

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 617.753.1:617.7-089

doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-3-41-47

**ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ РЕФРАКЦИИ  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФемтоЛАЗИК  
У ПАЦИЕНТОВ С ГИПЕРМЕТРОПИЕЙ**

**Ольга Семеновна Кузнецова<sup>1</sup>, Сергей Викторович Балалин<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия

<sup>2</sup>Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

<sup>1</sup>ol777ya@mail.ru

<sup>1,2</sup>s.v.balalin@gmail.com

**Аннотация.** На основании клинико-функциональных результатов, полученных у 233 пациентов с гиперметропией слабой и средней степени (233 глаза) до и после ФемтоЛАЗИК, были разработаны формулы для определения необходимой оптимальной величины лазерной коррекции, а также составлены номограммы для планирования ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени.

**Ключевые слова:** гиперметропия, ФемтоЛАЗИК, целевая рефракция

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

**ACHIEVING THE TARGET REFRACTION WHEN PERFORMING FemtoLASIK  
IN PATIENTS WITH HYPERMETROPIA**

**Olga S. Kuznetsova<sup>1</sup>, Sergey V. Balalin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Eye Microsurgery named after Academician S.N. Fedorov, Volgograd Branch, Volgograd, Russia

<sup>2</sup>Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

<sup>1</sup>ol777ya@mail.ru

<sup>1,2</sup>s.v.balalin@gmail.com

**Abstract.** Determining the required optimal amount of laser correction formulas and nomograms were derived to using the clinical and functional results obtained in 233 patients with mild to moderate hyperopia (233 eyes) before and after FemtoLASIK.

**Keywords:** hypermetropia, FemtoLASIK, target refraction

По данным Всемирной организации здравоохранения, распространенность гиперметропии у лиц старше 18 лет в 2018 году составила 30,6 %. Самая высокая частота встречаемости гиперметропии характерна для стран Африки – 38,6 %, для стран Южной и Северной Америки – 37,2 %, в то время как в странах Европы ее распространенность существенно ниже и составляет 23,1 %.

По данным авторов, расстройства аккомодации и нарушения бинокулярной функции у пациентов с гиперметропией отмечаются в 25–95 % случаев [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Также известно, что наличие анизометропии на фоне гиперметропии может индуцировать различные функциональные расстройства, приводить к развитию анизейконии, анизоаккомодации и амблиопии [5].

Очковая и контактная коррекция далеко не в каждом случае оказывается оптимальной, особенно у пациентов с анизометропией, и не способна обеспечить полную реабилитацию больных как в клиническом, так и в социальном аспектах [6, 7, 8, 9].

По данным исследователей, после выполнения кераторефракционной операции у пациентов с гиперметропической рефракцией отмечается незначительное расслабление цилиарной мышцы, что может не приводить к улучшению функционирования аккомодационной системы глаза, даже с учетом длительного восстановительного периода [6, 7, 9]. По данным литературы, остается недостаточно изученным изменение состояния аккомодации у пациентов с гиперметропией до и после кераторефракционной хирургии, а также влияние аккомодации на удовлетворенность пациента результатом операции [10, 11].

Одним из условий достижения высоких клинических результатов при выполнении операции ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией является достижение целевой рефракции в послеоперационном периоде в диапазоне значений от  $-1,0$  до  $+1,0$  дптр [8].

Под оптимальной целевой рефракцией у пациентов с гиперметропией в возрасте от 25 до 30 лет принимался диапазон значений клинической рефракции в послеоперационном периоде на фоне медикаментозной циклоплегии от 0 до 0,5 дптр.

Для достижения оптимальной целевой рефракции при выполнении ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени необходимо было разработать формулу для расчета величины лазерной коррекции с учетом значения клинической рефракции, полученной на фоне медикаментозной циклоплегии до ФемтоЛАЗИК.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать оптимизированную технологию достижения целевой рефракции при выполнении ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени, которая является основой для последующей их успешной реабилитации в послеоперационном периоде.

