

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «01» февраля 2022 г. № 232

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ**

**Москва
2021 г.**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящий документ распространяется на государственную поверочную схему для средств измерений показателя преломления твердых n_T и жидких n_J веществ, микрообъектов n_m , двумерного пространственного распределения показателя преломления твердых веществ $n_{пр}$ и газообразных веществ n_T для излучения оптического диапазона от 405 до 1550 нм и устанавливает порядок передачи единицы показателя преломления n (безразмерная величина) от государственного первичного эталона единицы показателя преломления при помощи рабочих эталонов средствам измерений с указанием погрешностей и основных методов передачи единицы.

Графическая часть Государственной поверочной схемы для средств измерений показателя преломления представлена в приложении А.

2. СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

2.1. В настоящем документе использованы следующие сокращения:

ГПЭ - государственный первичный эталон;

СКО - среднее квадратическое отклонение;

НСП - неисключенная систематическая погрешность;

ПВО - полное внутреннее отражение;

НПВО - нарушенное полное внутреннее отражение.

3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАЛОН

3.1. Государственный первичный эталон единицы показателя преломления предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления при помощи рабочих эталонов средствам измерений.

3.2. Государственный первичный эталон состоит из четырех эталонных установок.

Эталонная установка, предназначенная для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления для твердых и жидких веществ, в состав которой входят:

гонометр-спектрометр с кольцевым лазером для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления твердых и жидких веществ;

набор сменных источников излучения в диапазоне длин волн от 405 до 1550 нм в виде лазерных модулей с волоконным выходом;

эталонные меры показателя преломления в виде трехгранных стеклянных призм из различных марок стекла и полый трехгранной призмы с набором расходуемых и возобновляемых рефрактометрических жидкостей;

многоканальный цифровой термометр прецизионный с выносными термометрами сопротивления на основе термистора.

Эталонная установка, предназначенная для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления для твердых и жидких микрообъектов, в состав которой входят:

автоматизированный интерференционный микроскоп для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления твердых и жидких микрообъектов с программным обеспечением;

меры показателя преломления в виде специальной кюветы с микролунками и набором расходуемых и возобновляемых рефрактометрических жидкостей.

Эталонная установка, предназначенная для воспроизведения, хранения и передачи двумерного пространственного распределения (профиля) единицы показателя преломления твердых веществ, в состав которой входят:

цифровой интерферометр для измерения двумерного пространственного распределения (профиля) единицы показателя преломления твердых веществ;

эталонные меры двумерного пространственного распределения (профиля) показателя преломления в виде тонких срезов заготовок градиентного волокна и самих заготовок.

Эталонная установка, предназначенная для воспроизведения, хранения и передачи единицы показателя преломления для газообразных веществ, в состав которой входят:

лазерный интерференционный рефрактометр для измерений показателя преломления чистых газов и газовых смесей, включая воздух, с вакуумным откачным постом, системой напуска газа и камерой пассивной термостабилизации.

3.3. Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение единицы показателя преломления с метрологическими характеристиками, указанными Таблицах 1 - 5.

Таблица 1. Метрологические характеристики ГПЭ при воспроизведении единицы показателя преломления твердых веществ

Диапазон значений показателя преломления	от 1,4 до 3,0	
Диапазон длин волн, нм	от 405 до 700	от 700 до 1550
Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений S_T при 50 независимых измерениях, не более	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Неисключённая систематическая погрешность (НСП) θ_T , не более	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу В	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Суммарная стандартная неопределенность	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$

Таблица 2. Метрологические характеристики ГПЭ при воспроизведении единицы показателя преломления жидких веществ

Диапазон значений показателя преломления	от 1,3 до 2,5	
Диапазон длин волн, нм	от 405 до 700	от 700 до 1550
Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений $S_{ж}$ при 50 независимых измерениях, не более	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Неисключённая систематическая погрешность (НСП) $\theta_{ж}$, не более	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$

Стандартная неопределенность, оцененная по типу В	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Суммарная стандартная неопределенность	$7,6 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

Таблица 3. Метрологические характеристики ГПЭ воспроизведении единицы показателя преломления для твердых и жидких микрообъектов

Диапазон значений показателя преломления	от 1,4 до 3,0
Диапазон длин волн, нм	от 405 до 700
Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений S_m при 50 независимых измерениях, не более	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Неисключённая систематическая погрешность (НСП) θ_m , не более	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу В	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Суммарная стандартная неопределенность	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$	$2,8 \cdot 10^{-5}$

Таблица 4. Метрологические характеристики ГПЭ при воспроизведении двумерного пространственного распределения (профиля) единицы показателя преломления для твердых тел на сетке 128×128 точек

Диапазон значений показателя преломления	от 1,4 до 3,0	
Диапазон длин волн, нм	от 405 до 700	от 700 до 1550
Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического результатов измерений $S_{пр}$ при 50 независимых измерениях, не более	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Неисключённая систематическая погрешность (НСП) $\theta_{пр}$, не более	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу В	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$
Суммарная стандартная неопределенность	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$

