

Обеспечение единства измерений в оптометрии

Э. Ю. ЛЕВИНА, Г. Н. ВИШНЯКОВ, М. М. ЕРМАКОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений,
Москва, Россия, e-mail: ermakov@vniiofi.ru

Рассмотрена система обеспечения единства измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений оптической силы очковой оптики МИ 3439—2014.

Ключевые слова: задняя вершинная рефракция, оптометрия, очковая оптика, оптическая сила.

The system of the uniformity of measurements assurance according to a State verification schedule for instruments measuring the optic power of glass optics MI 3439—2014 is considered.

Key words: back vertex power, optometry, glass optics, optical power.

В России в настоящее время закуплено и функционирует большое количество отечественных и импортных офтальмологических приборов, предназначенных для измерения основных параметров очковых линз, таких как передняя и задняя вершинные рефракции, сферическое и призматическое действия [1—7]. Более 30 типов средств измерений (СИ) внесено в Государственный реестр. Офтальмологические приборы описаны в [3—11].

Указанные приборы являются измерительными приборами медицинского назначения, поэтому подлежат обязательным калибровке и поверке, и, следовательно, для обеспечения единства измерений необходимо создать государственную поверочную схему.

До создания государственной поверочной схемы [10] в России действовала локальная поверочная схема для СИ вершинной рефракции и призматического действия очковой оптики, разработанная во ВНИИОФИ [11]. Однако она требовала модернизации, так как со времени ее утверждения были созданы новые рабочие эталоны (РЭ). Главный недостаток локальной поверочной состоял в том, что в ней не описан процесс передачи единиц от исходного эталона рабочим средствам измерений (РСИ) — наборам пробных очковых линз и призм и скиаскопическим линейкам. В схеме не определено положение эталонных установок для измерений параметров указанных наборов и линеек, не приведены доверительные границы абсолютной погрешности определения вершинной рефракции и призматического действия.

Эталон в области оптометрии необходим для проведения и развития работ по приоритетному национальному проекту «Здоровье» [12]. Для обеспечения центров стандартизации и метрологии средствами поверки наборов пробных очковых линз было издано постановление [13]. Все это свидетельствовало о необходимости совершенствования эталонной базы в области офтальмологии. Поэтому во ВНИИОФИ в период 2011—2013 гг. была проведена работа по созданию новой государственной поверочной схемы в области оптометрии взамен локальной поверочной схемы [12] и соответствующего государственного первичного эталона единицы оптической силы очковой оптики ГЭТ 205—2013.

Обеспечение единства измерений в оптометрии. Государственная поверочная схема [12] имеет трехступенчатую структуру и включает ГЭТ 205—2013, РЭ и РСИ (см. рисунок).

Диапазон воспроизводимых ГЭТ 205—2013 значений вершинной рефракции $-30...+25$ дптр (для диоптриметров) и $-20...+20$ дптр (для авторефрактометров); диапазон значений призматического действия $+0,5...+12,0$ пр дптр. Эталон состоит из трех комплексов СИ и вспомогательных устройств. Первый эталонный комплекс предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы вершинной рефракции наборам пробных очковых линз и призм и скиаскопическим линейкам, второй и третий — для воспроизведения, хранения и передачи единицы вершинной рефракции диоптриметрам и авторефрактометрам, соответственно. Все комплексы хранятся во ВНИИОФИ.

