрии, глубины передней камеры, толщины хрусталика, показателя от «белого до белого» («Haag Streit Lenstar LS900», Haag-Strait AG, Швейцария), («ZEISS IOL Master 500», CARL Zeiss, Германия), офтальмоскопию в условиях мидаза с использованием высокодиоптрийных линз 70D и 90D, оптическую когерентную томографию («RTVue XR 100-2», Optovue Inc., США). При необходимости имплантации торических моделей ИОЛ использовались данные оптической биометрии, кератотопографа, кератометрического показателя авторефрактометра с дальнейшим расчетом торической силы ИОЛ при помощи программного обеспечения компании производителя в сети интернет. Наряду с этим, применительно к каждой из ИОЛ оценивались монокулярные и бинокулярный кривые дефокуса.

Сравнение между группами проводили до и через 1,7 дней и 1,3 месяца после оперативного вмешательства по следующим параметрам: длина оптической оси глаза,

фактическая глубина передней камеры, цилиндрический компонент рефракции, ось цилиндра до операции, показатели кератометрии, острота зрения без коррекции и с коррекцией вдаль, на среднем расстоянии и вблизи до операции, целевое и расчетное значение сферического эквивалента, сферический и цилиндрический компонент рефракции, ось цилиндра после операции, острота зрения без коррекции и с коррекцией после операции.

Оценку субъективных жалоб пациентов проводили с применением опросника, предложенного Н.Э. Темировым и соавт. (2015) по следующим вопросам: 1. Пользуетесь ли вы очками для дали? 2. Пользуетесь ли вы очками при чтении и письме? При ярком свете? В сумерках? 3. Испытываете ли вы затруднения при работе на средних дистанциях (экран монитора, показания приборов автомобиля и т.д.)? 4. Беспокоят ли вас ослепляемость ярким светом, круги светорассеивания вокруг источников света? Днем или ночью? 5. Испытывает ли вы затруднения при вождении автомобиля? Днем или ночью? (Только для водителей автомобилей). Возможными вариантами ответов были: постоянно (2 балла), изредка (1 балл), никогда (0 баллов).

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием приложения Microsoft Excel 2010 и статистической программы Statistica 10.1 («StatSoft», США). Проведен расчет среднего арифметического значения (M), стандартного отклонения от среднего арифметического значения (SD), минимальных (min) и максимальных (max) значений. Для оценки достоверности полученных результатов при сравнении средних показателей использовался t- критерий Стьюдента, при этом различия между выборками считали достоверными при  $p < 0,05$  с учетом возможного  $p < 0,01$ .

### **Результаты работы и их обсуждение**

Результаты оценки клинической эффективности бинокулярной имплантации ИОЛРГФ с технологией формирования волнового фронта («AcrySof IQ Vivity») свидетельствуют о минимальной (10%) вероятности возникновения оптических эффектов, статистически значимом ( $p < 0,05$ ) повышении (по сравнению с предоперационными показателями) НКОЗ и МКОЗ вдаль и на среднем расстоянии при менее значимой динамике показателя МКОЗ вблизи ( $0,68 \pm 0,19$  отн. ед. по сравнению с  $0,57 \pm 0,16$  отн.ед.,  $p > 0,05$ ).

Результаты сравнительной оценки клинической эффективности бинокулярной имплантации ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity» и ТИОЛ «AcrySof PanOptix» представлены на рисунках 1-6.

