

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-3-173-179>



# Телемедицина для глаукомы: современное состояние и тенденции развития

С.Ю. Петров<sup>1</sup> ✉, Т.Н. Малишевская<sup>1</sup>, Э.Э. Фарикова<sup>2</sup>, О.И. Маркелова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

*Глаукома занимает первое место среди причин инвалидности вследствие офтальмопатологии практически во всех регионах России. Это хроническое пожизненное заболевание, при котором мониторинг (раз в год или чаще) осуществляется в условиях медицинского учреждения. По мере старения населения распространенность глаукомы неуклонно растет, в связи с чем доступ к медицинской помощи становится более ограниченным. Прогресс в сфере телекоммуникаций и диагностических технологий позволил разработать программы телеглаукомы, в рамках которых основные метрические данные, касающиеся глаукомы, передаются дистанционному специалисту для интерпретации. Федеральный закон № 242-ФЗ о телемедицине вступил в силу с 1 января 2018 г., но пандемия COVID-19 значительно ускорила развитие информационных технологий в медицине в целом и телемедицинской коммуникации в частности. В данном обзоре представлены сведения, касающиеся программ телеглаукомы, которые свидетельствуют об их эффективности, и практические рекомендации. Потенциально телемедицинские коммуникации способны улучшить доступ к медицинской помощи. Результаты анализа экономической составляющей показали, что дистанционный прием более эффективен с экономической точки зрения, чем очное обследование пациента. При использовании программ телеглаукомы достаточно часто выявляются глаукоматозные изменения диска зрительного нерва и значительное число пациентов с подозрением на глаукому направляются на скрининг. Публикации, посвященные опыту использования активных программ, способствуют их дальнейшему развитию и внедрению в общественное здравоохранение, что позволит расширить доступ к качественной медицинской помощи больным с глаукомой.*

**Ключевые слова:** глаукома; медицинская помощь; информационные технологии; диагностические технологии; телекоммуникации; телемедицина; телеглаукома

**Конфликт интересов:** отсутствует.

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

**Для цитирования:** Петров С.Ю., Малишевская Т.Н., Фарикова Э.Э., Маркелова О.И. Телемедицина для глаукомы: современное состояние и тенденции развития. Российский офтальмологический журнал. 2023; 16 (3): 173-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-3-173-179>

## Telemedicine for glaucoma: the state-of-the-art and trends of development

Sergey Yu. Petrov<sup>1</sup> ✉, Tatiana N. Malishevskaya<sup>1</sup>, Elmaz E. Farikova<sup>2</sup>, Oxana I. Markelova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

<sup>2</sup> I.P.Pavlov First St. Petersburg State Medical University, 6-8, Leo Tolstoy St., St. Petersburg, 197022, Russia  
[glaucomatosis@gmail.com](mailto:glaucomatosis@gmail.com)

*Glaucoma is the top leading cause of ophthalmic-related disability in almost all Russian regions. It is a chronic lifelong disease which requires regular monitoring (once a year or more often) in a medical facility. Since the population is aging, the prevalence of glaucoma is steadily increasing, which hampers access to medical care. Advances in telecommunications and diagnostic technologies have given rise to programs of TV glaucoma, which are used to pass the basic glaucoma parameters on to a specialist working remotely for interpretation. The Federal Law No 242-FZ on telemedicine came into force on January 1, 2018, but the COVID-19 pandemic sped up the development of information technologies in medicine in general and telemedicine communication in particular. The review presents the data on TV glaucoma programs which point to their effectiveness and provides practical advice. Potentially, telemedicine can facilitate access to medical care. The analysis of the economic factors shows that remote consulting is more cost-effective than traditional face-to-face examination of the patient. TV glaucoma programs often help detect glaucomatous changes in the ONH, so more patients with suspicion of glaucoma are referred for screening. Publications focused on the experience in using active programs contribute to their further development and introduction to the public health system, which will eventually facilitate the access to quality medical care for patients with glaucoma.*

**Keywords:** glaucoma; medical care; information technologies; diagnostic technologies; telecommunications; telemedicine; TV glaucoma

**Conflict of interests:** there is no conflict of interests.

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

**For citation:** Petrov S.Yu., Malishevskaya T.N., Farikova E.E., Markelova O.I. Telemedicine for glaucoma: the state-of-the-art and trends of development. Russian ophthalmological journal. 2023; 16 (3): 173-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-3-173-179>

Глаукома является ведущей причиной необратимой слепоты в мире. Согласно различным оценкам, глаукомой страдают более 60 млн человек [1]. Данное заболевание клинически определяется как группа прогрессирующих оптиконейропатий с характерными изменениями полей зрения. В Российской Федерации в 2020 г. зарегистрировано 1 246 546 пациентов с глаукомой, из них с диагнозом, установленным впервые в жизни, около 102 тыс. пациентов. Анализируя абсолютные показатели болезненности или общей заболеваемости по глаукоме населения РФ, можно отметить рост показателей за 11 лет на 17,3% [2]. Такой рост может быть связан со всеобщим старением населения, увеличением продолжительности жизни, улучшением учета пациентов с глаукомой. Снижение показателя в 2020 г. свидетельствует об изменениях в работе всех уровней оказания офтальмологической помощи населению на фоне новой коронавирусной инфекции. Несмотря на высокий охват диспансерным наблюдением: практически 87% (1 078 676) пациентов с глаукомой в 2020 г. находились под диспансерным наблюдением врача-офтальмолога, за последнее десятилетие наблюдается рост первичного выхода на инвалидность данной категории пациентов. Практически во всех регионах России глаукома занимает 1-е место среди причин инвалидности вследствие офтальмопатологии [3].