Для достижения поставленной цели необходимо было определить формулу расчета достижения оптимальной целевой рефракции у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени на основании ретроспективного анализа результатов операций ФемтоЛАЗИК.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения формулы расчета достижения целевой рефракции при выполнении ФемтоЛАЗИК были ретроспективно проанализированы результаты данной операции у пациентов 1-й группы – у 233 пациентов с гиперметропией слабой и средней степени (233 глаза). Данная группа была разделена на 3 подгруппы в зависимости от результата операции:

*Первая подгруппа* – 116 человек (116 глаз) с гиперметропией до и после ФемтоЛАЗИК с достижением оптимальной целевой рефракции в 49,8 % случаев. Достижение оптимальной целевой рефракции расценивалось как абсолютный успех рефракционной хирургии.

*Вторая подгруппа* включала 99 пациентов (99 глаз) с гиперметропией слабой и средней степени до и после ФемтоЛАЗИК в 42,5 % случаев. У пациентов данной группы отмечался относительный успех рефракционной хирургии: отклонение целевой рефракции было от  $\pm 0,5$  дптр и выше, но не превышало  $\pm 1,0$  дптр.

*Третья подгруппа* состояла из 18 пациентов (18 глаз) с гиперметропией слабой и средней степени до и после ФемтоЛАЗИК в 7,7 % случаях. В данной группе не достигалась целевая рефракция – отклонение составило более  $\pm 1,0$  дптр.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлено распределение значений целевой рефракции после операции ФемтоЛАЗИК у пациентов 1-й подгруппы (116 глаз, абсолютный успех) и у пациентов 2-й группы (99 глаз, относительный успех).

Следует отметить, что различие между 1-й и 2-й подгруппами по достижению целевой рефракции было статистически достоверным (табл. 1).

Таблица 1

Различие между 1-й подгруппой (116 глаз, абсолютный успех) и 2-й подгруппой (99 глаз, относительный успех)

Сумма ранг подгруппа 1	Сумма ранг подгруппа 2	U	Z	p
15486,0	7734,0	2784,0	6,5	<0,000001

