

# Анатомо-рефракционные показатели глазного яблока у детей с миопической рефракцией

Александрова Ж. Л.<sup>1</sup>

к.м.н. врач-офтальмолог

Шефер К. К.<sup>1,2</sup>

заведующая, детское отделение; врач-офтальмолог, доцент, кафедра офтальмологии

1 – ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, СПб филиал, Санкт-Петербург, Россия.

2 – СЗГМУ им И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

**Автор для корреспонденции:** Шефер Кристина Константиновна e-mail: kristinashefer@yahoo.com

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки

## Аннотация

**Актуальность:** Миопия является ведущей причиной нарушения зрения во всем мире. Анализ причин ее возникновения, изменения анатомических показателей глазного яблока данной группы пациентов является актуальной задачей с целью прогнозирования темпов и степени усиления аметропии у пациентов детского и подросткового возраста. **Цель исследования:** оценка и анализ анатомо-рефракционных показателей глазного яблока у детей с миопической рефракцией. **Материалы и методы:** Обследовано 248 (496 глаз) детей с миопической рефракцией в возрасте от 7 до 18 лет, которые разделены на две возрастные группы: младшая школьная группа (7-12 лет (168 глаз)) и старшая школьная (13-18 лет (244 глаза)). Контрольная группа – 21 ребенок с эмметропической рефракцией: 11 детей (n=22) в возрасте 7-12 лет и 10 детей (n=20) в возрасте 13-18 лет. Проводилось стандартное офтальмологическое обследование: рефрактометрия (штрих-скиаскопия) в условиях медикаментозной циклоплегии, офтальмометрия, измерение длины ПЗО глазного яблока (оптический биометр). На каждого ребенка по формуле определялась расчётная рефракция и сравнивалась с истинным значением рефракции. **Результаты исследования:** У детей раннего школьного возраста доминирует миопия слабой и средней степени. В 70% выявлен осевой тип миопии, характеризующийся увеличением длины ПЗО глаза; 20,5% – смешанный тип миопии (преломляющая сила роговицы и ПЗО глаза превышают возрастные нормы) и 9,5% – рефракционный тип миопии (ПЗО в пределах нормы или чуть меньше, оптическая сила роговицы увеличена). В структуре осевой миопии выявлена подгруппа (29% из общего числа), в которой имело место патологическое удлинение ПЗО глаза, что по нашим расчетам должно было проявляться большей диоптрийностью рефракции, однако у всех этих детей физическая рефракция роговицы была значимо меньше, чем в основной и контрольной группах. В группе детей старшего возраста количество детей с миопией высокой степени возросло в 2 раза в сравнении с младшей. Частота развития миопии у девочек была достоверно выше. В старшей группе 64% составлял осевой тип миопии, 36% – смешанный тип. Несколько уменьшилась в процентном соотношении (20%) подгруппа, в которой наблюдалось патологическое удлинение ПЗО глаза. **Выводы:** С возрастом у детей на фоне удлинения ПЗО глаза происходит усиление миопической рефракции. У детей раннего школьного возраста преобладает осевой тип миопии – 70%, на смешанный и рефракционный типы приходится, соответственно, 20,5% и 9,5%. У детей старшего школьного возраста доля осевого типа миопии снижается до 64%, смешанного типа возрастает до 36%. Частота развития миопии у девочек старшего школьного возраста достоверно выше в сравнении с мальчиками, тогда как в младшем школьном возрасте отмечается равное гендерное распределение.

**Ключевые слова:** Миопия, передне-задний осевой размер глаза, рефракция роговицы, глазное яблоко

doi: 10.29234/2308-9113-2020-8-1-74-81

**Для цитирования:** Александрова Ж. Л., Шефер К. К. Анатомо-рефракционные показатели глазного яблока у детей с миопической рефракцией. *Медицина* 2020; 8(1): 74-81.

