

Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз

Д.Ф. Белов^{1,2}В.П. Николаенко^{1,2}Д.Е. Дмитриева²

¹ СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2»
пер. Учебный, 5, Санкт-Петербург, 194354, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):29-34

Цель исследования: сравнение точности десяти формул расчета интраокулярных линз (ИОЛ). **Пациенты и методы.** Исследуемую группу составили 784 пациента (784 глаза), которым была выполнена фактоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ИОЛ. Биометрия выполнялась на аппаратах IOL-Master 500 и 700 (Carl Zeiss, Германия). Спустя месяц после ФЭ оценивали сферозэквивалент полученной рефракции на аппарате Торсон-8800 (Япония). В качестве критериев точности формул расчета ИОЛ использовались: средняя ошибка расчета (СОР) (разница между полученным через месяц после ФЭ сферозэквивалентом и ожидаемой рефракцией), а также значение средней ошибки расчета по модулю (МСОР), в качестве комплексного параметра оценки применен коэффициент эффективности формулы (КЭФ). **Результаты.** В порядке убывания КЭФ формулы были ранжированы следующим образом: Kane (10,20), Hill RBF (10,00), Barrett (9,62), Holladay I (9,52), Hoffer QST (9,26), Ladas Super Formula (9,17), EVO (9,09), Hoffer Q (8,40), SRH/T (8,13), Pearl DGS (8,00). Наименьшие значения МСОР показали формулы Kane ($0,33 \pm 0,25$), Hill RBF ($0,33 \pm 0,24$) и Barrett ($0,34 \pm 0,25$), а наибольшие — SRH/T ($0,36 \pm 0,27$), Hoffer Q ($0,36 \pm 0,25$) и Pearl DGS ($0,39 \pm 0,37$). **Заключение.** Все формулы продемонстрировали сопоставимые результаты, но наибольшей точностью обладают калькуляторы Kane, Hill RBF, Barrett, однако другие формулы (SRH/T, Holladay I, Hoffer Q, Ladas Super Formula, EVO, Hoffer QST, Pearl DGS) демонстрируют сопоставимые с вышеперечисленными калькуляторами результаты.

Ключевые слова: фактоэмульсификация, интраокулярная линза, расчет ИОЛ, биометрия, формула расчета ИОЛ, искусственный интеллект, регрессионный анализ

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П., Дмитриева Д.Е. Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2025;22(1):29-34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-29-34>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas

D.F. Belov^{1,2}, V.P. Nikolaenko^{1,2}, D.E. Dmitrieva²

¹ Saint-Petersburg Multifield Hospital No. 2
Uchebnyi lane, 5, Saint-Petersburg, 194354, Russian Federation

² Saint Petersburg State University
University emb., 7/9, Saint-Petersburg, 190034, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):29–34

Purpose: to assess accuracy of 10 intraocular lens (IOL) calculation formulas. **Patients and methods.** 784 patients (784 eyes) formed study group. Every patient underwent phacoemulsification (PE) with IOL implantation. Biometry for IOL calculation was performed on IOL-Master 500 and 700 (Carl Zeiss, Germany). 1 month after PE spherical equivalent of refraction (Topcon-8800, Japan) was assessed. To compare refractive results of formulas, mean calculation error (ME), mean absolute calculation error (MAE) and formula performance index (FPI) were assessed. **Results.** The following formulas are presented in descending order of the FPI: Kane (10.20), Hill RBF (10.00), Barrett (9.62), Holladay I (9.52), Hoffer QST (9.26), Ladas Super Formula (9.17), EVO (9.09), Hoffer Q (8.40), SRH/T (8.13), Pearl DGS (8.00). The lowest MAE shows Kane formula (0.33 ± 0.25), Hill RBF (0.33 ± 0.24) and Barrett (0.34 ± 0.25). The greatest MAE — SRH/T (0.36 ± 0.27), Hoffer Q (0.36 ± 0.25) and Pearl DGS (0.39 ± 0.37). **Conclusion.** The highest accuracy was demonstrated by Kane, Hill RBF and Barrett formulas, however, other formulas (SRH/T, Holladay I, Hoffer Q, Ladas Super Formula, EVO, Hoffer QST, Pearl DGS) demonstrate comparable results with the above.