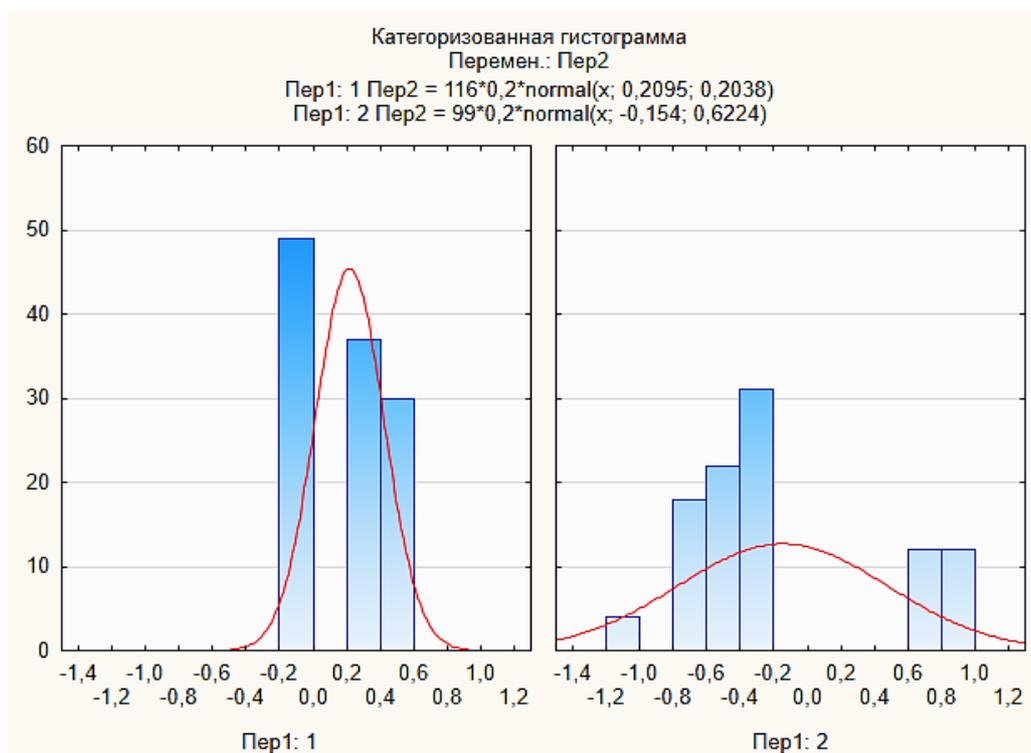


Рис. 1. Распределение значений целевой рефракции после операции ФемтоЛАЗИК у пациентов 1-й подгруппы (116 глаз, абсолютный успех) и у пациентов 2-й группы (99 глаз, относительный успех)

На рис. 2 представлено распределение значений целевой рефракции после операции ФемтоЛАЗИК у пациентов 1-й подгруппы (116 глаз, абсолютный успех) и у пациентов 3-й группы (18 глаз) с недостижением целевой рефракции.

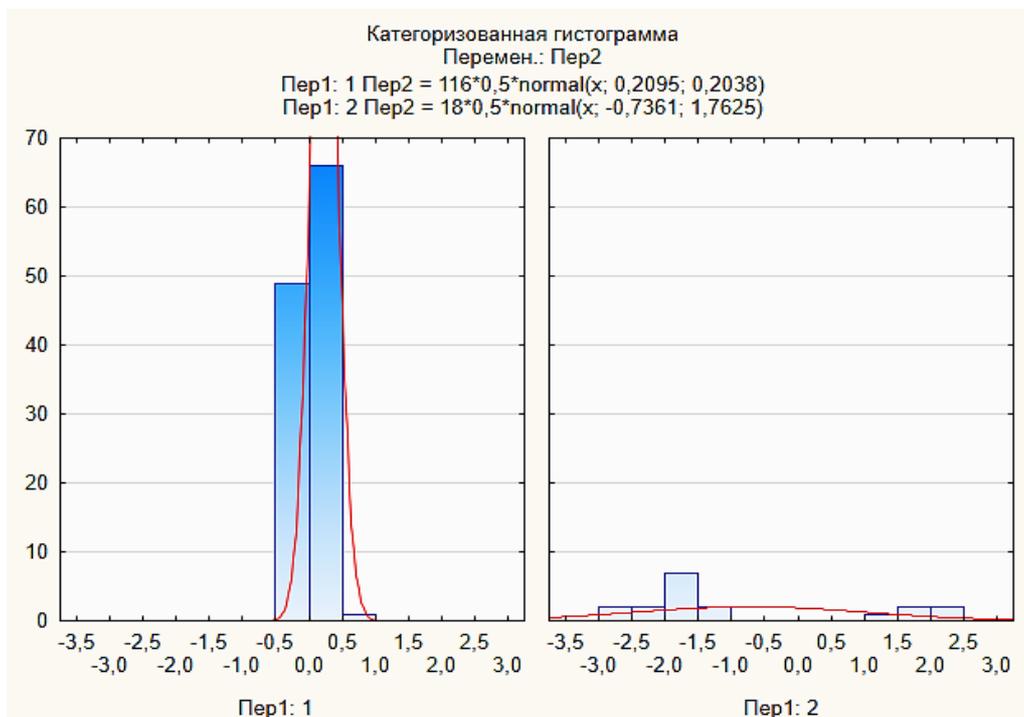


Рис. 2. Распределение значений оптимальной целевой рефракции после операции ФемтоЛАЗИК у пациентов 1-й подгруппы (116 глаз, абсолютный успех) и у пациентов 3-й группы (18 глаз) с недостижением целевой рефракции

Различие между 1-й и 3-й подгруппами по достижению целевой рефракции было статистически достоверным (табл. 2).