## Введение

Аномалии рефракции являются наиболее распространенным видом зрительных расстройств, их частота в популяции достигает 70% (Э.С. Аветисов, 1999 г.) [2]. По мировым данным они занимают первое место (42%) в структуре причин нарушения зрения и 6% в структуре инвалидности по зрению (Нероев В.В. 2014; Катаргина Л.А., 2015, 2017) [4,6,9]. Среди аномалий рефракции особое место занимает миопия, которая «издавна привлекала к себе пристальное внимание как исследователей различных поколений, так и общества в целом» (Е.Е. Сомов, 2019) [8]. По итогам Всероссийской диспансеризации заболеваемость детей и подростков миопией за последние 10 лет выросла в 1,5 раза [1,4,6,7]. Развитие процесса начинается чаще всего в 7 лет, с последующим скачком в 12-13 лет [5]. Формирование рефракции продолжается до подросткового возраста (Шаповалов С.П., Корнюшина Т.А., 2005) [11]. Существует прямая корреляция между рефракцией и длиной переднезадней оси глаза [7], по данным многих авторов [1,2,7,8], определяющим фактором формирования миопической рефракции является длина переднезадней оси глазного яблока (ПЗО). В 1947 году профессор Е.Ж. Трон разделил аметропии по своей структурной сути на осевые, комбинированные, смешанные и рефракционные, их частота составляла 30, 61, 5,6 и 3,4 %, соответственно [10].

## Цель исследования

Оценить анатомо-рефракционные параметры глазного яблока у детей с миопической рефракцией, определить ее видовые структурные характеристики.

## Материалы и методы

Обследовано 248 (496 глаз) соматически здоровых детей в возрасте от 7-ми до 18 лет с миопической рефракцией. Выделено две возрастные группы: младшая школьная группа от 7 до 12 лет (n=84(168)) и старшая школьная – от 13 до 18 лет. (n=122 (244)). В контрольную группу был включен 21 ребенок: 11 детей (n=22) в возрасте от 7 до 12 лет и 10 детей (n=20) в возрасте от 13 до 18 лет с эметропической рефракцией. Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование: рефрактометрия (штрих-скиаскопия) в условиях медикаментозной циклоплегии (после 2-х кратной инстилляций 1,0% раствора циклопентолата с интервалом в 15 минут), офтальмометрия, измерение длины ПЗО глазного яблока. Расчетную рефракцию глаза (RR) определяли с учетом разницы длины ПЗО глаза (ЛПЗО, мм) обследуемого и её среднестатистическим значением у эметропичного глаза (ЛССЗ, мм) по формуле  $(ЛПЗО - ЛССЗ) \times 3,0 \text{ дптр} = RR \text{ дптр}$ . Увеличение ПЗО на 1 мм усиливает рефракцию на 3,0 дптр. По

мнению многих исследователей разброс среднестатистической длины ПЗО эмметропичного глаза достаточно велик: по данным Т.И. Ерошевского и А.А. Бочкаревой (1983) эта величина равнялась 24 мм; Э. С. Аветисова –  $23,68 \pm 0,9$  мм (1999); И. А. Ремисникова – 23,1 мм (2003); С.Э. Аветисова –  $23,9 \pm 1,62$  мм (Национальное руководство по офтальмологии, 2019). В наших измерениях средняя длина ПЗО эмметропичного глаза была принята равной 24 мм. Поправку на возраст мы не делали, основываясь на том, что к 6-8 годам глаз ребенка в целом сформирован и соответствует взрослому. Рост ПЗО глаза в пределах 0,07-0,08 мм в год считается нормальным даже для эмметропичного глаза. В каждой возрастной категории выделено 4 группы пациентов. В первую группу вошли пациенты с миопией слабой степени (от 0,75 до 3,0 дптр), вторая группа – пациенты с миопией средней степени (3,25-6,0 дптр), третья – с миопией высокой степени (свыше 6,0 дптр) (таблица 1, 2), четвертая – контрольная группа детей с эмметропической рефракцией 11 детей (22 глаза) в возрасте 7-12 лет и 10 детей (20 глаз) в возрасте 13-18 лет).

Для статистической обработки применены методы описательной статистики, рассчитаны среднее значение (M) и стандартное отклонение (sd) при нормальном распределении измеренного параметра, применены методы непараметрической статистики (сравнение двух независимых выборок с помощью критерия Манна Уитни).