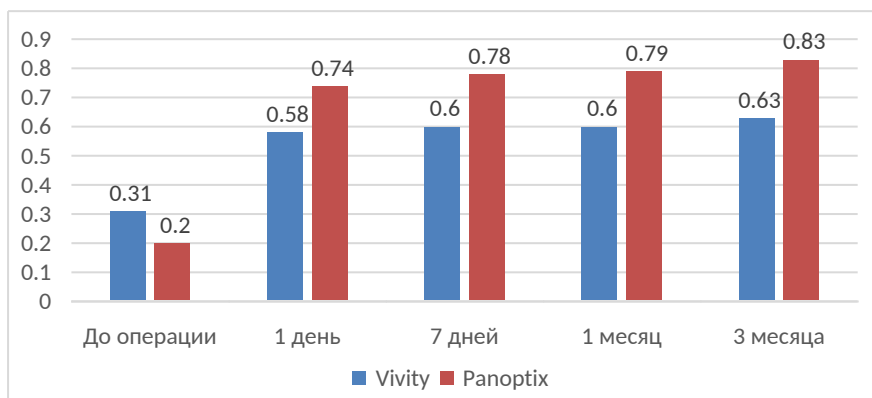


Рисунок 1 - НКОЗб после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

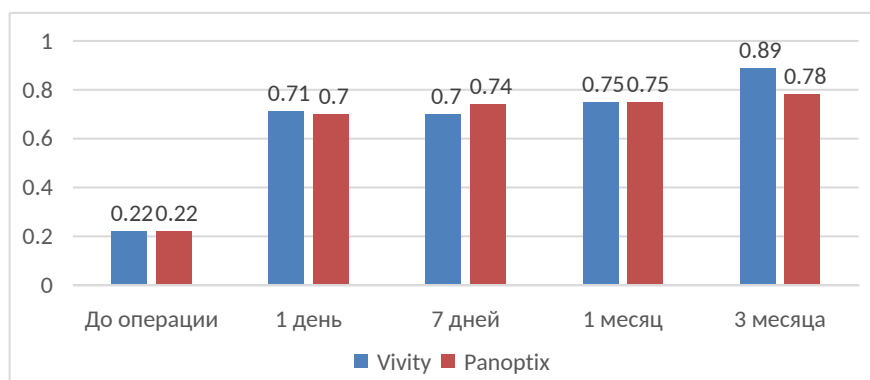


Рисунок 2 - НКОЗс после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

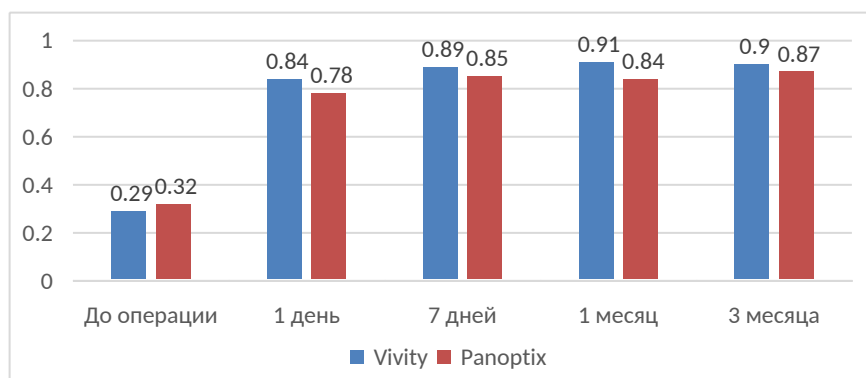


Рисунок 3 - НКОЗд после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

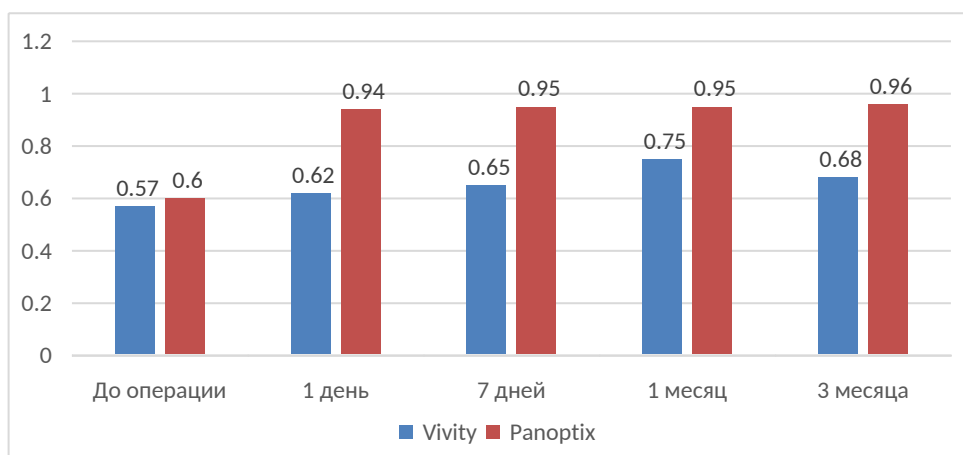


Рисунок 4 - Зрение вблизи при МКОЗд после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

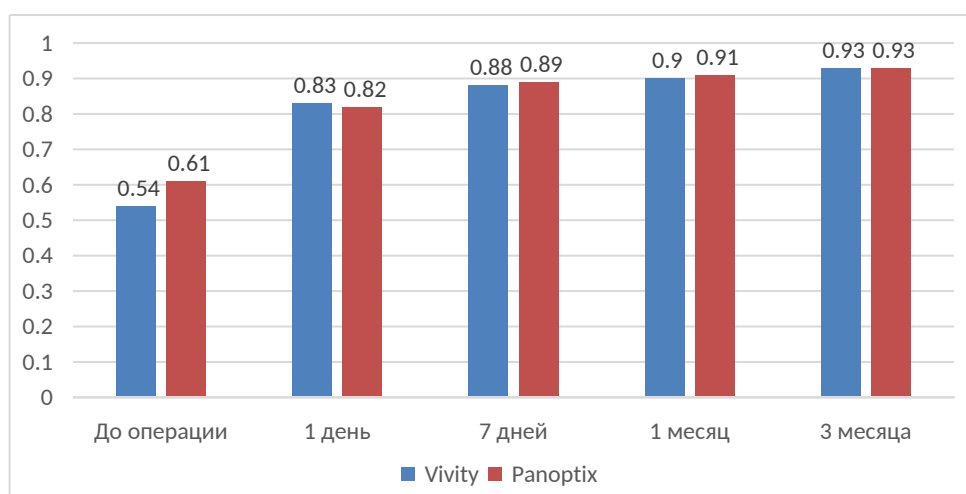


Рисунок 5 - Зрение на среднем расстоянии при МКОЗд после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