Эталон обеспечивает воспроизведение единиц:

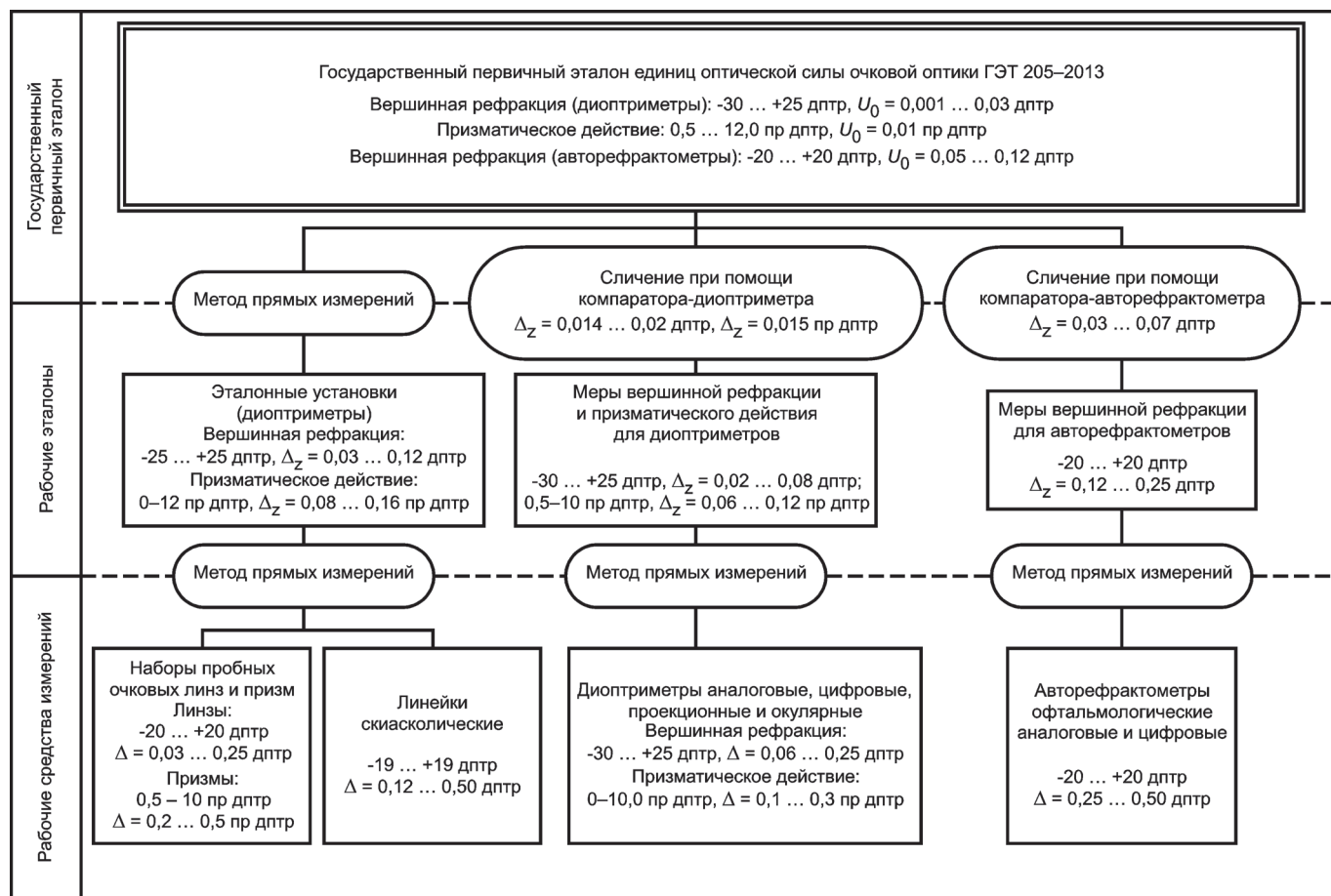
вершинной рефракции для диоптриметров, определенным расчетным способом, с расширенной неопределенностью при коэффициенте охвата $k = 2$, лежащей в интервале $0,001—0,03$ дптр в зависимости от номинального значения вершинной рефракции;

призматического действия для диоптриметров, рассчитанной с расширенной неопределенностью $0,014$ пр дптр при коэффициенте охвата $k = 2$;

вершинной рефракции для авторефрактометров на рабочей длине волны $\lambda = 0,863$ мкм, рассчитанной с расширенной неопределенностью $0,05—0,12$ дптр при коэффициенте охвата $k = 2$ в зависимости от номинального значения вершинной рефракции.