В основе современных рекомендаций по диагностике и лечению глаукомы лежат результаты нескольких крупных многоцентровых клинических исследований [4, 5]. Впрочем, во многих отраслях медицины, включая первичную медицинскую помощь, клинические рекомендации достаточно гибкие, что не является препятствием на пути внедрения телемедицины.

Телеглаукома — использование технологий телемедицины для ведения пациентов с глаукомой — активно развивающаяся ниша с большими перспективами расширения доступа к высокотехнологичной и при этом экономически выгодной медицинской помощи благодаря привлечению телекоммуникационных и диагностических возможностей. Многие принципы телемедицины положены в основу программ телеглаукомы, а также телемедицинских программ для диабетической ретинопатии. В данном обзоре представлены дополнительные материалы и практические рекомендации, касающиеся программ телеглаукомы.

Пандемия COVID-19 значительно повлияла на развитие информационных технологий в медицине в целом и телемедицинской коммуникации в частности. С 1 января 2018 г. в силу вступил Федеральный закон № 242-ФЗ о телемедицине, в рамках которого регулировались удаленные консультации и оказание медицинской помощи, а также выписка пациенту электронных рецептов, включая рецепты на наркотические средства. Параллельно начала развиваться система телемедицинских консультаций между специализированными учреждениями по принципу «врач — врач», благодаря которым специалисты региональных клиник могли получить совет от докторов федеральных центров. Но во время пандемии данные опции получили максимальное распространение. Целый ряд крупных компаний, связанных со здравоохранением, как частных, так и государственных, запустили платформы, благодаря которым пациенты смогли получить консультацию врача, несмотря на карантинные ограничения. Для большинства людей остается крайне важным очный визит к врачу. Но в условиях карантина именно телемедицина позволила оказывать помощь огромному числу пациентов в круглосуточном режиме.

В июне 2020 г. и апреле 2021 г. компания IPSOS опубликовала исследования относительно рынка телемедицины [6]. Результаты этих работ позволили выяснить, что с лета 2020 г. количество телемедицинских консультаций уменьшилось у большинства специалистов. Но некоторые врачи, в частности психиатры, наоборот, увеличили поток удаленных консультаций. В вопросах удовлетворенности качеством консультаций стоит отметить существенную разницу в восприятии врачей и пациентов: пациенты остались довольны телемедицинскими консультациями в 60% случаев, в то время как специалисты здравоохранения — только в 30%. По-другому обстоят дела у среднего медицинского персонала. В частности, в США плановая помощь пациентам со многими хроническими заболеваниями и мониторинг их состояния осуществляется сестринским персоналом. И в этом случае телемедицина оказалась очень удобным средством. Так, в *Western Journal of Nursing Research* была опубликована статья, посвященная сестринским консультациям пациентов с сахарным диабетом II типа и артериальной гипертензией [7]. Выяснилось, что на фоне пандемии количество удаленных консультаций пациентов на дому увеличи-

лось почти в 2 раза по сравнению с классическими очными визитами к врачу. В настоящее время телемедицина прочно входит в жизнь современного человека в качестве способа получения второго мнения или консультации высококвалифицированного врача, а также для рутинных консультаций специалистов первичного звена. Однако первичные консультации, по всей видимости, в большинстве случаев пока останутся очными.

Глаукома — это хроническое пожизненное заболевание, при котором мониторинг (раз в год или чаще) осуществляется в условиях медицинского учреждения. По мере старения населения распространенность глаукомы неуклонно растет, в связи с чем доступ к медицинской помощи становится более ограниченным [1, 8]. Прогресс в сфере телекоммуникаций и диагностических технологий позволил разработать программы телеглаукомы, в рамках которых основные метрические данные, касающиеся глаукомы, передаются дистанционно специалисту для интерпретации. Потенциально телеглаукома способна улучшить доступ к медицинской помощи благодаря отсутствию у пациентов необходимости приезжать на прием к врачу, совершая поездки на дальние расстояния [9]. Появляется все больше данных, свидетельствующих об эффективности программ телеглаукомы [10–23]. Помимо публикуемых отчетов, существует и множество активных клинических программ телеглаукомы. По данным А. Котеcha и соавт., использование телеглаукомы сокращает время, затрачиваемое пациентом на каждый визит к специалисту [24]. Согласно результатам другого исследования, примерно в  $\frac{3}{4}$  случаев подозрения на глаукому заключение можно вынести дистанционно, без необходимости личной явки больного [22]. Результаты анализа экономической эффективности свидетельствуют о том, что телеглаукома более эффективна с экономической точки зрения, чем очное обследование пациента [25]. При использовании программ телеглаукомы достаточно часто выявляются глаукоматозные изменения диска зрительного нерва (ДЗН), а также пациенты с подозрением на глаукому, что позволяет своевременно направить их на скрининг с использованием телемедицинских программ [26, 27].