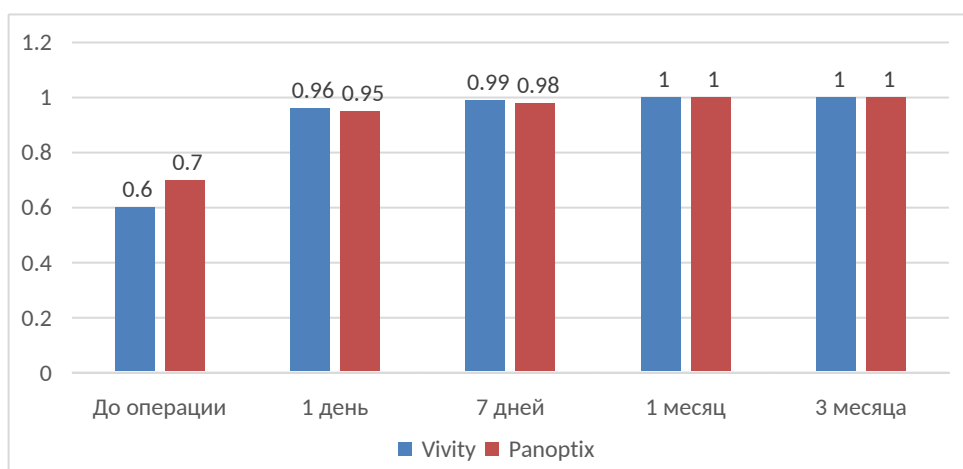


Рисунок 6 - МКОЗд после имплантации двух исследуемых линз (бинокулярная оценка)

Во всех группах отмечено значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение НКОЗб, НКОЗс и НКОЗд в максимальный период наблюдения по сравнению с дооперационными показателями. В III группе (ИОЛ AcrySof PanOptix) отмечалась значимо лучшая динамика НКОЗб ( $0,83 \pm 0,13$  по сравнению с  $0,2 \pm 0,04$  до операции против  $0,63 \pm 0,09$  по сравнению с  $0,2 \pm 0,06$  до операции) во II группе (ИОЛРГФ AcrySof IQ Vivity), различия были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ). При сравнении НКОЗд между группами значимых различий не выявлено.

В группе III показаны большие значения МКОЗб по сравнению с группой II ( $0,98 \pm 0,15$  против  $0,68 \pm 0,08$ , соответственно,  $p < 0,05$ ). Данные различия могут связаны с разными принципами конструкции исследуемых ИОЛ. При сравнении МКОЗс ( $0,93 \pm 0,10$  против  $0,54 \pm 0,05$  до операции в группе II и  $0,93 \pm 0,05$  против  $0,61 \pm 0,08$  до операции в III группе) и МКОЗд ( $1,0 \pm 0,01$  против  $0,6 \pm 0,07$  во II группе и  $1,0 \pm 0,03$  против  $0,7 \pm 0,10$  в III группе) через 3 месяца наблюдения значимых различий не выявлено ( $p > 0,1$ ).

Монокулярная кривая дефокуса (острота зрения по шкале logMAR) через 3 месяца после хирургического вмешательства представлена на рисунке 7.

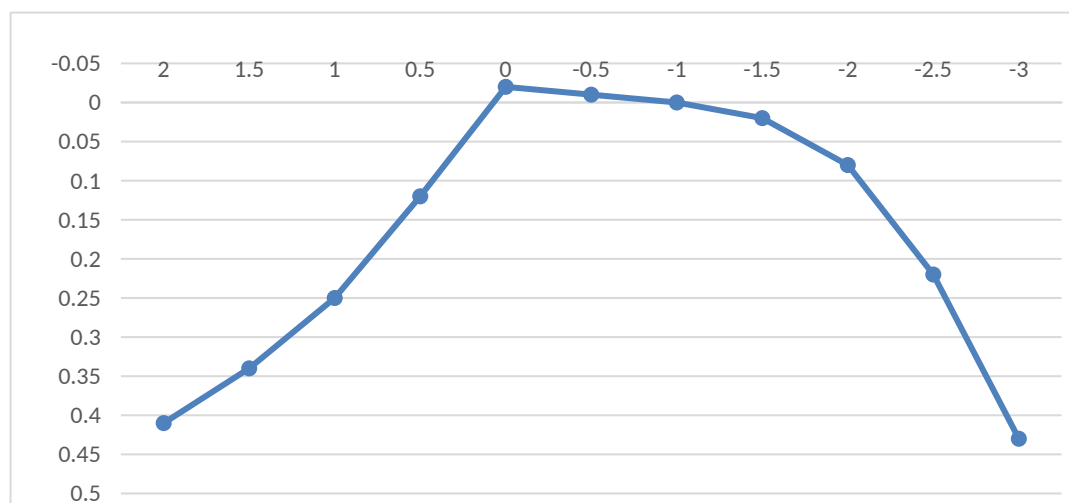


Рисунок 7 - Монокулярная кривая дефокуса при имплантации ИОЛ AcrySof IQ Vivity (шкала logMAR)

Представленные результаты свидетельствуют, что максимальная острота зрения от  $-0,02$  до  $0,02$  logMAR, что соответствует остроте зрения  $0,9-1,0$  в десятичной системе измерения, показана для глубины фокуса между  $0,0$  и  $-1,5$  дптр (между средним и дальним расстоянием). На ближнем расстоянии (глубина фокуса от  $-2,0$  до  $-3,0$  дптр) острота зрения снижалась и составила от  $0,08$  до  $0,43$  logMAR (в среднем  $0,18$  logMAR= $0,63$  в десятичной системе измерения), что в целом свидетельствует о некотором преимуществе имплантации данной ИОЛ для коррекции остроты зрения вдаль и на промежуточном

расстоянии. Наряду с этим, установлено, что наименьшая абсолютная погрешность при предоперационном расчете ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity» определена (в порядке возрастания) для формул Kane, Barrett Universal II и SRK/T. Следует отметить, что полученные результаты в целом согласуются с ранее проведенными исследованиями [Куликов И.В. с соавт., 2022; Gundersen К.Ж. с соавт., 2021; Van Amelsfort Т. с соавт., 2022].