Для определения формулы расчета достижения оптимальной целевой рефракции были проанализированы клиничко-функциональные результаты ФемтоЛАЗИК у 116 пациентов 1-й подгруппы (116 глаз), у которых через 1–3 мес. была достигнута целевая рефракция –

от 0 до 0,5 дптр. Достижение целевой рефракции (Rf target) определяли как разницу между исходными значениями клинической рефракции на фоне медикаментозной циклоплегии (Rf m.c.) до операции и изменением кератометрии ( $\Delta K$ , дптр) после операции ФемтоЛАЗИК:  $Rf\ target = Rf\ m.c. - \Delta K$ . Данная формула позволяет исключить влияние аккомодации на рефракционный результат операции.

Таблица 2

**Различие между 1-й подгруппой (116 глаз, абсолютный успех) и 3-й подгруппой (18 глаз, недостижение целевой рефракции)**

Сумма ранг подгруппа 1	Сумма ранг подгруппа 2	U	Z	p
8294,0	751,0	580,0	3,02	0,0025

У пациентов 1-й подгруппы была определена сильная корреляционная зависимость между исходной величиной клинической рефракции, полученной на фоне медикаментозной циклоплегии и значением необходимой степени лазерной коррекции по сферическому компоненту:

$$Rf\ расч. = -0,0041 + 0,8515 \times Rf\ sph,$$

где Rf sph – исходное значение клинической рефракции на фоне медикаментозной циклоплегии (дптр), Rf sph – расчетная величина необходимой степени

лазерной коррекции (рис. 3). Коэффициент корреляции  $r_{xy} = 0,97$  при  $p < 0,0001$ .

На основании установленной корреляционной зависимости была разработана табл. 3 для определения необходимой лазерной коррекции при выполнении ФемтоЛАЗИК. В табл. 3 представлены исходные значения клинической рефракции на фоне медикаментозной циклоплегии (от +0,25 до +5,0 дптр), которым соответствуют значения необходимой величины лазерной коррекции.

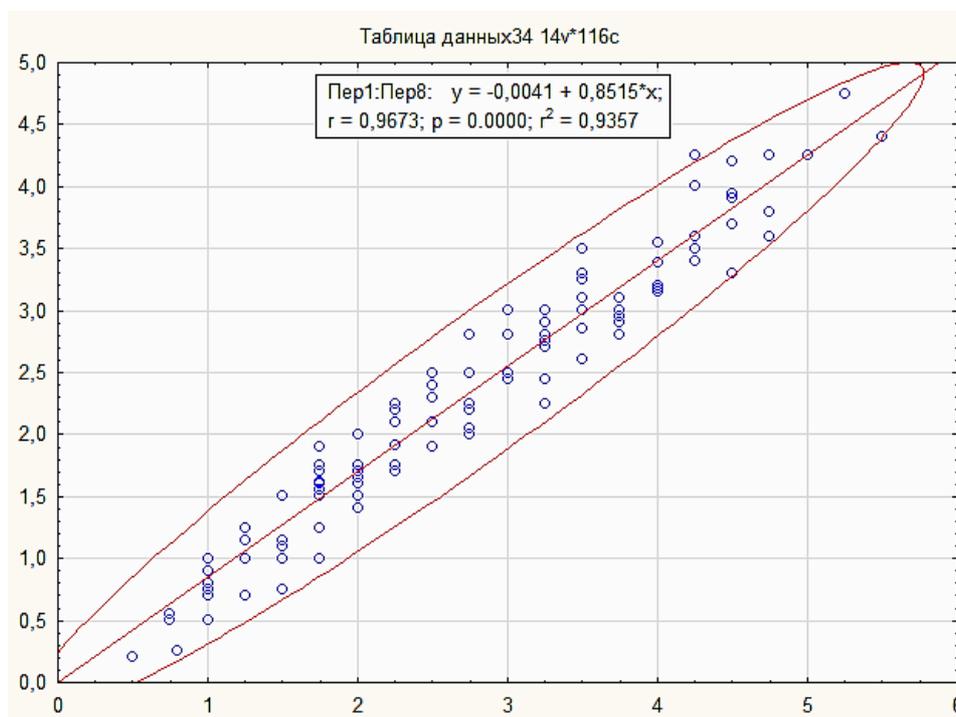


Рис. 3. Зависимость между величиной клинической рефракции, полученной на фоне медикаментозной циклоплегии (Rf sph, дптр) и расчётной величины лазерной коррекции по сферическому компоненту (Rf расч., дптр)