*Разновидности программ телеглаукомы.* Насколько та или иная программа телеглаукомы применима в разных ситуациях, в большой степени зависит от доступности ресурсов и квалификации специалистов. Программа телеглаукомы Full Score — пример программы, обладающей достаточными ресурсами не только для скрининга, но и для постановки диагноза и даже мониторинга лечения [28]. В зависимости от вариантов использования программы телеглаукомы можно сгруппировать следующим образом.

*Скрининг.* Под скринингом глаукомы понимают систематическую оценку на предмет выявления признаков глаукоматозного повреждения в отсутствие симптоматики [29]. В 2013 г. эксперты «Рабочей группы по профилактике заболеваний в США» заявили, что «на настоящий момент нет достаточных данных для оценки соотношения пользы и риска скрининга первичной открытоугольной глаукомы у взрослых» [30]. Однако результаты дальнейших исследований продемонстрировали эффективность скрининга глаукомы в группах высокого риска [31, 32]. Систематический обзор скрининговых программ телеглаукомы оценивает ее чувствительность в 83,2% и специфичность в 79,0% [29].

*Диагностическое консультирование.* Телеглаукома позволяет получить консультацию специалиста без длительной поездки пациента [22, 33]. По данным S. Verma и соавт. [22], в 69% случаев подозрения на глаукому данные пациента мо-

гут быть направлены на дистанционное консультирование без его приглашения на очный осмотр.

*Длительный мониторинг эффективности лечения.* Телеглаукома может быть использована для динамического наблюдения после начала лечения. Так, система виртуальных клиник глаукомы в Великобритании применяет данные технологии с целью продолжительного мониторинга результатов лечения [11, 22, 24]. В этих рамках «стабильных» пациентов наблюдают посредством виртуального анализа результатов обследований, приглашая на прием лишь в случае необходимости [24]. К. Kashiwagi и соавт. [34] представили систему визуализации с креплением на щелевую лампу, благодаря которой функции наблюдения после антиглаукомной операции можно делегировать любому офтальмологу.

Развитие и рост количества интерактивной продукции в мобильном секторе дает возможность разрабатывать и внедрять в практику специализированные приложения [35, 36]. Во многих странах есть различные приложения для смартфонов, планшетных компьютеров в помощь пациентам с глаукомой. Основная их цель — выявить пациентов, у которых имеются факторы риска развития глаукомы (Glaucoma SPIA, Бразилия), улучшить комплаентность пациентов (The Glaucoma Community, США), а также осуществлять самостоятельный мониторинг пациентов с установленным диагнозом, используя приложения-трекеры (Glaucae, Германия; Glaucoma, Германия; GlaucoCheck, Бразилия; «Глаукома», Казахстан) [37–43]. Они позволяют установить напоминание о своевременном закапывании гипотензивных препаратов, а также планировать визиты к врачу. Некоторые из них, помимо контроля инстилляций, имеют доступную для понимания пациентами информацию о глаукомном процессе, факторах риска и вариантах лечения. Возможность загружать данные диагностических исследований, вносить и видеть динамику цифр внутриглазного давления (ВГД), полученных на приеме или с помощью домашнего тонометра iCare HOME (Финляндия), также позволяет пациенту систематизировать получаемые данные по течению своего заболевания, распечатывать сводные данные, что в свою очередь может улучшить приверженность пациента к терапии, а при обнаружении отрицательной динамики процесса повысить готовность к смене терапии или переходу к лазерному или хирургическому лечению. Для пациентов, обладающих тонометром iCare HOME или iCare HOME 2 (Финляндия), существует приложение для мобильных устройств iCare PATIENT, в котором каждый пользователь имеет возможность видеть свои данные, график колебания ВГД, писать заметки рядом с измерениями. Эти данные выгружаются в облачный сервер, их можно отправить для анализа своему офтальмологу, и, что особенно актуально во время пандемии и для пациентов отдаленных населенных пунктов, это сокращает количество очных консультаций специалиста [37]. Однако на данный момент ни одно из разработанных для глаукомных пациентов приложений полностью не исключает первичный и дальнейшие приемы у врача-офтальмолога, использование диагностических приборов, а также проверку остроты зрения. Не все приложения имеют понятный интерфейс, выбор языков минимальный, что существенно сужает круг пациентов, которые могут ими воспользоваться. В помощь офтальмологам разработано российское приложение GlauHint для корректного назначения различных видов и групп гипотензивных препаратов и автоматический перевод в цифровые значения отпечатков при измерении ВГД по Маклакову в приложении «Тонометрия по Маклакову» [44–45]. Представленные приложения находятся в бесплатном доступе за исключением приложения Glaucae

(Германия), тем не менее именно это приложение лидирует по количеству скачиваний, а соответственно, использований [38]. Каждое приложение имеет свои преимущества, однако не лишено существенных недостатков, которые требуют доработки и совершенствования для реализации дистанционного доступа к квалифицированной помощи, обратной связи с лечащим врачом и снижения нагрузки на врачей поликлинического звена [46].