Результаты клинико-функциональной сравнительной оценки бинокулярной имплантации ТИОЛ («AcrySof PanOptix») и ИОЛРГФ («AcrySof IQ Vivity») свидетельствуют, что при сходных послеоперационных величинах МКОЗ и НКОЗ для дали ТИОЛ ассоциирована с достижением существенно более высокой НКОЗ вблизи ( $0,83 \pm 0,13$  по сравнению с  $0,63 \pm 0,09$  отн. ед.,  $p < 0,05$ ), в то время как имплантация ИОЛРГФ сопровождается несколько лучшей остротой зрения на среднем расстоянии и выраженным снижением частоты возникновения неблагоприятных оптических явлений («глэр» и «гало» 10% по сравнению с 32,8%,  $p < 0,01$  и 10% по сравнению с 27,6%,  $p < 0,01$  соответственно). Бинокулярная кривая дефокуса при имплантации двух ИОЛ представлена на рисунке 8.

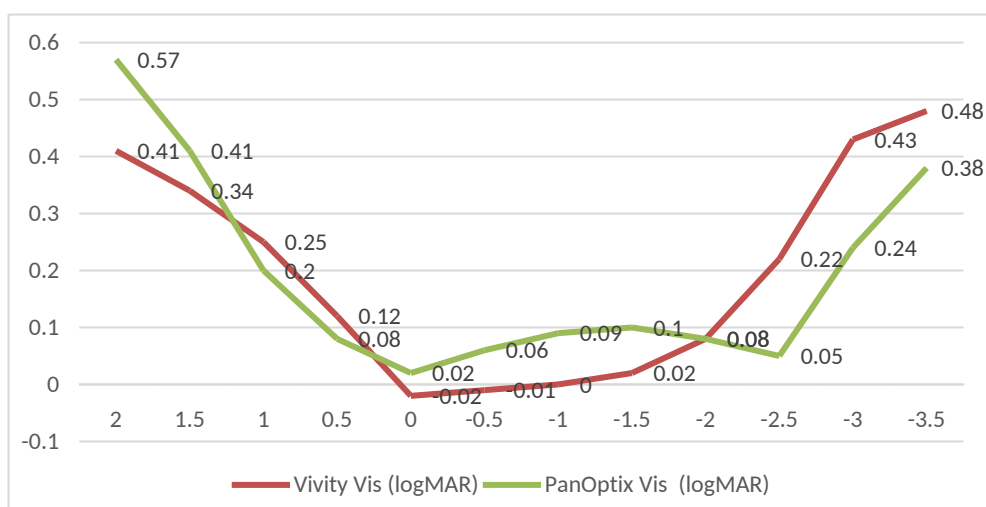


Рисунок 8 - Бинокулярная кривая дефокуса при имплантации ИОЛ «AcrySof PanOptix» и «AcrySof IQ Vivity» (шкала logMAR)

Полученные результаты свидетельствуют, что наилучшие показатели для ИОЛ «AcrySof IQ Vivity» отмечаются для дефокуса  $-0,02$  logMAR [(1,0 в десятичной шкале) и  $0,02$  logMAR (0,96 в десятичной шкале)], что свидетельствовало об эффективной коррекции остроты зрения вдаль. При (-)1,0 дптр (коррекция зрения на среднем расстоянии) отмечали преимущество «AcrySof IQ Vivity» ( $-0,02$  и  $-0,01$ ) по сравнению с мультифокальной ИОЛ (0,88). Однако для глубины фокуса от (-)2,0 дптр до (-)2,5 дптр (ближкое расстояние) снижение остроты зрения в группе с имплантацией «AcrySof IQ

Vivity» составляло с 0,09 до 0,23 logMAR (с 0,82 до 0,60 в десятичной шкале), в то время как в группе с имплантацией «AcrySof IQ Vivity» – от 0,05 до 0,08 logMAR (от 0,9 до 0,84), что ассоциировано со значимым преимуществом ТИОЛ для коррекции остроты зрения вблизи.

Научное обоснование и разработка методики комбинированного применения для коррекции афакии пациентам пресбиопического возраста ИОЛРГФ, формирующей волновой фронт и ТИОЛ с позиции тактики имплантации (ведущий, неведущий глаз) и основных предоперационных показаний выполнялось в соответствии с полученными в рамках настоящей работы результатами и включала в себя следующие положения:

- ~ имплантация обоих видов ИОЛ обеспечивает достижение требуемой НКОЗ и МКОЗ для дали;
- ~ НКОЗ и МКОЗ на среднем расстоянии несколько лучше при имплантации ИОЛРГФ;
- ~ имплантация ТИОЛ сопровождается достижением требуемой НКОЗ и МКОЗ для близи, а также низкой вероятностью в послеоперационной очковой коррекции для близи;
- ~ имплантация ИОЛРГФ ассоциируется с минимизацией частоты возникновения в послеоперационном периоде неблагоприятных оптических явлений;
- ~ основными показаниями к комбинированному применению ТИОЛ и ИОЛРГФ являются: предпочтительный возраст 40-60 лет, профессиональная деятельность, связанная со зрительно-напряженным трудом и (или) вождением автомобиля, активный образ жизни, отсутствие значимой сопутствующей офтальмологической патологии, комплаентность пациента и его осведомленность о возможных последствиях имплантации ТИОЛ;
- ~ в методическом плане первым этапом проводится имплантация ТИОЛ в неведущий глаз, после чего оценивали субъективные жалобы пациента. При наличии значимых жалоб на побочные оптические феномены пациенту предлагается имплантация ИОЛРГФ в ведущий глаз.