**Зависимость расчетной величины лазерной коррекции при выполнении ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией от исходной клинической рефракции (Rf sph) по сферическому компоненту**

Rf sph, дптр	Rf расчет, дптр	Rf sph, дптр	Rf расчет, дптр
0,25	0,21	2,75	2,34
0,5	0,42	3	2,55
0,75	0,63	3,25	2,76
1	0,84	3,5	2,98
1,25	1,06	3,75	3,19
1,5	1,27	4	3,4
1,75	1,49	4,25	3,61
2	1,7	4,5	3,83
2,25	1,91	4,75	4,0
2,5	2,12	5,0	4,25

Корреляционная зависимость между величиной цилиндра (от +0,25 до +1,0 дптр) и расчетной величиной лазерной коррекцией представлено на рис. 4. Отмечалась сильная корреляционная зависимость между величиной цилиндра, полученной на фоне медикаментозной циклоплегии и значением необходимой величины лазерной коррекции:

$$Rf \text{ расчет.} = -0,0343 + 0,8658 \times Rf \text{ cyl},$$

где Rf cyl – значение цилиндра на фоне медикаментозной циклоплегии (дптр), Rf расчет. – расчетная величина лазерной коррекции (рис. 4).

Коэффициент корреляции  $r_{x/y} = 0,95$  при  $p < 0,0001$ .

На основании установленной корреляционной зависимости была разработана таблица для определения расчетной величины лазерной коррекции гиперметропического астигматизма до 1,0 дптр.

В табл. 4 представлены значения исходной величины гиперметропического астигматизма на фоне медикаментозной циклоплегии (от +0,25 до +1,0 дптр), которым соответствуют значения расчетной величины лазерной коррекции.