Keywords: phacoemulsification, intraocular lens, IOL calculation, biometrics, IOL calculation formula, artificial intelligence, regression analysis

For citation: Belov D.F., Nikolaenko V.P., Dmitrieva D.E. Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):29–34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-29-34>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день разработаны десятки формул расчета оптической силы интраокулярных линз (ИОЛ), однако стабильное и предсказуемое достижение запланированной рефракции остается основной проблемой катарактальной хирургии [1, 2]. Так, на практике «идеальное» попадание (в интервале $\pm 0,25$ дптр) достигается всего в 40–50 % случаев [3], что особенно критично при расчете мультифокальных ИОЛ, а также линз с увеличенной глубиной фокуса [4, 5].

Целью данного исследования явилось сравнение точности 10 формул расчета ИОЛ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Данная работа выполнена на базе центра офтальмологии СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2».

В исследуемую группу вошли 784 пациента (280 мужчин и 504 женщины), средний возраст $74,33 \pm 8,72$ года, которым с использованием аппарата Alcon CENTURION System через роговичный разрез 2,2 мм была выполнена неосложненная факоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ИОЛ в капсулярный мешок.

Профилактика инфекции и чрезмерной воспалительной реакции включала в себя двукратную (за 60 и 30 минут до начала вмешательства) инстилляцию фиксированной комбинации левофлоксацина 5 мг/мл и кеторолака 5 мг/мл («Сигницеф® плюс», «Сентисс»), трехминутную обработку периокулярной области

и глазной поверхности 5 % раствором повидон-йода, опциональное завершение ФЭ субконъюнктивальной инъекцией 0,05 г цефазолина и 2 мг дексаметазона с последующими четырехкратными инстилляциями «Сигницеф® плюс» на протяжении пяти суток и 0,1 % раствора фторметолона («Флоас моно») в течение двух недель.

Всем пациентам до операции для расчета ИОЛ выполняли оптическую биометрию с помощью аппаратов IOL-Master 500 и 700 (Carl Zeiss, Германия). Спустя месяц после ФЭ оценивали сферозэквивалент полученной рефракции на аппарате Topcon-8800 (Япония) [1].

В качестве критериев точности формул расчета ИОЛ использовались следующие параметры: средняя ошибка расчета (СОР) (разница между полученным через один месяц после ФЭ сферозэквивалентом и ожидаемой рефракцией) — критерий, показывающий адекватность оптимизации а-константы ИОЛ (должен быть сведен к 0 [6]), а также значение средней ошибки расчета по модулю (МСОР) — количественный показатель отклонения от запланированной рефракции (чем выше его значение, тем менее точной является формула). Оценивалась зависимость ошибки от биометрических параметров глаза (аксиальная длина, средняя преломляющая сила роговицы, глубина передней камеры, а также пол пациента) — скорректированный коэффициент детерминации (R^2) линейной регрессии. Чем больше значение R^2 , тем чаще встречаются ошибки, связанные с непропорциональным строением глаза. Для сравнения калькуляторов оценивали также частоту попадания

Д.Ф. Белов, В.П. Николаенко, Д.Е. Дмитриева

Контактная информация: Белов Дмитрий Федорович belovd1990@gmail.com

Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз

в целевую рефракцию в интервалах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и $>1,00$ дптр. В качестве комплексного параметра оценки использовался разработанный нами коэффициент эффективности формулы расчета ИОЛ:

$$КЭФ = \frac{1}{(МСОР + СО + (ОР > 0,50 \text{ дптр}) + R^2)^{-1}}$$

где МСОР — модуль средней ошибки расчета ИОЛ (разница между полученной через один месяц после ФЭ и расчетной рефракцией по модулю), дптр;

СО — стандартное отклонение ошибки расчета без учета знака, дптр;

ОР > 0,50 дптр — доля случаев ошибки расчета, превышающей 0,50 дптр;

R^2 — скорректированный коэффициент детерминации линейной регрессии, где зависимой переменной является ошибка расчета ИОЛ, а факторами, влияющими на нее (ковариатами), — аксиальная длина глаза, среднее значение кератометрии, глубина передней камеры и пол пациента.

Более высокие значения КЭФ свидетельствуют о большей точности формулы расчета ИОЛ и наоборот.