Результаты комплексной оценки клинической эффективности комбинированной (ТИОЛ + ИОЛРГФ) методики по сравнению с бинокулярной имплантацией ИОЛРГФ и ТИОЛ представлены на рисунках 9,10,11 и в таблице 1.

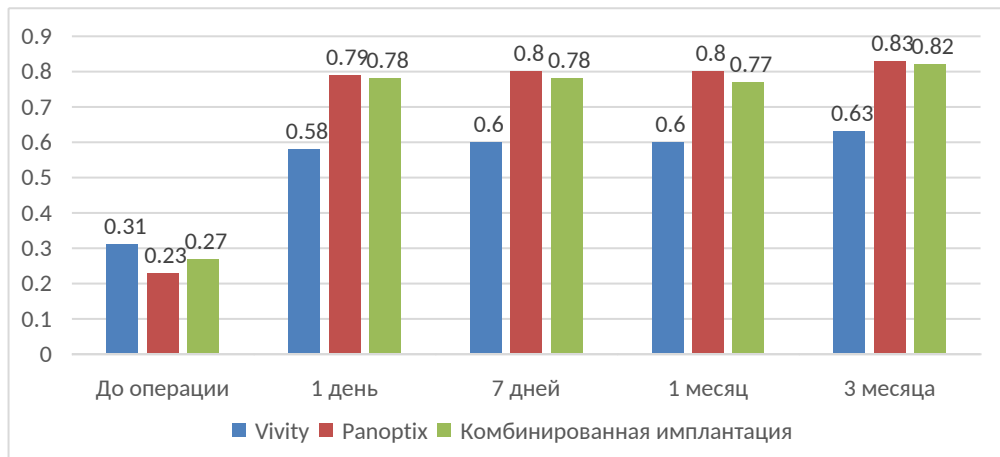


Рисунок 9 - НКОЗб после имплантации исследуемых линз (бинокулярная оценка)

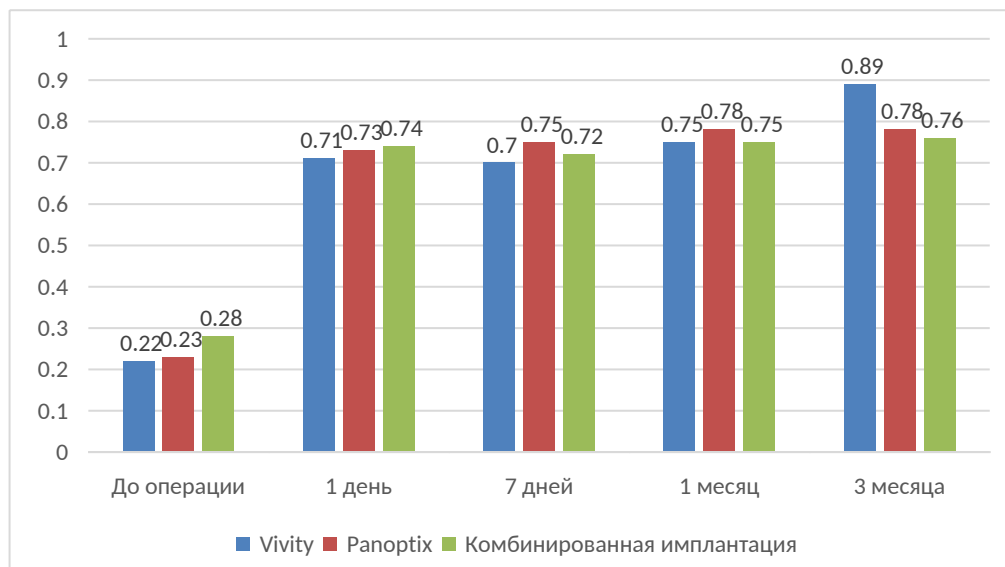


Рисунок 10 - НКОЗс после имплантации исследуемых линз (бинокулярная оценка)