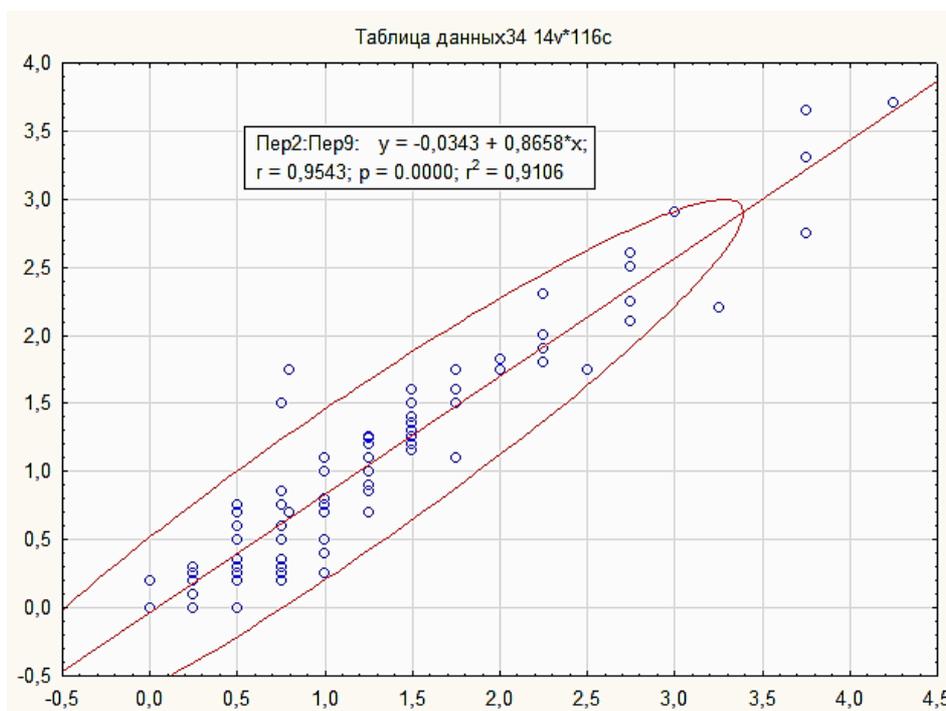


Рис. 4. Зависимость между величиной цилиндра (Rf cyl, дптр), полученной на фоне медикаментозной циклоплегии, и значением необходимой величины лазерной коррекцией по цилиндрическому компоненту (Rf расчёт., дптр)

**Зависимость необходимой степени лазерной коррекции гиперметропического астигматизма при выполнении ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией с учетом цилиндрического компонента**

Rf cyl, дптр	Rf расчет, дптр	Rf cyl, дптр	Rf расчет, дптр
0,25	0,18	0,75	0,62
0,5	0,40	1,0	0,83

Таким образом, между величиной клинической рефракции, полученной на фоне медикаментозной циклоплегии у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени, и изменением значений кератометрии после ФемтоЛАЗИК установлена достоверная сильная корреляционная зависимость по сферическому компоненту ( $r_{xy} = 0,97$ ; при  $p < 0,0001$ ) и для коррекции астигматизма ( $r_{xy} = 0,95$ ; при  $p < 0,0001$ ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании корреляционного анализа разработаны формулы для определения величины лазерной коррекции (дптр) для достижения оптимальной целевой рефракции после выполнения ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени. Разработаны для практического использования таблицы для быстрого определения необходимой величины лазерной коррекции перед выполнением операции ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени с целью достижения оптимальной целевой рефракции в послеоперационном периоде.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Аккомодация: руководство для врачей / под ред. Л.А. Катаргиной. М., 2012. 136 с.
2. Корнюшина Т.А., Кашченко Т.П., Ибрагимов А.В. Стереоскопическое зрение и методы его исследования // Офтальмохирургия. 2013. № 1. С. 76–79.
3. Кузнецова О. С., Балалин С.В., Солодкова Е.Г. Анализ состояния аккомодации у пациентов с гиперметропией // Вестник ВолгГМУ. 2019. № 4 (72). С. 91–94.
4. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Долженко О.О. Результаты оценки объективных параметров аккомодации в зависимости от аккомодационной задачи // Вестник офтальмологии. 2011. № 6. С. 21–24.
5. Фабрикантов О.Л., Матросова Ю.В. Анизометропия и анизометропическая амблиопия (обзор литературы) // Офтальмология. 2018. № 15 (1). С. 12–17. doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-12-17.
6. Шамсетдинова Л.Т., Мушкова И.А., Митронина М.Л., Майчук Н.В. Сравнение результатов комплексного лечения пациентов кераторефракционной хирургии с риском возникновения послеоперационного астенопического синдрома // Практическая медицина. 2018. № 4. С. 50–55.

7. Костенев С.В., Черных В.В. Фемтосекундная лазерная хирургия: принципы и применение в офтальмологии. Новосибирск: Наука, 2012. 142 с.

8. Кузнецова О.С., Солодкова Е.Г., Фокин В.П., Балалин С.В. Клинико-функциональная оценка нарушений аккомодации при аметропиях // Саратовский научно-медицинский журнал. 2020. № 16 (1). С. 227–231.

9. Щукин С.Ю. Современные принципы оценки эксимерлазерной коррекции зрения с позиций восстановительной медицины // Активное долголетие и качество жизни. Тезисы международного симпозиума. 2011. С. 97–98.

10. Овечкин И.Г., Грищенко И.В., Малышев А.В., Юдин В.Е. Сравнительная оценка параметров объективной аккомодографии, субъективного статуса и уровня психологической дезадаптации у пациентов с различными видами рефракции и астенопическими жалобами // Современная оптометрия. 2017. Т. 4, № 104. С. 26–31.

