ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58565— 2019 (ИСО 15902:2004)

Оптика и фотоника

ДИФРАКЦИОННАЯ ОПТИКА

Термины и определения

(ISO 15902:2004, Optics and photonics — Diffractive optics — Vocabulary, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИФО-ОЛИОС ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 296 «Оптика и фотоника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 сентября 2019 г. № 817-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 15902:2004 «Оптика и фотоника. Дифракционная оптика. Словарь» (ISO 15902:2004 «Optics and photonics — Diffractive optics — Vocabulary», MOD) путем включения в текст стандарта дополнительных фраз и положений для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации, выделенных курсивом, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5 (подразделы 4.2 и 4.3).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Некоторые элементы настоящего стандарта могут быть объектами патентных прав. Международная организация по стандартизации (ИСО) не несет ответственности за установление подлинности каких-либо или всех таких патентных прав

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2004 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
2.1 Определение дифракционной оптики и ее разделов 1
2.2 Дифракционные оптические элементы и их виды 1
2.3 Конструкция дифракционных оптических элементов 2
2.4 Свойства дифракционных оптических элементов 5
2.5 Варианты применения 9
Алфавитный указатель терминов на русском языке 10
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке 12
Приложение А (справочное) Обозначения и единицы измерения 14
Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 16

Введение

Установленные настоящим стандартом термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий в области дифракционной оптики.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Для стандартизованных терминов 2.2.1, 2.2.7, 2.2.9 и 2.2.10 приведены в качестве справочных их краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования.

Установленные определения допускается при необходимости изменять, вводя в них производные признаки, раскрывая значения используемых в них терминов, указывая объекты, относящиеся к определенному понятию. Изменения не должны нарушать объема и содержания понятий, определенных в настоящем стандарте.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткие формы, в том числе представленные аббревиатурой, и/или общепринятые условные обозначения — светлым.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

ДИФРАКЦИОННАЯ ОПТИКА

Термины и определения

Optics and photonics. Diffractive optics. Terms and definitions

Дата введения — 2020—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основополагающие термины и определения в отношении дифракционной оптики и дифракционных оптических элементов для распространения волн в свободном пространстве. Цель настоящего стандарта — предоставление согласованной общей терминологии, которая уменьшит двусмысленность и непонимание и, тем самым, будет способствовать развитию сферы дифракционной оптики.

2 Термины и определения

2.1 Определение дифракционной оптики и ее разделов

2.1.1 **дифракционная оптика** (diffractive optics): Раздел оптики, посвященный изучению дифракции и созданию на этой основе дифракционных оптических элементов.
2.1.2 **бинарная оптика** (binary optics): Раздел дифракционной оптики, оптические компоненты которой обладают двумя значениями комплексного амплитудного коэффициента пропускания.
2.1.3 **голограммная оптика** (holographic optics): Раздел дифракционной оптики, в котором в качестве оптических элементов рассматривают, изучают и используют голограммы для преобразования фронта падающей волны в конкретный геометрический фронт.

2.2 Дифракционные оптические элементы и их виды

2.2.1 **дифракционный оптический элемент;** ДОЭ (diffractive optical element; DOE): Оптический элемент, осуществляющий преобразование проходящего (отраженного) оптического излучения в результате дифракции на его микроструктуре с постоянным или с изменяющимся по заданному закону периодом.
2.2.2 **амплитудный дифракционный оптический элемент** (amplitude diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, дифракционная микроструктура которого осуществляет амплитудную модуляцию проходящего (отраженного) через него оптического излучения.
2.2.3 **фазовый дифракционный оптический элемент** (phase diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, дифракционная микроструктура которого осуществляет фазовую модуляцию проходящего (отраженного) через него оптического излучения.
2.2.4 **пропускающий дифракционный оптический элемент** (transmission diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, осуществляющий преобразование падающего оптического излучения при его прохождении через этот элемент.
2.2.5 **отражательный дифракционный оптический элемент** (reflection diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, осуществляющий преобразование падающего оптического излучения при его отражении от этого элемента.

Издание официальное

2.2.6 **активный дифракционный оптический элемент** (active diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, дифракционные характеристики которого могут динамически изменяться.