*Ключевые компоненты программ телеглаукомы. Анамнез.*

При сборе анамнеза необходимо уточнять любые симптомы со стороны глаз и зрения, офтальмологический анамнез (использование глазных капель, дата последнего осмотра окулиста, рекомендованная кратность осмотров), общий медицинский анамнез, семейный анамнез (наличие глаукомы и ее стадия у родственников первой линии).

*Оборудование.* Конкретный перечень оборудования определяется целями, которые преследует программа телеглаукомы, предпочтениями специалиста, особенностями популяции больных и доступностью ресурсов в обществе.

Ниже представлен перечень необходимых обследований.

1. Проверка остроты зрения.

2. Периметрия. Достоверная оценка полей зрения требуется для выявления исходных показателей с целью дальнейшей оценки в динамике и отслеживания прогрессирования процесса [5]. Золотым стандартом диагностики и мониторинга глаукомы считается автоматическая статическая пороговая периметрия [5]. Чаще всего используется так называемый шведский интерактивный пороговый алгоритм (SITA). Выявить глаукому на ранней стадии помогают периметрия с удвоенной пространственной частотой и коротковолновая периметрия. Эти методики могут быть включены в программы телеглаукомы [47]. Чаще всего автоматическую периметрию выполняют на анализаторе поля зрения Humphrey (Германия) и периметре Otopus (Швейцария) [48]. В будущем станет возможным внедрение удаленного тестирования с помощью веб-программ и программ для планшетов [49, 50].

3. ВГД. Существует множество приборов для измерения ВГД. Ряд из них, например тонометр iCare (Финляндия), не требуют местной анестезии и даже могут использоваться пациентами дома. В будущем в программы телеглаукомы могут быть внедрены системы для непрерывного мониторинга ВГД (контактная линза SENSIMED Triggerfish, Швейцария) [51, 52]. Тем не менее золотым стандартом по-прежнему остается аппланационная тонометрия, которая требует местной анестезии [5].

4. Пахиметрия. Центральная толщина роговицы (ЦТР) играет важную роль в оценке риска глаукомы и определении индивидуального целевого значения ВГД [5, 53].

5. Визуализация переднего отрезка / гониоскопия. ОКТ переднего отрезка и шаймпфлюг-топография помогают выявить пациентов с риском закрытоугольной глаукомы, однако в отношении порога, при достижении которого целесообразна периферическая иридотомия, нет единого мнения [54]. Стандартом диагностики при определении профиля угла передней камеры и вида глаукомы является гониоскопия, требующая личного присутствия пациента. В будущем щелевые лампы с дистанционным управлением могут быть использованы для диагностики вторичных глауком [34].

6. Фотографирование глазного дна. Данное обследование позволяет количественно оценить состояние зрительного нерва. Убедительно доказана корреляция между стереоскопической (3D) и визуальной оценкой ДЗН [55]. Результаты

исследований свидетельствуют о том, что с позиций диагностики глаукомы предпочтение следует отдавать 3D (а не 2D) фотографиям [56]. Впрочем, требуются дальнейшие исследования, чтобы выявить относительную пользу того или иного варианта для программ телеглаукомы. При фотографировании на немидриатических приборах вспышка, которая необходима для получения стереоизображения, может дать сужение зрачка, что снижает качество изображения.

7. Определение толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС). Толщина СНВС рядом со зрительным нервом часто используется как объективный показатель при мониторинге прогрессирования глаукомы [57]. Измерение толщины СНВС целесообразно и при скрининге глаукомы [58, 59]. Эти данные особенно полезны, если сравнивать их с аналогичными показателями у здоровых лиц того же возраста (группа контроля). Однако артефакты и аномалии могут дать ложноположительные результаты, особенно при миопии высокой степени [60]. Измерять толщину СНВС можно посредством ОКТ и гейдельбергской ретинальной томографии.

*Программное обеспечение.* Принятие клинического решения при глаукоме — это сложный анализ на основании результатов различных измерений в динамике. Поэтому очень важно, чтобы программное обеспечение позволяло осуществлять эффективный производственный процесс в клинике. Несколько компаний выпускают программное обеспечение с прицелом на глаукому, которое позволяет быстро проанализировать множество компонентов данных, причем в ряде случаев просматривая их на экране одновременно (Zeiss Forum; Carl Zeiss Meditec и Care1 Telemedicine Network, Канада). Программное обеспечение на основе технологий искусственного интеллекта для анализа изображений в будущем может быть применено и для телеглаукомы [61].

*Персонал.* Для сбора и анализа данных, требуемых для программ телеглаукомы, необходимы опытные медицинские работники, технические специалисты и администраторы. Персонал и специалисты на местах играют важную роль в сборе качественных данных обследований, тщательном сборе анамнеза, а некоторых случаях — в обучении и консультировании пациентов. Консультирование может осуществляться по самым разным темам, начиная от общей информации по диагнозу «глаукома» и заканчивая детальным разъяснением вопросов, касающихся соблюдения режима медикаментозной терапии, оценки побочных эффектов лекарств, риска и пользы различных вариантов лечения. Междисциплинарное сотрудничество специалистов на местах и дистанционных специалистов позволяет обеспечить более высокий уровень оказания медицинской помощи [22, 33].