В таблице 1 представлены использованные в ходе исследования модели ИОЛ с их оптимизированными по методике К. Hoffer а-константами [7]. Оптимизация а-констант производилась для сведения средней ошибки расчета ИОЛ к нулю, что необходимо для корректного сравнения формул.

В исследовании сравнивали 10 различных формул расчета ИОЛ: SRK/T, Holladay I, Hoffer Q, Kane, Barrett Universal II (Barrett), Hill RBF (версия 3.0), Ladas Super Formula (LSF), EVO formula (версия 2.0), Hoffer QST, Pearl DGS.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Статистическая обработка производилась в программе Jamovi (The jamovi project (2021), jamovi (Version 2.2.5.0) [Computer Software]). Данные представлены в виде среднего значения (M) и медианы (Me), а также стандартного отклонения (SD). Некоторые данные представлены в виде диапазона значений [минимум; максимум]. Критерий Шапиро — Уилка использовался для определения нормальности распределения выборок. Непараметрический критерий Краскела — Уоллиса применялся для сравнения средних значений в группах. При анализе линейной регрессии использовался скорректированный коэффициент детерминации R^2 . Различия при $p \leq 0,05$ расценивались как статистически значимые. Используются методы описательной статистики — отношение части к целому (проценты) при описании частоты попадания в рефракцию цели в заданных диапазонах для различных формул расчета ИОЛ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ФЭ и ранний (первый месяц) послеоперационный период прошли без осложнений, что подтверждает адекватный решаемым задачам антибактериальный, противовоспалительный и обезболивающий эффекты использовавшегося алгоритма фармакологического сопровождения без риска стероидной гипертензии и возникновения/усугубления заболеваний глазной поверхности.

Таблица 1. Использованные в ходе исследования модели ИОЛ с их оптимизированными а-константами

Table 1. IOL models used in the study with their optimized a-constants

Модель ИОЛ, производитель IOL, manufacturer	а-константа, заявленная производителем a-constant declared by the manufacturer	а-константа оптимизированная Optimized a-constant	n
AcrySof SA60AT, Alcon, США (USA)	118,70	118,74	226
MIOL-SOFT-2-13, Reper HH, Россия (Russia) [1]	118,40	118,83	195
Acryfold: Centry fold 601, Appasamy Associates, Индия (India)	118,70	118,46	180
Akreos Adapt AO, Bausch + Lomb, США (USA)	118,40	118,46	143
AcrySof SN6AT, Alcon, США (USA)	119,20	119,20	16
ZCB00 Tecnis, Johnson and Johnson Vision, США (USA)	119,30	119,40	13
Clareon CNA0T0, Alcon, США (USA)	119,10	119,33	11

Таблица 2. Средние значения биометрических параметров и силы имплантированной ИОЛ в исследуемой группе

Table 2. Mean biometric values and IOL power in study group

Параметр Parameter	M ± SD (Me) [диапазон]
Преломляющая сила роговицы, дптр Mean keratometry, D	44,15 ± 1,54 (44,18) [39,36; 49,38]
Аксиальная длина, мм Axial length, mm	23,67 ± 1,37 (23,45) [19,89; 30,77]
Глубина передней камеры, мм Anterior chamber depth, mm	2,97 ± 0,41 (2,97) [1,93; 4,28]
Оптическая сила ИОЛ, дптр IOL power, D	21,00 ± 3,23 (21,50) [2,00; 31,00]

тельный и обезболивающий эффекты использовавшегося алгоритма фармакологического сопровождения без риска стероидной гипертензии и возникновения/усугубления заболеваний глазной поверхности.

В таблице 2 приведены средние значения биометрических параметров и оптической силы ИОЛ в исследуемой группе.

Обращает на себя внимание наличие различных вариантов строения глаза (короткий, средний, длинный, с крутой и плоской роговицей, мелкой и глубокой передней камерой), в том числе выбивающиеся из среднестатистических значений, что, в свою очередь, может приводить к появлению ошибок расчета искусственного хрусталика.