2.2.7 **голограммный оптический элемент;** ГОЭ (holographic optical element; HOE): Дифракционный оптический элемент, изготавливаемый как методами интерференции световых волн, так и методами лазерной и электронной литографии.

2.2.8 **синтезированный дифракционный оптический элемент** (computer generated diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, выполненный в виде синтезированной голограммы (СГ), спроектированный на компьютере и изготовленный под управлением компьютера.

Примечания

1 Синтезированная голограмма: Голограммный транспарант, полученный моделированием голографического процесса с использованием вычислительной техники.

2 Осевая синтезированная голограмма: Синтезированная голограмма, эквивалентная физической голограмме Габора.

3 Внеосевая синтезированная голограмма: Синтезированная голограмма, эквивалентная голограмме Лейта.

4 Киноформ-голограмма: Фазовая синтезированная голограмма с углом «блеска».

5 Синтезированный дифракционный оптический элемент обычно изготавливают с использованием механического метода (с применением специального алмазного лезвийного инструмента), метода сфокусированного лазерного пучка или метода литографии, в том числе с использованием электронный и ионных технологий.

2.2.9 ***синтезированный голограммный оптический элемент; СГОЭ*** *(computer generated hologram optical element; CGHOE): Голограммный оптический элемент, выполненный в виде синтезированной голограммы*.*

2.2.10 **бинарный оптический элемент;** БОЭ (binary optical element; BOE): Амплитудный и/или фазовый дифракционный оптический элемент с бинарной структурой поверхностного рельефа (см. 2.1.2).

2.3 Конструкция дифракционных оптических элементов

2.3.1 Общие сведения

2.3.1.1 **подложка дифракционного оптического элемента** (substrate for diffractive optical elements): Материальный носитель дифракционной микроструктуры.

Примечание — Микроструктура может быть выполнена (размещена) на поверхности подложки или в ее объеме.

2.3.1.2 **дифракционная решетка** (grating): Пространственная структура с постоянным или изменяющимся по заданному закону периодом полос (элементарных элементов).

2.3.2 Фазовая структура

2.3.2.1 **фазовый профиль** (phase profile): Фазовый сдвиг, в пределах каждого периода микроструктуры дифракционного оптического элемента, вносимый в проходящее через дифракционный оптический элемент или отраженное от него оптическое излучение.

Примечание — Фазовый сдвиг описывается заданным математическим выражением, в соответствии с которым изменяется пространственное распределение фазы падающего оптического излучения.

2.3.2.2 **рельефно-фазовый дифракционный оптический элемент** (surface relief diffractive optical element): Оптический элемент, дифракционная эффективность и рабочий спектральный диапазон которого определяются дисперсионными свойствами материалов этого оптического элемента и геометрией рельефа.

Примечание — Рельеф может быть локализован внутри подложки или на ее поверхности.

2.3.2.3 **Q-фактор; Q** (Q-factor; *Q*): Значение добротности, вычисляемое для периодической структуры с синусоидальным профилем показателя преломления по формуле

$$Q = \frac{2\pi\lambda T}{n_{ср}\Lambda^2}, \qquad (1)$$

где λ — длина волны в воздухе, нм;

T — толщина решетки, мкм;

$n_{ср}$ — средний показатель преломления решетки;

Λ — период дифракционной решетки, мкм.

---

* Термин добавлен в связи с широким практическим применением голограмм такого типа.

Примечание — Данное значение применяют для категорирования дифракционных оптических элементов по соотношению толщины слоя и периода микроструктуры дифракционного оптического элемента.

2.3.2.4 **двумерный дифракционный оптический элемент** (thin diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, формирующий не менее трех дифракционных порядков, при этом усредненный период дифракционной микроструктуры этого оптического элемента много больше толщины рабочего слоя.

Примечание — Для двумерного дифракционного оптического элемента с синусоидальным профилем показателя преломления это значение выражается как $Q < 1$.

2.3.2.5 **трехмерный дифракционный оптический элемент** (thick diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент, формирующий преимущественно один дифракционный порядок (с выполнением условия Брэгга), при этом усредненный период дифракционной микроструктуры этого оптического элемента много меньше толщины рабочего слоя.