Дистанционные специалисты могут проводить консультации в реальном режиме времени или режиме «промежуточного хранения». Применимы оба эти варианта при условии предоставления детальной информации и инструкций с обеспечением связи с пациентом и персоналом на местах. Персонал, осуществляющий административную и информационную поддержку, зачастую находится в тесной взаимосвязи с дистанционным центром. Компетентный координатор программы играет ключевую роль в бесперебойном функционировании программ телеглаукомы.

*Финансирование.* Как правило, стартовые и текущие расходы на обслуживание программ телеглаукомы гораздо выше, чем телепрограмм для заболеваний сетчатки, из-за использования дорогостоящего оборудования и программного обеспечения и необходимости содержания персонала. Согласно результатам систематического обзора, средняя стоимость установки скрининговой программы телеглауко-

мы колеблется в пределах от \$ 89 703 до \$ 123 164 [29]. Хотя скрининговая программа телеглаукомы требует больших вложений, показано, что применение телемедицинских технологий для скрининга глаукомы более выгодно с экономической точки зрения, чем очная консультация, и позволяет сэкономить \$ 27 460 на каждый год жизни с поправкой на ее качество [62]. Программы телеглаукомы в США и Австралии предусматривают возмещение расходов [14, 63]. Компенсация расходов на техническую часть и зарплату персонала важна с позиций стимулирования внедрения этих технологий [63]. Их дальнейшее совершенствование сделает программы телеглаукомы более доступными в будущем.

**Внедрение.** Учитывая высокую стоимость оборудования и зарплату персонала, а также изначальные финансовые вложения, имеет смысл внедрять так называемую коллаборативную модель оказания помощи [64]. Вот некоторые из вариантов.

1. Традиционная телемедицина. В рамках программы телеглаукомы для дистанционного центра закупается все оборудование и предоставляется обученный персонал. Это наиболее дорогостоящая модель, которая чаще всего используется в телемедицинских программах для диабетической ретинопатии (эти программы требуют меньше оборудования и меньшего уровня профессиональной подготовки).

2. Коллаборативная телемедицина. Между специалистами заключаются партнерства с обеспечением доступа к различному оборудованию, уровням экспертных мнений и пациентам. Эта модель предполагает сотрудничество между разными специалистами. Она способна повысить рентабельность программ телеглаукомы.

3. Телемедицина на местах. Специалисты на местах используют оборудование и сотрудников собственных клиник для оказания медицинской помощи с применением программ телеглаукомы.

Телеглаукома имеет большой потенциал в улучшении доступа пациентов к высококачественной и рентабельной медицинской помощи. В данном обзоре затронут ряд специфических аспектов, касающихся сложности в обеспечении офтальмологической помощи при глаукоме в соответствии с рекомендациями. В настоящее время во всем мире внедрены различные программы телеглаукомы. Публикации и опыт использования активных программ позволяют осуществлять их дальнейшее развитие. Телеглаукома должна внести все больший вклад в общественное здравоохранение за счет расширения доступа к качественной медицинской помощи больным с глаукомой.

#### Литература/References

1. Tham YC, Li X, Wong TY, et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121 (11): 2081–90. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Заболеваемость всего населения России в 2020 году с диагнозом, установленным впервые в жизни. Министерство здравоохранения Российской Федерации, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения». Москва; 2021. [The incidence of the entire population of Russia in 2020 with a diagnosis established for the first time in life. Ministry of Health of the Russian Federation, Central research institute of health organization and informatization. Moscow; 2021 (In Russ.)].
3. Статистические данные ФГБУ «Федеральное бюро медико-социальной экспертизы Минтруда России»; 2020–2021 гг. [Statistics data of Federal bureau of medical and social expertise of the Ministry of Labor of Russia; 2020–2021 (In Russ.)].
4. Canadian Ophthalmological Society Glaucoma Clinical Practice Guideline Expert Committee; Canadian Ophthalmological Society. Canadian Ophthalmological Society evidence-based clinical practice guidelines for the management of glaucoma in the adult eye. *Can J Ophthalmol*. 2009; 44 Suppl 1: S7–93. doi: 10.3129/cjo44s1