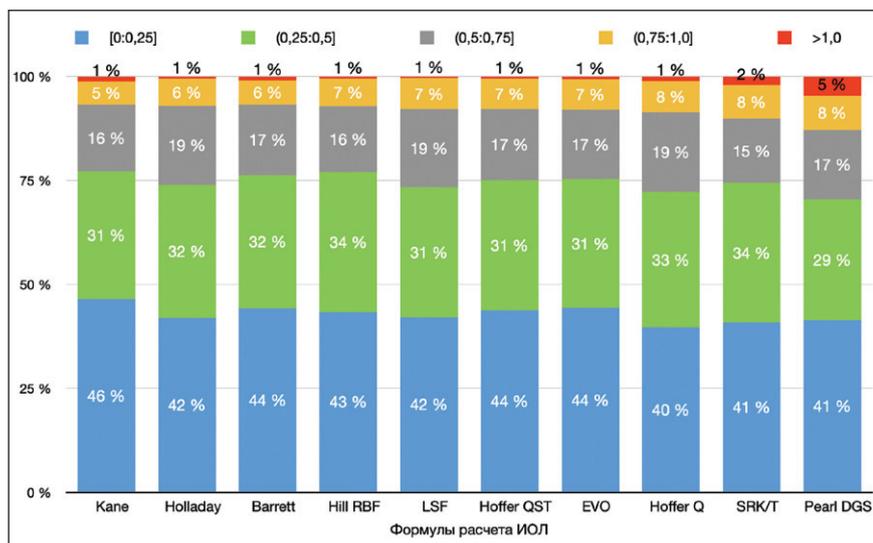
В таблице 3 приведены показатели средней ошибки расчета ИОЛ и ее значения по модулю, а также показатель коэффициента детерминации (R^2) для всех формул расчета.

На рисунке 1 показана частота попадания в рефракцию цели в диапазонах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и свыше 1,00 дптр в исследуемой группе в виде гистограмм с накоплением для всех формул.

В таблице 4 представлены значения коэффициента эффективности формул в исследуемой группе.

Таблица 3. Значения средней ошибки расчета ИОЛ и модуля средней ошибки расчета ИОЛ и значение коэффициента детерминации для формул**Table 3.** Mean and absolute IOL calculation error and linear regression determination coefficient for formulas

Параметр Parameter	Формулы расчета IOL calculation formula										ANOVA P
	SRK/T	Holladay I	Hoffer Q	Kane	Barrett	Hill RBF	LSF	EVO	Hoffer QST	Pearl DGS	
Средняя ошибка расчета, дптр Mean IOL calculation error, D	0,00 ± 0,45	0,05 ± 0,42	0,02 ± 0,43	0,02 ± 0,41	0,01 ± 0,42	0,00 ± 0,41	0,02 ± 0,43	0,04 ± 0,43	0,08 ± 0,42	0,17 ± 0,49	<0,001
Модуль средней ошибки расчета, дптр Absolute IOL calculation error, D	0,36 ± 0,27	0,35 ± 0,24	0,36 ± 0,25	0,33 ± 0,25	0,34 ± 0,25	0,33 ± 0,24	0,35 ± 0,26	0,34 ± 0,27	0,34 ± 0,25	0,39 ± 0,37	0,037
Скорректированный коэффициент детерминации R ² Adjusted linear regression coefficient R ²	0,17	0,02	0,12	0,02	0,04	0,02	0,04	0,06	0,06	0,07	неприменимо inapplicable

**Рис. 1.** Гистограммы с накоплением. Частота попадания в рефракцию цели в диапазонах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и свыше $1,00$ дптр в исследуемых группах**Fig. 1.** Stacked histograms comparing the percentage of cases within ± 0.25 , ± 0.50 , ± 0.75 , ± 1.00 and over 1.00 D in study groups

ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка точности формул расчета ИОЛ является непростой задачей из-за отсутствия механизма (инструмента) их сравнения. С появлением в 80-х годах XX века теоретических формул третьего поколения (Holladay [8], SRK/T [9], Hoffer Q [10]) частота попадания в рефракцию цели в пределах $\pm 1,00$ дптр существенно повысилась с 58–66% (для теоретических формул I поколения и регрессионных формул) до 90% и более [8]. Этот факт был обусловлен внедрением в созданные формулы параметра эффективного положения линзы (ЭПЛ) [8] как переменной, влияющей на расчет ИОЛ. К сожалению, за последние 20–30 лет подобного революционного прорыва в точности расчета рефракции искусственного хрусталика не произошло [3] (рис. 1) даже несмотря на активное внедрение

искусственного интеллекта [11] и регрессионного анализа [12] в качестве инструментов, призванных повысить рефракционные результаты.