## Результаты

В первой возрастной группе детей от 7 до 12 лет (84 пациента – 168 глаз) – средний возраст составил  $10,4 \pm 1,2$  г. У 43% детей была выявлена миопия слабой степени, у 39% – средней степени и у 18% – миопия высокой степени. Среди общего числа детей с миопией слабой степени – 55% пришлось на мальчиков и 45% на девочек. В зависимости от соразмерности показателей измеренной и расчетной рефракции была выделена подгруппа детей «а» (55% из общего числа), в которой эти показатели были близки по значению и среднее значение длины ПЗО равнялось  $24,5 \pm 0,9$  мм, физическая рефракция роговицы  $43,1 \pm 1,3$  дптр, измеренная и расчетная рефракция, соответственно  $1,6 \pm 0,5$  дптр и  $1,8 \pm 1,2$  дптр. У  $\frac{1}{4}$  детей с миопией слабой степени (подгруппа «б») отмечено большее, в сравнении с расчётным, удлинение ПЗО, до  $25,7 \pm 0,6$  мм соответственно, расчетная рефракция превышала измеренную на  $3,0 \pm 1,2$  дптр. Это значимое расхождение величин мы можем объяснить компенсацией патологического удлинения ПЗО уменьшением физической рефракции роговицы ( $41,9 \pm 1,2$  дптр) у данной подгруппы детей. У детей и первой (а), и второй (б) подгрупп определяющим рефракцию глаза параметром была увеличенная длина ПЗО. Но у 22% детей из этой группы длина ПЗО была равна или меньше среднестатистической длины эмметропичного глаза и равнялась  $23,6 \pm 0,6$  мм, по расчетам рефракция у них получалась слабо-дальнозоркая ( $-1,1 \pm 0,7$  дптр), а измеренная была в диапазоне миопии слабой степени ( $1,6 \pm 0,4$  дптр). У детей этой подгруппы физическая рефракция роговицы составляла  $44,8 \pm 0,6$  дптр, и мы расценили это как

рефракционный тип миопии. У пациентов этой возрастной группы с миопией средней степени 64% из общего числа пришлось на осевой вариант миопии, при этом у 52% (подгруппа «а») показатели реальной и расчетной рефракции были соразмерны (соответственно  $4,3 \pm 0,5$  дптр и  $3,9 \pm 0,9$  дптр), а у 12% (подгруппа «б») расчетная рефракция была достоверно большей, но при этом увеличение длины ПЗО ( $25,8 \pm 0,3$ , в сравнении с  $25,3 \pm 0,4$  мм), также сопровождалось меньшей рефракцией роговицы ( $43,6 \pm 1,3$ , в сравнении с  $44,3 \pm 0,9$  дптр). У 36% детей с миопией средней степени было выявлено умеренное увеличение длины ПЗО ( $24,5 \pm 0,9$  мм) и усиление рефракции роговицы до  $46 \pm 1,9$  дптр (этот параметр был превалирующим, однако и величина ПЗО, и преломляющая сила роговицы выходили за пределы среднестатистических величин эмметропичного глаза, мы расценили это как смешанный тип миопии). Группа детей с миопией высокой степени (средний возраст  $11 \pm 1,2$  г) была малочисленной (30 глаз; 18%). У 67% детей с учетом измеренных параметров определялась осевая миопия, при этом у половины из них длина ПЗО была увеличена патологически до  $27,7 \pm 1,2$  мм (в сравнении с  $25,9 \pm 0,6$  мм у подгруппы «а»), следовательно, расчетная рефракция должна была равняться  $11,0 \pm 3,6$  дптр, а на самом деле составляла  $8,7 \pm 2,5$  дптр. Причина снова была в том, что оптическая сила роговицы была значимо меньше –  $41,8 \pm 0,4$  дптр (в сравнении с  $43,9 \pm 1,3$  дптр) и это компенсировало избыточную величину ПЗО. У 33% пациентов определялся смешанный тип миопии: умеренное удлинение ПЗО до  $24,9 \pm 0,7$  мм и усиление оптической силы роговицы до  $46,6 \pm 1,3$  дптр, с превалированием рефракционного компонента. Все измеренные параметры по младшей возрастной группе представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Анатомо-рефракционные показатели глазного яблока в возрастной группе детей от 7 до 12 лет.**

Показатели	Степень миопии									Em (22)
	Слабая (n=72)			Средняя (n=66)			Высокая (n=30)			
	Осевого тип (n=56)		Рефракционный тип (n=16)	Осевого тип (n=42)		Смешанный тип (n=24)	Осевого тип (n=20)		Смешанный тип (n=10)	
	a (n=40)	b (n=16)		a (n=34)	b (n=8)		a (n=10)	b (n=10)		
Кератометрия, дптр	$43,1 \pm 1,3$	$41,9 \pm 1,2$	$44,8 \pm 0,6$ *	$44,3 \pm 0,9$	$43,6 \pm 1,3$	$46,0 \pm 1,9$ *	$43,9 \pm 1,3$	$41,8 \pm 0,4$	$46,6 \pm 1,3$ *	$42,8 \pm 0,6$
ПЗО мм	$24,5 \pm 0,9$ *	$25,7 \pm 0,6$ *	$23,6 \pm 0,6$	$25,3 \pm 0,4$ *	$25,8 \pm 0,3$ *	$24,5 \pm 0,9$	$25,9 \pm 0,6$ *	$27,4 \pm 1,0$ *	$24,9 \pm 0,7$ *	$23,8 \pm 0,5$
R, дптр	$1,6 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,8$	$1,6 \pm 0,4$	$4,3 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,8$	$6,8 \pm 0,7$	$8,7 \pm 2,2$	$6,8 \pm 0,5$	$0,25 \pm 0,2$
RR, дптр	$1,8 \pm 1,2$	$5,1 \pm 1,5$ *	$+1,1 \pm 0,7$	$3,9 \pm 0,9$	$5,4 \pm 1,1$ *	$1,4 \pm 2,5$ *	$6,2 \pm 1,1$	$10 \pm 3,2$	$3,0 \pm 1,8$ *	$0,15 \pm 0,9$