Примечание — Для трехмерного дифракционного оптического элемента с синусоидальным профилем показателя преломления это значение выражается как $Q >> 1$.

2.3.2.6 **объемно-фазовый дифракционный оптический элемент** (volume phase diffractive optical element): Трехмерный дифракционный оптический элемент, дифракция в котором образуется за счет заданного пространственного распределения показателя преломления.

2.3.2.7 **фазовый сдвиг** (phase step): Заданный сдвиг фазы в бинарной фазовой структуре.

2.3.2.8 **бинарная фазовая структура** (binary phase structure): Дискретная фазовая структура, которая имеет одну заданную (постоянную) разность фаз.

2.3.2.9 **многоуровневая фазовая структура** (multi-level phase structure): Фазовая структура, которая имеет более двух фазовых уровней в пределах одного периода.

2.3.2.10 **дифракционный оптический элемент с углом «блеска»** (blazed diffractive optical element): Дифракционный оптический элемент с поверхностным рельефом, который может концентрировать энергию дифрагированного света в заданном порядке или порядках дифракции при помощи призматической структуры за один период.

2.3.2.11 **дифракционная решетка с «глубоким» рельефом** (deep grating): Решетка с поверхностным рельефом, фазовая глубина которого многократно превышает 2π.

2.3.2.12 **структура с несколькими порядками дифракции** (multi-diffraction-order structure): Дифракционный оптический элемент, который содержит части, создающие различные порядки дифракции.

Примечание — Если части формируют концентрические зоны, данная структура, как правило, называется либо гармонической структурой Френеля, либо структурой надзоны.

2.3.3 Периодическая структура

2.3.3.1 **период Λ** (period Λ): Самая короткая длительность повтора в периодической пространственной структуре дифракционного оптического элемента.

Примечание — Для решетки с поверхностным рельефом период Λ показан на рисунке 1.

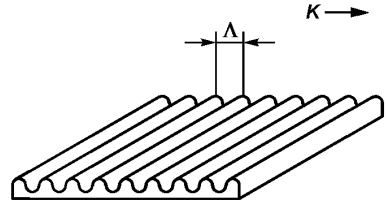


Рисунок 1 — Схематическое представление решетки с поверхностным рельефом

2.3.3.2 **локальный период** (local period): Локальное значение периода $\Lambda(x)$, определяемое в рамках функции вектора положения x на дифракционной поверхности.

2.3.3.3 **пространственная частота** (spatial frequency): Число модуляций на единицу длины (т. е. пропорционально обратной величине периода).

2.3.3.4 **локальная пространственная частота $v(x)$** [local spatial frequency $v(x)$]: Обратная величина локального периода, вычисляемая по формуле

$$v(x) = \frac{1}{\Lambda(x)}, \quad (2)$$

где $v(x)$ — локальная пространственная частота, определяемая в рамках функции вектора положения x на дифракционной поверхности, мм$^{-1}$;

$\Lambda(x)$ — период, определяемый в рамках функции вектора положения x на дифракционной поверхности, мкм.

2.3.3.5 **субволновая структура** (subwave length structure): Периодическая структура, значение периода которой меньше λ/n, где n — это показатель преломления структуры.

Примечания

1 В зависимости от угла падения субволновая структура может не создавать дифракционное оптическое излучение, кроме оптического излучения нулевого порядка. В таком случае элемент не является дифракционным оптическим элементом.

2 Часто используется название «решетка нулевого порядка», «поверхность с антиотражающей структурой» или «SWS».

2.3.3.6 **структура с линейно изменяющимся периодом** (chirped structure): Периодическая структура, период которой изменяется постепенно.

Примечание — Решетка, период которой изменяется постепенно, называется решеткой с линейно изменяющимся периодом.

2.3.3.7 **K-вектор, вектор решетки *K*** (K-vector *K*): Вектор, абсолютное значение которого составляет $2\pi v$, а направление является параллельным направлению периодичности решетки.

Примечания

1 K-вектор также называется вектором решетки.

2 Для решетки с поверхностным рельефом K-вектор показан на рисунке 1.