5. Prum BE, Jr, Rosenberg LF, Gedde SJ, et al. Primary Open-Angle Glaucoma Preferred Practice Pattern (R) Guidelines. *Ophthalmology*. 2016; 123 (1): 41–111. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.10.053
6. Heffler M. The future of telehealth. Evolving COVID perspectives offer clues. *Pharmaceutical executive*. 2021; 41 (4): 34–36.
7. Howland C, Despins L, Sindt J, Wakefield B, Mehr DR. Primary care clinic nurse activities with a telehealth monitoring system. *West J Nurs Res*. 2020; 43 (1): 5–12. doi: 10.1177/0193945920923082
8. Resnikoff S, Felch W, Gauthier TM, Spivey B. The number of ophthalmologists in practice and training worldwide: a growing gap despite more than 200,000 practitioners. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96 (6): 783–7. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-301378
9. Kassam F, Yogesan K, Sogbesan E, Pasquale LR, Damji KF. Teleglaucoma: improving access and efficiency for glaucoma care. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2013; 20 (2): 142–9. doi: 10.4103/0974-9233.110619
10. Blazquez F, Sebastian MA, Anton A. Detection of glaucoma using SisGlaTel: acceptability and satisfaction among participants, and problems detected. *Arch Soc Esp Ophthalmol*. 2008; 83 (9): 533–8. doi: 10.4321/s0365-66912008000900005
11. Clarke J, Puertas R, Kotecha A, Foster PJ, Barton K. Virtual clinics in glaucoma care: face-to-face versus remote decision-making. *Br J Ophthalmol*. 2017; 101 (7): 892–5. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-308993
12. de Bont A, Bal R. Telemedicine in interdisciplinary work practices: on an IT system that met the criteria for success set out by its sponsors, yet failed to become part of every-day clinical routines. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2008; 8: 47. doi: 10.1186/1472-6947-8-47
13. Hautala N, Hyytinen P, Saarela V, et al. A mobile eye unit for screening of diabetic retinopathy and follow-up of glaucoma in remote locations in northern Finland. *Acta Ophthalmol*. 2009; 87 (8): 912–3. doi: 10.1111/j.1755-3768.2009.01570.x
14. Kassam F, Amin S, Sogbesan E, Damji KF. The use of teleglaucoma at the University of Alberta. *J Telemed Telecare*. 2012; 18 (7): 367–73. doi: 10.1258/jtt.2012.120313
15. Keenan J, Shahid H, Bourne RR, White AJ, Martin KR. Cambridge community Optometry Glaucoma Scheme. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015; 43 (3): 221–7. doi: 10.1111/ceo.12398
16. Kennedy C, Kirwan J, Cook C, et al. Telemedicine techniques can be used to facilitate the conduct of multicentre trials. *J Telemed Telecare*. 2000; 6 (6): 343–7; discussion 347–9. doi: 10.1258/1357633001936030
17. Kiage D, Kherani IN, Gichuhi S, Damji KF, Nyenze M. The Muranga Teleophthalmology Study: comparison of virtual (teleglaucoma) with in-person clinical assessment to diagnose glaucoma. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2013; 20 (2): 150–7. doi: 10.4103/0974-9233.110604
18. Li HK, Tang RA, Oschner K, et al. Telemedicine screening of glaucoma. *Telemed J*. 1999; 5 (3): 283–290. doi: 10.1089/107830299312032
19. Owsley C, Rhodes LA, McGwin G, Jr, et al. Eye Care Quality and Accessibility Improvement in the Community (EQUALITY) for adults at risk for glaucoma: study rationale and design. *Int J Equity Health*. 2015; 14: 135. doi: 10.1186/s12939-015-0213-8
20. Staffieri SE, Ruddle JB, Kearns LS, et al. Telemedicine model to prevent blindness from familial glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2011; 39 (8): 760–5. doi: 10.1111/j.1442-9071.2011.02556.x
21. Tuulonen A, Ohinmaa T, Alanko HI, et al. The application of teleophthalmology in examining patients with glaucoma: a pilot study. *J Glaucoma*. 1999; 8 (6): 367–73. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10604295/
22. Verma S, Arora S, Kassam F, Edwards MC, Damji KF. Northern Alberta remote teleglaucoma program: clinical outcomes and patient disposition. *Can J Ophthalmol*. 2014; 49 (2): 135–40. doi: 10.1016/j.cjco.2013.11.005
23. Wright HR, Diamond JP. Service innovation in glaucoma management: using a Web-based electronic patient record to facilitate virtual specialist supervision of a shared care glaucoma programme. *Br J Ophthalmol*. 2015; 99 (3): 313–7. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305588
24. Kotecha A, Baldwin A, Brookes J, Foster PJ. Experiences with developing and implementing a virtual clinic for glaucoma care in an NHS setting. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9: 1915–23. doi: 10.2147/OPHT.S92409
25. Court JH, Austin MW. Virtual glaucoma clinics: patient acceptance and quality of patient education compared to standard clinics. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9: 745–9. doi: 10.2147/OPHT.S75000
26. Cavallerano AA, Cavallerano JD, Katalinic P, et al. A telemedicine program for diabetic retinopathy in a Veterans Affairs Medical Center — the Joslin Vision Network Eye Health Care Model. *Am J Ophthalmol*. 2005; 139 (4): 597–604. doi: 10.1016/j.ajo.2004.10.064
27. Park DW, Mansberger SL. Eye disease in patients with diabetes screened with telemedicine. *Telemed J E Health*. 2017; 23 (2): 113–8. doi: 10.1089/tmj.2016.0034
28. Elson MJ, Giangiacomo A, Maa AY, et al. Early Experience with full-scope shared-care teleglaucoma in Canada. *J Glaucoma*. 2022; 31 (2): 79–83. doi: 10.1097/IJG.0000000000001905