От ГЭТ 205—2013 методом прямых измерений и сравнением при помощи компаратора-диоптриметра и компаратора-авторефрактометра единицу передают РЭ. В качестве РЭ для РСИ в виде набора пробных очковых линз и призм и скиаскопических линеек выступает эталонная установка — диоптриметр. Для РСИ—диоптриметров в качестве РЭ служат меры вершинной рефракции и призматического действия для диоптриметров, представляющие сферические линзы с разными номиналами вершинной рефракции и призмы с разными углами при вершине. Рабочими эталонами для РСИ—авторефрактометров являются меры вершинной рефракции для авторефрактометров: плоско-выпуклые линзы разной толщины вдоль оптической оси. От РЭ единицу передают РСИ методом прямых измерений.

Эталон предназначен для воспроизведения, хранения единиц вершинной рефракции и призматического действия очковой оптики, значения которых получены расчетным пу-



Государственная поверочная схема для средств измерений оптической силы очковой оптики

тем, и последующей передачи указанных единиц с помощью РЭ к РСИ. В основу измерений указанных единиц должны быть положены единицы, воспроизводимые государственным первичным эталоном. В состав эталона входят эталонные меры вершинной рефракции очковой оптики для диоптриметров в виде набора сферических линз разного радиуса кривизны; эталонные меры призматического действия очковой оптики для диоптриметров в виде набора призм с разным углом при вершине; эталонные меры вершинной рефракции для авторефрактометров в виде набора плоско-выпуклых линз разной толщины; компараторы в виде диоптриметра и авторефрактометра; цифровая метеостанция для измерения параметров окружающей среды; системы сбора и обработки измерительной информации на базе персональной ЭВМ.

Диапазоны воспроизводимых эталоном (эталонными мерами) значений вершинной рефракции составляют $-30 \dots +25$ дптр и призматического действия $-0,5 \dots +12,0$ пр дптр для диоптриметров; значений вершинной рефракции $-20 \dots +20$ дптр для авторефрактометров.

Для обеспечения воспроизведения единиц вершинной рефракции и призматического действия с необходимой точностью должны соблюдаться правила хранения и применения эталона, утвержденные в установленном порядке. Эталон применяют для передачи единиц вершинной рефракции и призматического действия очковой оптики РЭ методом прямых измерений и сличением при помощи компараторов методом замещения. Доверительные границы (для

доверительной вероятности 0,95) суммарной погрешности Δ_z при передаче единиц с помощью компаратора-диоптриметра не должны превышать 0,014 дптр и 0,015 пр дптр, соответственно, а при передаче с помощью компаратора-рефрактометра должны быть в интервале $\Delta_z = 0,03 \dots 0,07$ дптр [15].

Выводы. Разработанная поверочная схема [12] обеспечивает передачу единицы всем существующим диоптриметрам и рефрактометрам для измерений вершинной рефракции и призматического действия очковых линз и аметропии глаза с требуемым запасом точности. Эталон ГЭТ 205–2013 позволяет определять методы передачи единиц эталонным установкам и далее от них рабочим СИ, передачи единицы оптической силы от эталона наборам пробных очковых линз, призм и скиаскопических линеек; вычислять доверительные границы абсолютной погрешности измерений вершинной рефракции и призматического действия; повышать достоверность и точность результатов измерений диоптриметрами и авторефрактометрами.

Л и т е р а т у р а

1. **ГОСТ 14394—88.** Офтальмологическая оптика. Термины и определения.
2. **ГОСТ 24052—80.** Очковая оптика. Термины и определения.
3. **Урмахер Л. С., Айзенштат Л. И.** Очковая оптика. М.: Медицина, 1982.

4. Урмахер Л. С., Айзенштат Л. И. Офтальмологические приборы. М.: Медицина, 1988.

5. Урмахер Л. С., Айзенштат Л. И. Оптические средства коррекции зрения. М.: Медицина, 1990.