Использование параметра МСОР для формул третьего и последующих поколений дает очень расплывчатое представление об их точности, так как значения МСОР для всех исследуемых калькуляторов оказались очень близки (табл. 3). Ряд авторов [13, 14] указывают на большую практическую значимость параметра медианной средней ошибки расчета, однако и она не способна дать реальное представление о точности формулы из-за отсутствия, как правило, статистически значимых различий.

Использование методики, оценивающей попадание в рефракцию цели в различных диапазонах ($\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и $>1,00$ дптр) дает наглядное представление

Таблица 4. Значения коэффициента эффективности формул в исследуемой группе**Table 4.** The formulas performance index in study group

Формула расчета ИОЛ IOL calculation formula	Коэффициент эффективности формулы Formula Performance Index
Kane	10,20
Hill RBF	10,00
Barrett	9,62
Holladay I	9,52
Hoffer QST	9,26
LSF	9,17
EVO	9,09
Hoffer Q	8,40
SRK/T	8,13
Pearl DGS	8,00

о точности формул (рис. 1). Тем не менее при этом способе невозможно оценить статистическую значимость полученных различий.

В литературе описано применение параметра «индекс эффективности формулы» (Formula performance index) [7], использование которого представляет определенные сложности из-за его доступности только для членов Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (ESCRS). Поэтому нами был предложен альтернативный метод, предполагающий расчет коэффициента эффективности формулы, описанный в разделе «Материалы и методы».

Наилучший результат в нашем исследовании показала формула Kane — калькулятор, в основе которого лежит математическое уравнение, оптимизированное с помощью статистических (регрессионных) методик и искусственного интеллекта [15]. О высокой эффективности данной формулы свидетельствуют многочисленные публикации [3, 16]. Схожие рефракционные исходы продемонстрировала формула Hill RBF (версия 3.0) — оба калькулятора показали наименьшие значения МСОР и стандартного отклонения СОР. Калькулятор Hill RBF не является математической формулой, а представляет собой алгоритм, обученный искусственным интеллектом (нейросетью radial basis function) на большом массиве данных (свыше 12 000 рефракционных исходов ФЭ для версии 2.0 [17]). Тройку лидеров замыкает формула Barrett Universal II, которая является математическим уравнением, оптимизированным с помощью статистических методик [18, 19]. О высоких рефракционных результатах вышеперечисленных формул, в том числе и в осложненных ситуациях (короткая аксиальная длина глаза, плотный хрусталик, наличие слабости связочного аппарата), нами было ранее сообщено в соответствующих публикациях [2, 20, 21].

Формула Holladay I, разработанная в 1988 г., показала весьма неплохой результат по сравнению с тремя упомянутыми калькуляторами (табл. 4). В литературе достаточно часто можно найти свидетельства о сопоставимой эффективности формул третьего поколения (Holladay I, SRK/T, Hoffer Q) с современными калькуля-

торами, например при расчете ИОЛ в «коротких» [22, 23] или «длинных» [24] глазах.

Наихудший результат продемонстрировала формула Pearl DGS, что, вероятно, связано с неправильной методологией работы с этим калькулятором. СОР для Pearl DGS составила $0,17 \pm 0,49$, что значимо отличается от других формул (табл. 3). Данный факт свидетельствует о необходимости отдельной оптимизации а-констант ИОЛ для этого калькулятора. Тем не менее ряд зарубежных публикаций свидетельствует о сопоставимых рефракционных результатах формулы Pearl DGS с Barrett Universal II, Hoffer QST, Kane, Hill RBF [25, 26]. В основе данной формулы лежит машинное обучение и регрессионные поправки (PEARL = ARTificial Intelligence and Linear algorithms) [26, 27], что, к сожалению, не позволяет существенным образом улучшить ее эффективность по сравнению с формулами третьего поколения (рис. 1).

Выводы

Таким образом, приходится признать, что последние три десятилетия не ознаменовались революционным повышением точности расчета ИОЛ. Использование, наряду с традиционными регрессионными методами [28], относительно «нового» машинного обучения [11] не позволяет достигать рефракции цели в пределах $\pm 0,50$ дптр более чем в 80 % случаев (по результатам этого исследования) и данным других авторов [3]. Этот факт не добавляет уверенности хирургам при расчете ИОЛ, а также может приводить к неудовлетворенности пациентов при появлении рефракционных «сюрпризов».