29. Thomas SM, Jeyaraman MM, Hodge WG, et al. The effectiveness of teleglaucoma versus in-patient examination for glaucoma screening: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014; 9 (12): e113779. doi: 10.1371/journal.pone.0113779
30. Moyer V. Force U.S.P.S.T. Screening for glaucoma: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Ann Intern Med*. 2013; 159 (7): 484–9. doi: 10.7326/0003-4819-159-6-201309170-00686
31. Bokman CL, Pasquale LR, Parrish RK, 2nd, Lee RK. Glaucoma screening in the Haitian Afro-Caribbean population of South Florida. *PLoS One*. 2014; 9 (12): e115942. doi: 10.1371/journal.pone.0115942
32. Waisbourd M, Pruzan NL, Johnson D, et al. The Philadelphia glaucoma detection and treatment project: Detection rates and initial management. *Ophthalmology*. 2016; 123 (8): 1667–74. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.04.031
33. Kassam F, Sogbesan E, Boucher S, et al. Collaborative care and teleglaucoma: a novel approach to delivering glaucoma services in Northern Alberta, Canada. *Clin Exp Optom*. 2013; 96 (6): 577–580. doi: 10.1111/cxo.12065
34. Kashiwagi K, Tanabe N, Go K, et al. Comparison of a remote operating slit-lamp microscope system with a conventional slit-lamp microscope system for examination of trabeculectomy eyes. *J Glaucoma*. 2013; 22 (4): 278–83. doi: 10.1097/IJG.0b013e318239c343
35. Астахов Ю.С., Тургель В.А. Телемедицина в офтальмологии. Часть 1. Общая телеофтальмология. Офтальмологические ведомости. 2020; 13 (1): 43–52. [Astakhov Y.S., Turgel V.A. Telemedicine in ophthalmology. Part 1. Common teleophthalmology. *Ophthalmology Journal*. 2020; 13 (1): 43–52 (In Russ.)]. doi: 10.17816/OV19112
36. Астахов Ю.С., Тургель В.А. Телемедицина в офтальмологии. Часть 2. Частная телеофтальмология. Офтальмологические ведомости. 2020; 13 (3): 67–80. [Astakhov Y.S., Turgel V.A. Telemedicine in ophthalmology. Part 2. Particular teleophthalmology. *Ophthalmology Journal*. 2020; 13 (3): 67–80 (In Russ.)]. doi: 10.17816/OV46314
37. Icare Finland. Application “Icare PATIENT”. Available at: <https://patients.icare-world.com/>
38. GlauCare GmbH. Application “GlauCare”. Available at: <https://glau.care/en/ResponsumHealth>. Application “The Glaucoma Community”. Available at: <https://responsumhealth.com/glaucoma/2022>
39. IPADE — Instituto para o Desenv. da Educação LTDA. Application “GlaucoCheck”. Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lit.glaucocheck>
40. Lanue Startup. Application “Glaucoma SPIA”. Available at: [https://apkpure.com/br/glaucoma-spia-triagem/appinventor.ai\\_diego\\_santiagomarinho.GlaucomaSpIA\\_Triagem](https://apkpure.com/br/glaucoma-spia-triagem/appinventor.ai_diego_santiagomarinho.GlaucomaSpIA_Triagem)
41. Johannes Vegt. Application “Glaucoma”. Available at: [https://play.google.com/store/apps/details?id=de.signsberlin.glaucoma&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=de.signsberlin.glaucoma&hl=en_US)
42. АО «КазНИИ глазных болезней». Application «Глаукома». Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gluacomaalmaty.glaucoma&hl=ru&gl=US>
43. Hmtl bureau. Application «Тонметрия по Маклакову». Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ngse.tonometry>
44. Казанов Юрий. Available at: Application «GlauHint». Available at: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Kazanov.GlauHint>
45. Казанова С.Ю., Казанов Ю.А. Цифровые технологии в лечении глаукомы. *Национальный журнал Глаукома*. 2020; 19 (4): 12–9. [Kazanova S. u., Kazanov Yu.A. Digital technologies for the treatment of glaucoma. *National Journal glaucoma*. 2020; 19 (4): 12–19 (In Russ.)]. doi: 10.25700/NJG.2020.04.02
46. Liu S, Lam S, Weinreb RN, et al. Comparison of standard automated perimetry, frequency-doubling technology perimetry, and short-wavelength automated perimetry for detection of glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011; 52 (10): 7325–31. doi: 10.1167/iovs.11-7795
47. Monsalve B, Ferreras A, Calvo P, et al. Diagnostic ability of Humphrey perimetry, Octopus perimetry, and optical coherence tomography for glaucomatous optic neuropathy. *Eye (Lond)*. 2017; 31 (3): 443–51. doi: 10.1038/eye.2016.251
48. Lowry EA, Hou J, Hennein L, et al. Comparison of Peristat online perimetry with the Humphrey perimetry in a clinic-based setting. *Transl Vis Sci Technol*. 2016; 5 (4): 4. doi: 10.1167/tvst.5.4.4
49. Vingrys AJ, Healey JK, Liew S, et al. Validation of a tablet as a tangent perimeter. *Transl Vis Sci Technol*. 2016; 5 (4): 3. doi: 10.1167/tvst.5.4.3
50. Tojo N, Abe S, Ishida M, Yagou T, Hayashi A. The fluctuation of intraocular pressure measured by a contact lens sensor in normal tension glaucoma patients and nonglaucoma subjects. *J Glaucoma*. 2017; 26 (3): 195–200. doi: 10.1097/IJG.0000000000000517
51. Tojo N, Hayashi A, Otsuka M, Miyakoshi A. Fluctuations of the intraocular pressure in pseudoexfoliation syndrome and normal eyes measured by a contact lens sensor. *J Glaucoma*. 2016; 25 (5): e463–468. doi: 10.1097/IJG.0000000000000292
52. Brandt JD, Beiser JA, Gordon MO, Kass MA. Ocular Hypertension Treatment Study G. Central corneal thickness and measured IOP response to topical ocular hypotensive medication in the Ocular Hypertension Treatment Study. *Am J Ophthalmol*. 2004; 138 (5): 717–22. doi: 10.1016/j.ajo.2004.07.036
53. Tan S, Yu M, Baig N, Hansapinyo L, Tham CC. Agreement of patient-measured intraocular pressure using rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry (GAT) in glaucoma patients. *Sci Rep*. 2017; 7: 42067. doi: 10.1038/srep42067
54. Han JW, Cho SY, Kang KD. Correlation between optic nerve parameters obtained using 3D nonmydriatic retinal camera and optical coherence tomography: Interobserver agreement on the disc damage likelihood scale. *J Ophthalmol*. 2014; 2014: 931738. doi: 10.1155/2014/931738
55. Spaeth GL, Henderer J, Liu C, et al. The disc damage likelihood scale: reproducibility of a new method of estimating the amount of optic nerve damage caused by glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2002; 100: 181–5; discussion 185–186. PMID: 12545692
56. Schrems WA, Schrems-Hoesl LM, Mardin CY, et al. Can glaucomatous visual field progression be predicted by structural and functional measures? *J Glaucoma*. 2017; 26 (4): 373–82. doi: 10.1097/IJG.0000000000000628
57. Li G, Fansi AK, Boivin JF, Joseph L, Harasymowycz P. Screening for glaucoma in high-risk populations using optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2010; 117 (3): 453–61. doi: 10.1016/j.ophtha.2009.07.033
58. Springelkamp H, Lee K, Wolfs RC, et al. Population-based evaluation of retinal nerve fiber layer, retinal ganglion cell layer, and inner plexiform layer as a diagnostic tool for glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014; 55 (12): 8428–38. doi: 10.1167/iovs.14-15506
59. Chong GT, Lee RK. Glaucoma versus red disease: imaging and glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012; 23 (2): 79–88. doi: 10.1097/IJG.0b013e32834ff431
60. Haleem MS, Han L, Hemert J, et al. Regional image features model for automatic classification between normal and glaucoma in fundus and Scanning Laser Ophthalmoscopy (SLO) images. *J Med Syst*. 2016; 40 (6): 132. doi: 10.1007/s10916-016-0482-9
61. Thomas S, Hodge W, Malvankar-Mehta M. The cost-effectiveness analysis of teleglaucoma screening device. *PLoS One*. 2015; 10 (9): e0137913. doi: 10.1371/journal.pone.0137913
62. O'Day R, Smith C, Muir J, Turner A. Optometric use of a teleophthalmology service in rural Western Australia: comparison of two prospective audits. *Clin Exp Optom*. 2016; 99 (2): 163–7. doi: 10.1111/cxo.12334
63. Gan K, Liu Y, Stagg B, et al. Telemedicine for glaucoma: Guidelines and recommendations. *Telemed J E Health*. 2020; 26 (4): 551–5. doi: 10.1089/tmj.2020.0009