11. Розанова О.И. Биомеханика аккомодационного ответа в норме и при пресбиопии // Офтальмохирургия. 2014. № 3. С. 80–85.

**REFERENCES**

1. Accommodation: A Guide for Physicians. Ed. L.A. Katargina. Moscow, 2012. 136 p. (In Russ.).
2. Korniyushina T.A., Kashchenko T.P., Ibragimov A.V. Stereoscopic vision and methods of its research. *Oftal'mokhirurgiya = Ophthalmosurgery*. 2013;1:76–79. (In Russ.).
3. Kuznetsova O.S., Balalin S.V., Solodkova E.G. Analysis of the state of accommodation in patients with hyperopia. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Journal of Volgograd State Medical University*. 2019;4(72):91–94. (In Russ.).
4. Tarutta E.P., Tarasova N.A., Dolzhenko O.O. The results of assessing the objective parameters of accommodation depending on the accommodation problem. *Vestnik oftalmologii = Bulletin of ophthalmology*. 2011;6:21–24. (In Russ.).
5. Fabrikantov O.L., Matrosova Yu.V. Anisometropia and anisometropic amblyopia (literature review). *Oftal'mologiya = Ophthalmology*. 2018;15(1):12–17. doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-12-17. (In Russ.).
6. Shamsetdinova L.T., Mushkova I.A., Mitronina M.L., Maychuk N.V. Comparison of the results of complex treatment of patients with keratorefractive surgery with the risk of post-operative asthenopic syndrome. *Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine*. 2018;4:50–55. (In Russ.).
7. Kostenev S.V., Chernykh V.V. Femtosecond laser surgery: principles and applications in ophthalmology. *Novosibirsk: Nauka Publ.*, 2012. 142 p. (In Russ.).

8. Kuznetsova O.S., Solodkova E.G., Fokin V.P., Balalin S.V. Clinical and functional assessment of accommodation disorders in ametropia. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2020;16 (1):227–231. (In Russ.).

9. Shchukin S.Yu. Modern principles of evaluating excimer laser vision correction from the standpoint of restorative medicine. *Aktivnoye dolgoletiyе i kachestvo zhizni. Tezisy mezhdunarodnogo simpoziuma = Active longevity and quality of life. Abstracts of the International Symposium*. 2011;97–98. (In Russ.).

10. Ovechkin I.G., Grishchenko I.V., Malyshev A.V., Yudin V.E. Comparative assessment of parameters of objective accommodation, subjective status and level of psychological maladjustment in patients with different types of refraction and asthenopic complaints. *Sovremennaya optometriya = Modern optometry*. 2017;4(104):26–31. (In Russ.).

11. Rozanova O.I. Biomechanics of the accommodative response in health and presbyopia. *Oftal'mokhirurgiya = Ophthalmosurgery*. 2014;3:80–85. (In Russ.).

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

#### *Информация об авторах*

**О.С. Кузнецова** – врач-офтальмолог отделения коррекции аномалий рефракции, Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия, <http://orcid.org/0000-0001-8250-1471>

**С.В. Балалин** – доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии, Институт непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет, заведующий научным отделом, Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-5250-3692>

Статья поступила в редакцию 11.07.2022; одобрена после рецензирования 19.08.2022; принята к публикации 23.08.2022.

**The authors declare no conflicts of interests.**

#### *Information about the authors*

**O.S. Kuznetsova** – Ophthalmologist of the Department of Correction of Refractive Errors, Eye Microsurgery named after Academician S.N. Fedorov, Volgograd Branch, Volgograd, Russia, <http://orcid.org/0000-0001-8250-1471>

**S.V. Balalin** – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Ophthalmology, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Head of the Scientific Department, Eye Microsurgery named after Academician S.N. Fedorov, Volgograd Branch, Volgograd, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-5250-3692>

The article was submitted 11.07.2022; approved after reviewing 19.08.2022; accepted for publication 23.08.2022.