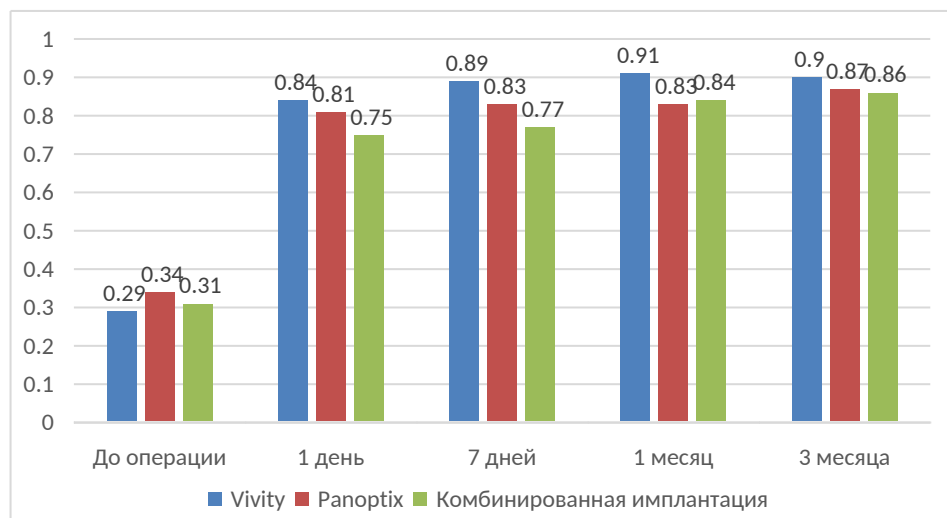


Рисунок 11 - НКОЗд после имплантации исследуемых линз (бинокулярная оценка)

Представленные данные свидетельствуют, что во всех группах отмечено значимое ( $p < 0,05$ ) увеличение НКОЗб, НКОЗс и НКОЗд в максимальный период наблюдения по сравнению с дооперационными показателями. В группе III (билатеральная имплантация ТИОЛ) и в группе I (комбинированная имплантация ТИОЛ+ ИОЛРГФ) отмечено значимое большее увеличение НКОЗб и МКОЗб в период наблюдения 3 месяца по сравнению с группой II (билатеральная имплантация ИОЛРГФ, до  $0,83 \pm 0,14$ ;  $p < 0,05$ ) и  $0,82 \pm 0,09$  ( $p = 0,048$ ) при коррекции для дали на всем периоде наблюдения ( $p < 0,05$ ). В группе II показано увеличение НКОЗс с  $0,22 \pm 0,03$  до операции до  $0,89 \pm 0,16$  через 3 месяцев после хирургического вмешательства. В группе III НКОЗс составила  $0,78 \pm 0,12$ . Увеличение НКОЗс в группе I составило с  $0,28 \pm 0,05$  до  $0,76 \pm 0,09$ , соответственно. Различия между группами не были статистически значимыми ( $p > 0,05$ ).

Пациенты группы II характеризовались увеличением НКОЗд с  $0,29 \pm 0,09$  до операции до  $0,9 \pm 0,20$  в максимальном периоде наблюдения. В группе III отмечена схожая динамика ( $0,34 \pm 0,09$  и  $0,87 \pm 0,13$ , соответственно). За аналогичный период наблюдения отмечено увеличение НКОЗд в группе I с  $0,31 \pm 0,06$  до  $0,86 \pm 0,14$ , соответственно. Различия между группами во всех периодах наблюдения не были статистически значимыми ( $p > 0,05$ ).

Таблица 1 - Сравнительная оценка основных исследуемых параметров при бинокулярном исследовании в группах в срок наблюдения 3 месяца после хирургического вмешательства

Показатель M± SD Мин.-Макс.	Группы пациентов			Уровень достоверности, p
	Группа I (комбинированная имплантация ТИОЛ+ ИОЛРГФ) (40 пациентов (80 глаз))	Группа II (билатеральная имплантация ИОЛРГФ) (40 пациентов (80 глаз))	Группа III (билатеральная имплантация ТИОЛ) (58 пациентов (116 глаз))	
НКОЗб, отн.ед.	0,82±0,13 0,64 – 0,93	0,63±0,09 0,45 – 0,81	0,83±0,10 0,68 – 0,95	<0,05 I и III против II
НКОЗс, отн.ед.	0,76±0,12 0,51 – 0,88	0,89±0,13 0,59 – 0,95	0,78±0,12 0,60 – 0,92	>0,05
НКОЗд, отн.ед.	0,86±0,16 0,75 – 0,96	0,9±0,16 0,78 – 0,97	0,87±0,15 0,81 – 0,98	>0,05
МКОЗб, отн.ед.	0,92±0,18 0,85 – 0,96	0,68±0,14 0,53 – 0,82	0,96±0,21 0,88 – 1,0	<0,05 I и III против II
МКОЗс, отн.ед.	0,91±0,20 0,87 – 1,0	0,9±0,19 0,83 – 1,0	0,93±0,20 0,86 – 1,0	>0,05
МКОЗд, отн.ед.	1,0±0,23 0,99 – 1,0	1,0±0,23 0,98 – 1,0	1,0±0,22 0,99 – 1,0	>0,05
Глэр, баллы	0,1 0-1	0,1 0-1	0,328 0-1	<0,05 I и II против III
Гало, баллы	0,1	0,1	0,276	<0,05 I и II против III
Трудности при вождении автомобиля, баллы	0,05 0-1	0	0,241 0-1	<0,05 I и II против III
Необходимость в очковой коррекции, в % от общего числа пациентов	0	36,7	7,4	<0,01 I против, <0,05 I и III
Удовлетворенность от операции пациента «Отлично»/«Хорошо», в % от общего числа пациентов	97,5/2,5	90/10	89,6/10,4	<0,05 I против II и III