\* - статистически достоверная разница значений параметров

Вторая возрастная группа – пациенты от 13 до 18 лет (122 (244 глаза)) – средний возраст составил  $14,6 \pm 2,1$ . У 33% детей была выявлена миопия слабой степени (I), у 36% – средней степени (II) и у 31% – миопия высокой степени (III) (что в 2 раза превышало данный показатель первой возрастной группы). У детей с миопией слабой и средней степени не было значимого различия по частоте встречаемости между девочками и мальчиками (55-52%), однако в группе с миопией высокой степени преобладали девочки (68%). И в I, и во

II группах пациентов также превалировал осевой тип миопии (соответственно, 78% и 66% от общего числа). В этих группах были выделены соответствующие подгруппы, как и в младшей возрастной категории, I «b» – 45% и II «b» – 38% – у пациентов, значения расчетной рефракции которых значимо превышали реальную и сопровождалась патологическим увеличением длины ПЗО глаза ( $25,4 \pm 0,6$  и  $26,3 \pm 0,2$  мм), компенсированным ослаблением физической рефракции роговицы (соответственно,  $41,3 \pm 0,6$  и  $42,7 \pm 0,6$  дптр). В третьей группе (милопия высокой степени) – пациенты практически равно распределились на осевой тип миопии (47%) и с небольшим преобладанием в сторону смешанного типа (53%). Подробно данные приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Анатомо-рефракционные показатели глазного яблока в возрастной группе детей от 13 до 18 лет.**

Показатели	Степень миопии								Em (20)
	Слабая (n=80)			Средняя (n=88)			Высокая (n=76)		
	Осевой тип (n=62)		Смешанный тип (n=18)	Осевой тип (n=58)		Смешанный тип (n=30)	Осевой тип (n=36)	Смешанный тип (n=40)	
	a (n=34)	b (n=28)		a (n=36)	b (n=22)				
Кератометрия дптр	$43,3 \pm 1,0$	$41,3 \pm 0,6$	$44,6 \pm 0,6$ *	$43,9 \pm 1,3$	$42,7 \pm 0,6$	$46,3 \pm 1,5$ *	$43,9 \pm 0,8$	$46,5 \pm 0,9$ *	$43,3 \pm 0,7$
ПЗО мм	$24,8 \pm 0,6$ *	$25,4 \pm 0,6$ *	$23,7 \pm 0,2$	$25,5 \pm 0,6$ *	$26,3 \pm 0,2$ *	$24,4 \pm 0,5$	$26,9 \pm 1,4$ *	$24,9 \pm 0,4$ *	$23,8 \pm 0,6$
R, дптр	$1,9 \pm 0,8$	$1,2 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,8$	$4,7 \pm 1,2$	$4,0 \pm 0,5$	$4,7 \pm 0,9$	$8,1 \pm 1,7$	$6,9 \pm 0,9$	$0,15 \pm 0,2$
RR, дптр	$2,2 \pm 1,2$	$4,3 \pm 1,5$	$+0,6 \pm 0,5$	$4,5 \pm 1,4$	$6,8 \pm 0,8$	$1,3 \pm 0,9$	$8,6 \pm 2,3$	$2,5 \pm 1,2$	$0,5 \pm 0,7$

\* - статистически достоверная разница значений параметров

Результаты обследования детей контрольной группы приведены в таблицах 1 и 2.