**Вклад авторов в работу:** С.Ю. Петров, Т.Н. Малишевская — концепция и дизайн обзора, анализ литературы, написание и редактирование статьи; Э.Э. Фарикова — сбор и анализ литературы, написание статьи; О.И. Маркелова — сбор и анализ литературы.  
**Authors' contribution:** S.Yu. Petrov, T.N. Malishevskaya — concept and design of the review, writing and final editing of the article; E.E. Farikova — literature data collection and writing of the article; O.I. Markelova — literature data collection and writing of the article.

*Поступила: 04.04.2022. Переработана: 27.04.2022. Принята к печати: 28.04.2022*  
*Originally received: 04.04.2022. Final revision: 27.04.2022. Accepted: 28.04.2022*

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России,  
ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

**Сергей Юрьевич Петров** — д-р мед. наук, начальник отдела глаукомы,  
ORCID 0000-0001-6922-0464

**Татьяна Николаевна Малишевская** — д-р мед. наук, заведующая  
отделением аналитической работы, ORCID 0000-0003-3679-8619

**Оксана Игоревна Маркелова** — аспирант отдела глаукомы, ORCID  
0000-0002-8090-6034

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

**Эльмаз Эльдаровна Фарикова** — врач-офтальмолог

**Для контактов:** Сергей Юрьевич Петров,  
glaucomatosis@gmail.com

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19,  
Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

**Sergey Yu. Petrov** — Dr. of Med. Sci., head, department of glaucoma,  
ORCID 0000-0001-6922-0464

**Tatiana N. Malishevskaya** — Dr. of Med. Sci., head, department of  
analytics, ORCID 0000-0003-3679-8619

**Oksana I. Markelova** — post-graduate student, ORCID 0000-0002-  
8090-6034

I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, 6–8, Leo Tolstoy St.,  
St. Petersburg, 197022, Russia

**Elmaz E. Farikova** — ophthalmologist

**For contacts:** Sergey Yu. Petrov,  
glaucomatosis@gmail.com