В группе II отмечено увеличение МКОЗб с  $0,57\pm 0,09$  до  $0,68\pm 0,12$ , в группе III – с  $0,65\pm 0,15$  до  $0,96\pm 0,19$ , в группе I - МКОЗб при коррекции для дали –  $0,92\pm 0,14$  ( $p < 0,05$  при сравнении групп I и III и группы II). В группе II отмечено увеличение МКОЗс с  $0,54\pm 0,10$  до  $0,93\pm 0,21$ , в группе III – с  $0,69\pm 0,14$  до  $0,97\pm 0,18$ , в группе I – с  $0,54\pm 0,11$  до  $0,91\pm 0,19$ . Увеличение МКОЗд в группе II составило с  $0,6\pm 0,13$  до  $1,0\pm 0,07$ , в группе III – с  $0,75\pm 0,18$  до  $1,0\pm 0,02$ , в группе I – с  $0,64\pm 0,10$  до  $1,0\pm 0,20$ . При сравнении между группами значимых различий не выявлено ( $p > 0,05$ ).

В группе II на «глэр» предъявляли жалобы 10% пациентов, на «гало» – 10%, на трудности при вождении в ночное время жалоб не было. У пациентов III группы частота нежелательных оптических феноменов была значимо выше - на глэр предъявляли жалобы 32,8% пациентов, на гало – 27,6% и на трудности при вождении в ночное время – 24,1% пациентов. В группе I частота жалоб была сопоставима с группой II 0 - глэр (10%), гало (10%) и трудности при вождении автомобиля в сумерках (5%). Указанные побочные феномены не влияли на общую удовлетворенность пациентов: В группе II 90% оценили результат как «отличный» и 10% - как «хороший». В III группе 89,6% пациентов оценили результат хирургического вмешательства как «отличный» и 10,4% – как «хороший». 95% порекомендовали группы II и 93,1% группы III порекомендовали бы имплантацию данных ИОЛ своим родственникам и знакомым. В группе I в 97,5% случаев (39 человек) оценили результат хирургического вмешательства как «отлично», 2,5% (1 человек) – как «хорошо». Все пациенты порекомендовали бы имплантацию данных ИОЛ своим знакомым и родственникам в случае такого вопроса с их стороны. В группе II 36,7% потребовалась очковая коррекция вблизи после операции. В группе III только в 7,4% случаев пациентам была необходима очковая коррекция для чтения на близком расстоянии. Необходимость в очковой коррекции для чтения в группе I отсутствовала.

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что в литературе присутствуют лишь единичные исследования [Labiris G., 2024], посвященные применению ИОЛ «AcrySof IQ Vivity» и «AcrySof PanOptix», которые по некоторым показателям подтверждают эффективность комбинированного подхода. В то же время, применяемый в настоящей работе комплексный подход к оценке клинической эффективности комбинированной коррекции афакии, основанный на оценке остроты зрения на различных расстояниях, кривых дефокуса и всестороннего изучения субъективного

статуса пациента, отображает, с нашей точки зрения, научную новизну проведенного исследования.

Таким образом, комбинированная последовательная имплантация (ТИОЛ + ИОЛРГФ) обеспечивает (по сравнению с бинокулярной имплантацией ИОЛРГФ или ТИОЛ) существенно более высокий уровень «качества жизни» пациента в послеоперационном периоде. Практическое внедрение разработанной методики комбинированной имплантации обеспечит повышение уровня оказания офтальмологической помощи пациентам с бинокулярной катарактой.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты оценки клинической эффективности бинокулярной имплантации интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса (ИОЛРГФ) с технологией формирования волнового фронта («AcrySof IQ Vivity») свидетельствуют о минимальной (10%) вероятности возникновения оптических эффектов, статистически значимом ( $p < 0,05$ ) повышении (по сравнению с предоперационными показателями) некорректируемой (НКОЗ) и максимально корректируемой (МКОЗ) остроты зрения вдаль и на среднем расстояниях при менее значимой динамике показателя МКОЗ вблизи ( $0,68 \pm 0,19$  отн. ед. по сравнению с  $0,57 \pm 0,16$  отн. ед.,  $p > 0,05$ ), при этом в 36,7% случаев пациентам потребовалась очковая коррекция для чтения. Наименьшая абсолютная погрешность при предоперационном расчете ИОЛ определена (в порядке возрастания) для формул Kane, Barrett Universal II и SRK/T.

2. Клинико-функциональные результаты сравнительной оценки бинокулярной имплантации трифокальной ИОЛ (ТИОЛ «AcrySof PanOptix») и ИОЛРГФ («AcrySof IQ Vivity») свидетельствуют, что при сходных послеоперационных величинах МКОЗ и НКОЗ для дали ТИОЛ ассоциирована с достижением существенно более высокой НКОЗ вблизи ( $0,83 \pm 0,13$  по сравнению с  $0,63 \pm 0,09$  отн. ед.,  $p < 0,05$ ), в то время как имплантация ИОЛРГФ сопровождается несколько лучшей остротой зрения на среднем расстоянии и выраженным снижением частоты возникновения неблагоприятных оптических явлений («глэр» и «гало» 10% по сравнению с 32,8%,  $p < 0,01$  и 10% по сравнению с 27,6%,  $p < 0,01$  соответственно).