Таблица 5. Метрологические характеристики ГПЭ при воспроизведении единицы показателя преломления для газообразных веществ

Диапазон значений показателя преломления	от 1,000 до 1,003
Длина волны в вакууме, нм	632,99102
Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего	$1,0 \cdot 10^{-8}$

арифметического результатов измерений S_r , при 50 независимых измерениях, не более	
Неисключённая систематическая погрешность (НСП) θ_r , не более	$2,1 \cdot 10^{-8}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу А	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Стандартная неопределенность, оцененная по типу В	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Суммарная стандартная неопределенность	$1,5 \cdot 10^{-8}$
Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$	$3,0 \cdot 10^{-8}$

3.4. Для обеспечения воспроизведения единицы показателя преломления с указанной точностью следует соблюдать правила содержания и применения ГПЭ, утвержденные в установленном порядке.

3.5. Государственный первичный эталон применяют для передачи единицы показателя преломления рабочим эталонам 1-го разряда методом прямых измерений или непосредственным сличением.

4. РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ

4.1. Рабочие эталоны 1-го разряда.

4.1.1. В качестве рабочих эталонов 1-го разряда применяют эталонные установки (интерферометр Фабри-Перо и гониометры) в диапазоне n_T от 1,4 до 2,5, эталонные меры и стандартные образцы показателя преломления и профиля показателя преломления в виде:

набора трехгранных призм, из различных марок стекла, в диапазоне n_T от 1,4 до 3,0;

полой призмы с набором рефрактометрических жидкостей в диапазоне $n_{ж}$ от 1,3 до 2,0;

кюветы с набором рефрактометрических жидкостей в диапазоне n_m от 1,3 до 2,0;

тонких срезов заготовок градиентного волокна и самих заготовок в диапазоне $n_{пр}$ от 1,4 до 2,0;

чистых газов и газовых смесей в диапазоне n_T от 1,000 до 1,003.

4.1.2. Доверительные границы абсолютной погрешности рабочих эталонов 1-го разряда δ при доверительной вероятности 0,95 составляют от $5 \cdot 10^{-8}$ до $7 \cdot 10^{-4}$.

4.1.3. Рабочие эталоны 1-го разряда применяют для передачи единицы рабочим эталонам 2-го разряда методом прямых измерений или сличением при помощи компаратора (рефрактометра или гониометра) и средствам измерений методом прямых измерений:

рефрактометрам, работа которых основана на явлении полного внутреннего отражения (рефрактометров ПВО) и на нарушении условий полного внутреннего отражения (рефрактометров НПВО), в том числе спектральных;

V-рефрактометрам и дифференциальным рефрактометрам;

гониометрам-спектрометрам;

интерферометрам;

анализаторам заготовок и стекловолокна;

интерференционным рефрактометрам.

4.2. Рабочие эталоны 2-го разряда

4.2.1 В качестве рабочих эталонов 2-го разряда применяют следующие меры показателя преломления:

рефрактометрические пластины в диапазоне n_T от 1,4 до 2,5 и рефрактометрические призмы с эффективным значением показателя преломления $n_{эфф}$ от 1,25 до 1,45;

рефрактометрические жидкости (в том числе стандартные образцы показателя преломления и растворы сахарозы) в диапазоне $n_{ж}$ от 1,33 до 2,00.

Требования к отбору образцов для мер показателя преломления в виде рефрактометрических пластин и призм изложены, например, в ГОСТ 28869-90.

4.2.2. Доверительные границы абсолютной погрешности δ рабочих эталонов 2-го разряда при доверительной вероятности 0,95 составляют от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-4}$.

4.2.3. Рабочие эталоны 2-го разряда применяют для поверки методом прямых измерений средств измерений:

рефрактометров ПВО, НПВО, в том числе спектральных;
V-рефрактометров и дифференциальных рефрактометров;
гониометров-спектрометров для измерений показателя преломления;
интерферометров.

5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. В качестве средств измерений применяют рефрактометры ПВО, НПВО, гониометры-спектрометры, V-рефрактометры, дифференциальные и интерференционные рефрактометры для измерений показателя преломления в диапазоне n от 1,0 до 3,0, анализаторы заготовок и стекловолокна в диапазоне измерений профиля показателя преломления от 1,4 до 2,0.

5.2. Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ средств измерений показателя преломления составляют от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-3}$.

Пределы допускаемых абсолютных погрешностей Δ средств измерений двумерного пространственного распределения (профиля) показателя преломления (анализаторов заготовок и стекловолокна) составляют от $7 \cdot 10^{-4}$ до $8 \cdot 10^{-4}$.

5.3. Допускается в рефрактометрах иметь другую или дополнительную шкалу, градуированную в единицах доли растворимых сухих веществ в водных растворах, принятую международными организациями, например, международную шкалу массовой концентрации сахарозы Brix. Рефрактометры с такими шкалами должны быть снабжены пересчетной таблицей в значения показателя преломления.