Очевидно, необходим новый алгоритм расчета ИОЛ, исключая использование а-константы (или ей подобной переменной) как среднестатистического значения предполагаемого ЭПЛ и опирающийся на использование рефракционного индекса материала искусственного хрусталика и его других физических характеристик.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Белов Д.Ф. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, его статистическая обработка, написание текста;
Николаенко В.П. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование;
Дмитриева Д.Е. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Белов ДФ, Николаенко ВП, Ковалева ВВ. Оценка и сравнение рефракционных результатов имплантации отечественной ИОЛ MIOLSOFT-213 с зарубежными моделями. Офтальмология, 2024;21(2):289–295. doi: 10.18008/1816509520242289295.
- Belov DF, Nikolaenko VP, Kovaleva VV. Evaluation and Refractive Results Comparison of MIOLSOFT213 IOL Implantation with Foreign Models. Ophthalmology in Russia. 2024;21(2):289–295. doi: 10.18008/1816509520242289295.
- Белов ДФ, Даниленко ЕВ, Николаенко ВП, Потемкин ВВ. Оценка точности современных формул расчета интраокулярных линз при невозможности выполнения оптической биометрии. Вестник офтальмологии, 2024;140(2):34–39. Belov DF, Danilenko EV, Nikolaenko VP, Potemkin VV. Evaluation of the accuracy of modern intraocular lens calculation formulas when optical biometry is not possible. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(2):34–39 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414002134.
- Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. Ophthalmology. 2019 Sep;126(9):1334–1335. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.04.011.
- Chen Z, Lin X, Qu B. Preoperative Expectations and Postoperative Outcomes of Visual Functioning among Cataract Patients in Urban Southern China. PLoS One. 2017 Jan 9;12(1):e0169844. doi: 10.1371/journal.pone.0169844.
- Alio JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R. Multifocal intraocular lenses: An overview. Surv Ophthalmol. 2017 Sep-Oct;62(5):611–634. doi: 10.1016/j.survophthal.2017.03.005.
- Abulafia A, Barrett GD, Koch DD. Protocols for Studies of Intraocular Lens Formula Accuracy. Am J Ophthalmol. 2016 Apr;164:149–150. doi: 10.1016/j.ajo.2016.01.010.
- Hoffer KJ, Savini G. Update on Intraocular Lens Power Calculation Study Protocols: The Better Way to Design and Report Clinical Trials. Ophthalmology. 2021 Nov;128(11):e115–e120. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.07.005.
- Holladay JT, Prager TC, Chandler TY. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1988 Jan;14(1):17–24. doi: 10.1016/s0886-3350(88)80059-2.
- Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cataract Refract Surg. 1990 May;16(3):333–340. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80705-5.