3. Научно обоснована и разработана методика комбинированной последовательной имплантации ТИОЛ (в неведущий глаз) и ИОЛРГФ (в ведущий глаз) для коррекции афакии с учетом показаний (предпочтительный возраст 40-60 лет, профессиональная деятельность, связанная со зрительно-напряженным трудом и (или) вождением автомобиля, активный образ жизни, отсутствие значимой сопутствующей офтальмологической патологии).

4. Результаты комплексной оценки клинической эффективности комбинированной (ТИОЛ+ ИОЛРГФ) методики по сравнению с бинокулярной имплантацией ИОЛРГФ и ТИОЛ свидетельствует о более высокой клинической эффективности разработанного подхода, что подтверждается достижением (по сравнению с ИОЛРГФ) существенно более высокого уровня НКОЗ и МКОЗ вблизи ( $0,82 \pm 0,13$  отн.ед. и  $0,63 \pm 0,09$  отн.ед,  $p < 0,05$ ;  $0,92 \pm 0,18$  отн.ед. и  $0,68 \pm 0,14$  отн.ед.,  $p < 0,05$ ), а также (по сравнению с ТИОЛ) минимизацией неблагоприятных оптических явлений при сходном высоком ( $0,86-1,0$  отн.ед.) уровне во всех группах НКОЗ и МКОЗ вдаль и отсутствии статистически значимых различий НКОЗ и МКОЗ на среднем расстоянии ( $0,76-0,93$  отн.ед.)

5. Комбинированная бинокулярная имплантация (ТИОЛ + ИОЛРГФ) обеспечивает (по сравнению с ИОЛРГФ и ТИОЛ) существенно более высокий уровень «качества жизни» пациента в послеоперационном периоде, что подтверждается «отличной» удовлетворенностью (97,5; 90; 89,6% от общего числа случаев,  $p < 0,05$ ) и необходимостью в очковой коррекции для близи (0% по сравнению с 36,7%,  $p < 0,01$ ; 0% по сравнению с 7,4%,  $p < 0,05$  соответственно).

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Основными показаниями к комбинированной последовательной имплантации ТИОЛ «AcrySof PanOptix» (в неведущий глаз) и ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity» (в ведущий глаз) для коррекции афакии являются: предпочтительный возраст 40-60 лет, профессиональная деятельность, связанная со зрительно-напряженным трудом и (или) вождением автомобиля, активный образ жизни, отсутствие значимой сопутствующей офтальмологической патологии.

2. Наименьшая абсолютная погрешность при предоперационном расчете ИОЛРГФ «AcrySof IQ Vivity» определена (в порядке возрастания) для формул Kane, Barrett Universal II и SRK/T.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Коновалова М.М. Результаты билатеральной имплантации трифокальной интраокулярной линзы и интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса. **Вестник офтальмологии**. 2022;138(5):30-38.
2. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Корнеева Е.А. Недифракционная интраокулярная линза с расширенной глубиной фокуса, формирующая волновой фронт: первый опыт имплантации. **Офтальмология**. 2022;19(4):774–781.
3. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Корнеева Е.А. Имплантация недифракционной интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса. Отражение. 2023; 1(15):68-72
4. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Корнеева Е.А. Первый опыт имплантации недифракционной ИОЛ с расширенной глубиной фокуса, формирующей волновой фронт. Современные технологии в офтальмологии. 2023; 4(50):119-125
5. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А. Особенности расчета оптической силы недифракционной интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса. **Точка зрения. Восток – Запад**. 2024;11(1): 11–15.
6. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Корнеева Е.А. Результат имплантации интраокулярных линз с расширенной глубиной фокуса. **Вестник офтальмологии**. 2024;140(2):40-46.
7. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Баталина Л.В. Комбинированная имплантация мультифокальных ИОЛ и ИОЛ с расширенной глубиной фокуса. **Офтальмология**. 2024;21(2):282–288.
8. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В., Баталина Л.В. Имплантация ИОЛ с расширенной глубиной фокуса у пациентов после имплантации монофокальной ИОЛ на контралатеральном глазу. **Офтальмология**. 2024;21(3):464–470.
9. Пашинова Н.Ф., Першин К.Б., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А., Косова И.В. Анализ результатов комбинированной имплантации ИОЛ с расширенной глубиной фокуса и мультифокальной ИОЛ. Современные технологии в офтальмологии. 2025; 4(62): 88-94
10. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А. Мультифокальные и EDOF ИОЛ – возможности комбинированной имплантации. Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2025; 5:112-115.

### Список сокращений

Группа пациентов I – комбинированная имплантация «AcrySof PanOptix» и «AcrySof IQ Vivity»

Группа пациентов II – бинокулярная имплантация «AcrySof IQ Vivity»

Группа пациентов III - бинокулярная имплантация «AcrySof PanOptix»

ИОЛ – интраокулярная линза

ИОЛРГФ – интраокулярная линза с расширенной глубиной фокуса

МКОЗ – максимально скорректированная острота зрения

МКОЗб – максимально скорректированная острота зрения вблизи

МКОЗд – максимально скорректированная острота зрения вдаль

МКОЗс – максимально скорректированная острота зрения на среднем расстоянии

НКОЗ – нескорректированная острота зрения

НКОЗб – нескорректированная острота зрения вблизи

НКОЗд – нескорректированная острота зрения вдаль

НКОЗс – нескорректированная острота зрения на среднем расстоянии

ТИОЛ – трифокальная ИОЛ

ФЭК – факоэмульсификация катаракты