## Обсуждение

Согласно результатам настоящего исследования, у детей раннего школьного возраста превалирует миопия слабой и средней степени, без выраженной гендерной разницы. На осевой тип приходится 70% (превалирует увеличение длины ПЗО глаза), 20,5% – смешанный тип миопии (и преломляющая сила роговицы, и длина ПЗО глаза превышают возрастные нормы) и 9,5% – рефракционный тип миопии (ПЗО в пределах нормы или чуть меньше, оптическая сила роговицы увеличена). В структуре осевой миопии выявлена подгруппа детей (29% из общего числа), у которых имело место патологическое удлинение ПЗО глаза, что по нашим расчетам должно было проявляться большей диоптрийностью рефракции, однако у всех этих детей физическая рефракция роговицы была значимо меньше, чем в основной и контрольной группах.

У детей старшего школьного возраста была несколько иная картина. Количество детей с миопией высокой степени возросло практически в 2 раза. Частота развития миопии у девочек была достоверно выше в сравнении с мальчиками (это может быть связано с тем,

что девочки уделяют учебному процессу больше времени и характеризуются более быстрым темпом роста в этот возрастной период). По виду распределение миопии было следующим: 64% осевой тип миопии и 36% смешанный тип. Несколько уменьшилась в процентном соотношении (20%) подгруппа пациентов, у которых наблюдалось патологическое удлинение ПЗО глаза.

## Выводы

С возрастом у детей закономерно усиление миопической рефракции на фоне удлинения ПЗО глаза.

По видовой характеристике у детей раннего школьного возраста преобладает осевой тип миопии – 70%, на смешанный и рефракционный типы приходится, соответственно, 20,5% и 9,5%.

У детей старшего школьного возраста доля смешанного типа миопии возрастает до 36%, осевой тип миопии несколько снижается до 64%.

Частота развития миопии у девочек старшего школьного возраста достоверно выше в сравнении с мальчиками.

## Список литературы

1. Аветисов С.Э. Офтальмология. Национальное руководство. Под редакцией Аветисова С.Э., Егорова Е.А., Мошетовой Л.К., Нероева В.В., Тахчиди Х.П. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. С. 38-52.
2. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 218 с.
3. Бочкарева А.А., Ерошевский Т.И., Нестеров А.П. и др. Глазные болезни: учебник (Под редакцией А.А. Бочкаревой). 3-е изд. перераб. и доп. М.: Медицина, 1989. С. 16-46.
4. Катаргина Л.А., Михайлова Л.А. Состояние детской офтальмологической службы Российской Федерации. *Российская педиатрическая офтальмология* 2015; 10(1): 5-10.
5. Ковалевский Е.И. Руководство к практическим занятиям по детской офтальмологии. М.: Медицина, 1973. С. 77-79.
6. Нероев В.В. Организация офтальмологической помощи населению Российской Федерации. *Вестник офтальмологии* 2014; 30(6): 8-12.
7. Проскурина О.В. Развитие рефракции в детском возрасте. *Вестник офтальмологии* 2003; 6: 51-54.
8. Сомов Е.Е. Офтальмопатология детского возраста. (Под ред. Е.Е. Сомова). Спб: Человек, 2019. С. 38-48.
9. Santos-Bueso E., Dorronsoro-Ramires et al. Causes of childhood blindness in a developing country and an underdeveloped country. *J. Fr. Ophthalmol.* 2015; 38(5): 427-30.



10. Трон Е.Ж. Изменчивость элементов оптического аппарата глаза и ее значение для клиники. Л.: Военно-медицинская академия, 1947. 271 с.

11. Шаповалов С.Л., Корнюшина Т.А. Аккомодационная способность глаза. Зрительные функции и их коррекция у детей. (Под ред. С.Э. Аветисова и др.) М.: Медицина, 2005. С. 93-119.

## Anatomical and Refractive Characteristics of an Eyeball in Children with Myopia

**Aleksandrova J. L.**<sup>1</sup>

*MD, PhD, ophthalmologist*

**Shefer K. K.**<sup>1,2</sup>

*MD, PhD, Head, Department for Children; Ophthalmologist, Assistant Professor, Chair for Ophthalmology*

*1 – The Saint-Petersburg Branch of the S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Saint-Petersburg, Russia*

*2 – North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ophthalmology Department. Saint-Petersburg, Russia*