2.3.3.8 **амплитуда модуляции показателя преломления Δn** (amplitude of refractive index modulation Δn): В случае, когда распределение показателя преломления дифракционной структуры определено как:

$$n(x) = n_{ср} + \Delta n \cos(K \cdot x), \quad (3)$$

где $n(x)$ — показатель преломления решетки, определяемый в рамках функции вектора положения x на дифракционной поверхности;

$n_{ср}$ — средний показатель преломления решетки;

K — K-вектор, мм$^{-1}$;

x — вектор положения с координатой (x, y, z) на дифракционной поверхности, мм.

2.3.3.9 **зонная пластинка** (zone plate): Дифракционный оптический элемент, который функционирует в качестве линзы и состоит из концентрических зон.

2.3.3.10 **зонная пластинка Френеля** (Fresnel zone plate): Дифракционный оптический элемент, состоящий из концентрических зон, которые варьируются по прозрачности и непрозрачности, а также в которых радиус каждой зоны является пропорциональным квадратному корню номера этой зоны; при этом зона № 1 находится в самом центре, а номер каждой следующей зоны увеличивается на единицу.

Примечания

1 Существует два типа таких пластинок: зоны с нечетными номерами которых являются прозрачными, и зоны с нечетными номерами которых являются непрозрачными.

2 Последний тип зонной пластинки Френеля показан на рисунке 2.

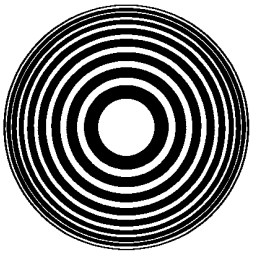


Рисунок 2 — Схематическое представление зонной пластинки Френеля

2.3.3.11 **фазовая зонная пластинка Френеля, зонная пластинка Вуда** (phase Fresnel zone plate, Wood zone plate): Дифракционный оптический элемент, состоящий из концентрических зон, аналогичных зонной пластинке Френеля; при этом зоны варьируются не по прозрачности и непрозрачности, а с точки зрения влияния на фазу падающего оптического излучения, и располагаются в следующей последовательности: нулевые радианы — π радианы — нулевые радианы и т. д., или π радианы — нулевые радианы — π радианы и т. д.

Примечание — На рисунке 3 показано поперечное сечение зонной пластинки Френеля.

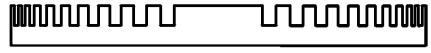


Рисунок 3 — Схематическое представление поперечного сечения фазовой зонной пластинки Френеля

2.3.3.12 **интерференционная зонная пластинка** (interferometric zone plate): Дифракционный оптический элемент, изготавливающийся на основе регистрации концентрического кругового интерференционного рисунка, который формируется с помощью двух интерферирующих пучков.

2.3.4 Конструкция дифракционных оптических элементов

2.3.4.1 **уравнение решетки** (grating equation): Уравнение, в котором какое-либо изменение в волновом числе выражается с помощью K-вектора решетки и порядка дифракции m (см. 2.4.2.1 и 2.4.2.2).

2.3.4.2 **фазовая функция** (phase function): Функция, которая в рамках определенного места на дифракционной поверхности выражает величину сдвига фазы, образовывающегося при прохождении луча через данное место на поверхности. Как правило, определяется для порядка дифракции $m = 1$.

Примечание — Фазовая функция $\varphi(x)$ обычно дается как «скалярный потенциал» K-вектора $K(x)$, как, например, $K(x) = -\nabla\varphi(x)$.

2.3.4.3 **разностная функция оптического пути** (optical path difference function): Функция, которая в рамках определенного места на дифракционной поверхности выражает степень длины дополнительного оптического эквивалентного пути, образовывающегося при прохождении луча через данное место на поверхности. Как правило, определяется для порядка дифракции $m = 1$.

Примечание — Фазовая функция, умноженная на $\frac{\lambda}{2\pi}$, является разностной функцией оптического пути.

2.3.4.4 **комплексная функция передачи** (complex transmission function): Функция, которая в рамках определенного места на дифракционной поверхности выражает комплексное значение амплитуды пропускания дифракционного оптического элемента.

2.4 Свойства дифракционных оптических элементов

2.4.1 Общие сведения

2.4.1.1 **угол дифракции** (diffraction angle): Угол между нормалью к поверхности дифракционного оптического элемента и направлением любого луча дифрагированного оптического излучения, получившегося в результате.