6. Аветисов Э. С., Розенблюм Ю. З. Оптическая коррекция зрения. М.: Медицина, 1981.

7. Модель Д. М. Справочник медицинского оптика. Л.: Медицина, 1970.

8. Розенблюм Ю. З. Оптометрия (подбор средств коррекции зрения). СПб: Гиппократ, 1996.

9. Сергиенко Н. М. Офтальмологическая оптика. М.: Медицина, 1991.

10. Волков В. В., Горбань А. И., Джалишвили О. А. Клиническое исследование глаза с помощью приборов. Л.: Медицина, 1995.

11. Dugheanu E. Calibration of spherical lenses used for focimeters' testing uncertainty budget // U.P.B. Sci. Bull. Ser. A. 2007. V. 69. N. 2. P. 73—50.

12. МИ 3439—2014. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений оптической силы очковой оптики.

13. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 29.03.2006 № 220 «Об оказании высокотехнологичных видов медицинской помощи за счет средств федерального бюджета в федеральных специализированных медицинских учреждениях, подведомственных Федеральному агентству по здравоохранению и социальному развитию, Федеральному медико-биологическому агентству и Российской академии медицинских наук, во II-IV кварталах 2006 г.».

14. Постановление Правительства РФ от 20.04.2010 № 250 «О перечне средств измерений, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии».

15. ГОСТ Р ИСО 10342—2008. Рефрактометры офтальмологические. Технические требования и методы испытаний.

Дата принятия 09.09.2014 г.

535.231.63

Развитие системы метрологического обеспечения области измерений энергетических параметров лазерного излучения

В. С. ИВАНОВ, М. Л. КОЗАЧЕНКО, С. В. ТИХОМИРОВ, Н. П. ХАТЫРЕВ

Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений, Москва, Россия, e-mail: mkozachenko@vniiofi.ru

Рассмотрены задачи повышения точности измерений энергетических параметров лазерного излучения, предложены принципы построения и технические решения высокоточных эталонных калориметрических преобразователей.

Ключевые слова: энергия, мощность, излучение, лазер, единство измерений.

The problems of increasing the accuracy of heat measurements of energy end average power of laser radiation and the development of technique of precision standard calorimetric transducer operation are considered.

Key words: energy, power, radiation, laser, uniformity of measurements.

Решение задачи улучшения состояния метрологического обеспечения находящихся в обращении в нашей стране средств измерений (СИ) энергетических параметров лазерного излучения было возложено на ВНИИОФИ в начале 1970-х гг. Это было вызвано тем, что быстрое развитие СО₂-лазеров потребовало их оперативного оснащения высокоточными широкоапертурными СИ средних и больших уровней мощности и энергии излучения на длине волны $\lambda = 10,6$ мкм. Во ВНИИОФИ была разработана измерительная аппаратура, характеризующаяся низкими, до 4—6 %, погрешностями. К числу таких СИ относятся прошедшие государственные испытания и запущенные в серийное производство на Тульском приборостроительном заводе «Эталон» измерительные преобразователи (ИП) энергии излучения типов ТПИ-2-5, ТПИ-2-7 и ТПИ-2М [1].

Однако, как показал анализ действовавшей в тот период системы метрологического обеспечения, аппаратура могла обеспечивать поверку высокоточных СИ энергии излучения только на длинах волн 0,69 и 1,06 мкм. Поэтому поверка прецизионных СИ, предназначенных, в том числе, и для работы на длине волны излучения $\lambda = 10,6$ мкм, не могла быть признана достаточной, поскольку оптические характеристики большинства материалов в спектральном диапазоне 1,06—10,6 мкм могут претерпевать большие изменения. Это касалось не только частично селективных приборов, например, имеющих плоские приемные поверхности. Неселективные СИ с полостными моделями поглотителей излучения также могут частично или полностью потерять неселективность, например, после случайной перегрузки при работе с высокоинтенсивным излучением, вызвавшим разрушение по-