**Corresponding Author:** Shefer Kristina; **e-mail:** kristinashefer@yahoo.com

**Conflict of interest.** None declared

**Funding.** The study had no sponsorship.

### Abstract

**Purpose:** Myopia is the main cause of visual impairment in the world. The analysis of its causes and anatomical characteristics of an eyeball is a challenging task for prognosis of ametropia progression especially in children. **The aim** of our study is an assessment and analysis of anatomical and refractive characteristics of an eyeball in children with myopic refraction. **Material and methods:** We observed 248 (496 eye) children with myopia dividing them into two age groups: younger school age 7-12 years (168 eyes) and older school age 13-18 years (244 eyes). Control group – 21 emmetropic children: 11 (n=22) 7-12 years of age and 10 children (n=20) 13-18 years of age. We performed standard ophthalmological investigation: sciascopy with medical cycloplegia, ophthalmometry, measurement of the eye size (optical biometry). We calculated theoretical refraction for each child and compared it with his (her) actual refraction. **Results:** In the group of younger children we found prevalence of slight and moderate myopia. We found axial type of myopia (increase of an eye size) in 70% of cases and mixed type (increase of an eye size as to corneal refraction) in 20,5% and in 9,5% refractive type of myopia (eye size is normal but corneal refraction is increased). We found extreme increase of an eyeball in 29% of children from the group of axial myopia. Also, we found in them the theoretical (calculated) refraction is much higher than the real one (due to the lower corneal refraction compared to control group and other myopic children). In the older children we found double increase of high myopia compared to younger. The incidence of myopia in girls was higher compared to boys in the older children. In older group we found axial type of myopia in 64% of cases and mixed type in 36%. As well we see decrease of number of older children with pathological increase of an eyeball (20%). **Conclusion:** In children we see age-related increase of myopic refraction in connection with the eyeball size increase. In schoolchildren we see prevalence of axial myopia (70% in younger age and 64% in older) but with the age one can see increase of mixed type of myopia (up to 36% compared to 20 in younger children)

**Keywords:** myopia, axial size of an eyeball, corneal refraction, eyeball characteristics

## References

1. Avetisov S.E. Ophthalmologia. Natsionalnoe rukovodstvo [Ophthalmology. National guidelines]. Edited by Avetisov S.E., Egorov E.A., Moshetova L.K., Neroeva V.V., Tahchidi H.P. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. P. 38-52. (In Russ.).
2. Avetisov S.E. Blizorukost. [Miopia]. Moscow: Medicina, 1999. (In Russ.).
3. Bochkareva A.A., Erosheskiy T.I., Nesterov A.P. Glaznye bolezni: uchebnik [Eye pathology. Textbook]. Edited by A.A. Bochkareva. Moscow: Medicina, 1989. P. 16-46. (In Russ.).
4. Katargina L.A., Mihaylova L.A., Sostoyanie detskoy ophthalmologicheskoy sluzhby Rossiyskoy Federacii. [Pediatric ophthalmology in Russian Federation]. *Rossiyskaya pediatricheskaya ophthalmologiya [Russian paediatric ophthalmology]* 2015; 10(1): 5-10. (In Russ.).
5. Kovalevsky E.I. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po detskoy ophthalmologii [Guide for the paediatric ophthalmology practice]. Moscow: Medicina, 1973. P. 77-79. (In Russ.).
6. Neroev V.V. Organizatsiya ophthalmologicheskoy pomoshi naseleniyu Rossiyskoy Federacii. [Ophthalmology helpline in Russian Federation]. *Vestnik ophthalmologii [The Russian annals of ophthalmology]* 2014; 30(6): 8-12. (In Russ.).
7. Proskurina O.V. Razvitie refrakcii v detskom vozraste [Development of refraction in the childhood]. *Vestnik ophthalmologii [The Russian annals of ophthalmology]*. 2003; 6: 51-54 (In Russ.).
8. Somov E.E. Ophthalmopatologiya detskogo vozrasta. [Paediatric ophthalmology]. Edited by E.E. Somov. St. Petersburg: Chelovek, 2019. P. 38-48. (In Russ.).
9. Santos-Bueso E., Dorronsoro-Ramires et al. Causes of childhood blindness in a developing country and an underdeveloped country. *J. Fr. Ophthalmol.* 2015; 38(5): 427-30.
10. Tron E.Z. Izmenchivost elementov opticheskogo apparata glaza i ee znachenie dlya kliniki. [Variability of optical elements of the eye and its meaning for clinics]. Leningrad: Voenno-meditsinskaya akademiya, 1947. (In Russ.).
11. Shapovalov S.L., Kornushina T.A. Akkomodatsionnaya sposobnost glaza. Zritelnye funktsii i ih korrektsiya u detey [Eye accommodation and Visual functions in children]. Edited by S.E. Avetisov et al. Moscow: Medicina, 2005. P. 93-119. (In Russ.).