10. Hoffer KJ. Preoperative cataract evaluation: intraocular lens power calculation. *Int Ophthalmol Clin.* 1982 Summer;22(2):37–75. doi: 10.1097/00004397-198202220-00005.
11. Clarke GP, Burmeister J. Comparison of intraocular lens computations using a neural network versus the Holladay formula. *J Cataract Refract Surg.* 1997 Dec;23(10):1585–1589. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80034-x.
12. Wang L, Shirayama M, Ma XJ. Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0 mm. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Nov;37(11):2018–2027. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.05.042.
13. Stopyra W, Langenbacher A, Grzybowski A. Intraocular Lens Power Calculation Formulas-A Systematic Review. *Ophthalmol Ther.* 2023 Dec;12(6):2881–2902. doi: 10.1007/s40123-023-00799-6.
14. Carmona-González D, Castillo-Gómez A, Palomino-Bautista C. Comparison of the accuracy of 11 intraocular lens power calculation formulas. *Eur J Ophthalmol.* 2021 Sep;31(5):2370–2376. doi: 10.1177/1120672120962030.
15. Iolformula.com URL: <https://www.iolformula.com/> (accessed: 08.12.2024).
16. Ryu S, Jun I, Kim TI. Accuracy of the Kane Formula for Intraocular Lens Power Calculation in Comparison with Existing Formulas: A Retrospective Review. *Yonsei Med J.* 2021 Dec;62(12):1117–1124. doi: 10.3349/ymj.2021.62.12.1117.
17. Rbfcaculator.com. URL: <https://rbfcaculator.com/> (accessed: 08.12.2024).
18. Calc.apacrs.org. URL: https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/ (accessed: 08.12.2024).
19. Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. *J Cataract Refract Surg.* 1993 Nov;19(6):713–720. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80339-2.
20. Белов ДФ, Николаенко ВП. Альтернативный способ расчета оптической силы интраокулярных линз при короткой переднезадней оси глаза. *Вестник офтальмологии.* 2022;138(3):24–28. doi: 10.17116/oftalma202213803124.
21. Белов ДФ, Николаенко ВП. Влияние имплантации капсульного кольца в ходе факоэмульсификации на послеоперационную рефракцию. *Офтальмология.* 2022;19(3):489–492.
22. Belov DF, Nikolaenko VP. Effect of Capsular Tension Ring Implantation during Phacoemulsification on Postoperative Refraction. *Ophthalmology in Russia.* 2022;19(3):489–492. doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-489-492.
23. Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА, Цыганков АЮ. Особенности расчета оптической силы ИОЛ на «коротких» глазах. *Обзор литературы. Офтальмология.* 2022;19(2):272–279.
24. Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA, Tsygankov AYU. Intraocular Lens Optic Power Calculation on “Short” Eyes. A Review. *Ophthalmology in Russia.* 2022;19(2):272–279. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-272-279.
25. Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА. Особенности расчета оптической силы интраокулярных линз на экстремально коротких глазах. *Офтальмология.* 2022;19(1):91–97. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-91-97.
26. Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA. Intraocular Lenses Optic Power Calculation in Extremely Short Eyes. *Ophthalmology in Russia.* 2022;19(1):91–97. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-91-97.
27. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ. Особенности расчета оптической силы иол у пациентов с аксиальной длиной глаза 24–28 мм без предшествующих рефракционных вмешательств. *Офтальмология.* 2016;13(2):89–96.
28. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Legkih SL. Iol optic power calculation in patients with eye axial length 24–28 mm without preceding refractive surgery. *Ophthalmology in Russia.* 2016;13(2):89–96. doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-89-96.
29. Voytsekhivskyy OV, Hoffer KJ, Tutchenko L. Accuracy of 24 IOL Power Calculation Methods. *J Refract Surg.* 2023 Apr;39(4):249–256. doi: 10.3928/1081597X-20230131-01.
30. Debellemanière G, Dubois M, Gauvin M. The PEARL-DGS Formula: The Development of an Open-source Machine Learning-based Thick IOL Calculation Formula. *Am J Ophthalmol.* 2021 Dec;232:58–69. doi: 10.1016/j.ajo.2021.05.004.
31. Gatinel D, Debellemanière G, Saad A. Determining the Theoretical Effective Lens Position of Thick Intraocular Lenses for Machine Learning-Based IOL Power Calculation and Simulation. *Transl Vis Sci Technol.* 2021 Apr 1;10(4):27. doi: 10.1167/tvst.10.4.27.
32. Sanders D, Retzlaff J, Kraff M. Comparison of the accuracy of the Binkhorst, Colenbrander, and SRK implant power prediction formulas. *J Am Intraocul Implant Soc.* 1981 Fall;7(4):337–340. doi: 10.1016/s0146-2776(81)80031-6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Белов Дмитрий Федорович
кандидат медицинских наук, заведующий отделением микрохирургическим (глаза) № 1, ассистент по лечебной работе
<https://orcid.org/0000-0003-0776-4065>

Николаенко Вадим Петрович
доктор медицинских наук, заместитель главного врача по офтальмологии, профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-6393-1289>

Дмитриева Дарья Евгеньевна
студентка
<https://orcid.org/0000-0002-7677-5529>

ABOUT THE AUTHORS

Belov Dmitrii F.
PhD, chief of ophthalmological department № 1, assistant performing medical work
<https://orcid.org/0000-0003-0776-4065>

Nikolaenko Vadim P.
MD, deputy chief physician of Ophthalmology, Professor of the Otorhinolaryngology and Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-6393-1289>

Dmitrieva Darya D.
student
<https://orcid.org/0000-0002-7677-5529>