Примечание — При этом неправильно используется в качестве угла между направлением луча падающего оптического излучения относительно дифрагированного оптического элемента и направлением любого луча дифрагированного оптического излучения, получившегося в результате.

2.4.1.2 **порядок дифракции** (diffraction order): Целое число m в правой части уравнения решетки (см. 2.4.2.1 или 2.4.2.2).

2.4.1.3 **дифракционная эффективность** (diffraction efficiency): Отношение энергии, дифрагированной в заданном порядке, к энергии падающего на дифракционный оптический элемент излучения.

2.4.2 Классификация дифракции

2.4.2.1 **дифракция Брэгга** (Bragg diffraction): Дифракция, которая происходит в толстых решетках.

Примечания

1 Условие, при котором происходит дифракция Брэгга, или условие Брэгга, может выражаться при помощи элементов уравнения решетки, как:

$$k_2 - k_1 = \pm mK, \quad (4)$$

т. е. $2n_{ср}\,\Delta\sin\theta_Б = \pm m\lambda$, (5)

$$k_i = (2\pi n_{ср}/\lambda)N_i; \quad (6)$$

где m — порядок дифракции;
K — K-вектор, мм$^{-1}$;
$n_{ср}$ — средний показатель преломления решетки;
$\theta_Б$ — угол Брэгга, рад;
λ — длина волны в воздухе, нм.

2 Схематический чертеж дифракции Брэгга показан на рисунке 4.

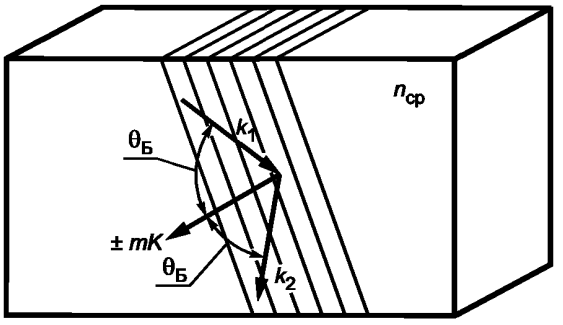


Рисунок 4 — Схематический чертеж дифракции Брэгга

2.4.2.2 **дифракция Рамана-Ната** (Raman-Nath diffraction): Дифракция, которая происходит в тонких решетках.

Примечания

1 Условие, при котором происходит дифракция Рамана-Ната, может выражаться при помощи элементов уравнения решетки, как:

$$k_2 \cdot N - k_1 \cdot N = \pm mK \cdot N, \quad (7)$$

$$\text{т. е. как: } (n_2 N_2 \cdot N) - (n_1 N_1 \cdot N) = \pm m\lambda K/(2\pi) \cdot N, \quad (8)$$

$$k_i = (2\pi n_i/\lambda) N_i, \quad (9)$$

где N — единичный вектор нормали к дифракционной поверхности;
K — K-вектор, мм$^{-1}$;
n_1 — показатель преломления падающего луча в пространстве;
n_2 — показатель преломления дифрагированного луча в пространстве;
N_1 — единичный вектор по направлению падающего луча;
N_2 — единичный вектор по направлению дифрагированного луча.

Если k_1, N и K находятся на общей плоскости, то уравнение решетки приобретает следующий вид:

$$\Lambda(n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1) = m\lambda, \quad (10)$$

где Λ — период дифракционной решетки, мкм;
θ_1 — угол падения, рад;
θ_2 — угол дифракции, рад.

Как правило, такие уравнения называют «уравнениями хода лучей для дифракционных оптических элементов». Если $K = 0$ или $1/\Lambda = 0$, то данные уравнения приобретают форму уравнений «закона Снеллиуса».

2 На рисунке 5 показано схематическое представление дифракции Рамана-Ната.

2.4.2.3 **скалярная теория дифракции** (scalar diffraction theory): Теория дифракции, которая используется для прогнозирования приблизительной эффективности дифракции, основываясь на уравнении Гельмгольца, в котором период значительно больше длины волны падающего оптического излучения.

2.4.2.4 **векторная теория дифракции** (vector diffraction theory): Строгая электромагнитная теория, которая используется для прогнозирования эффективности дифракции через решение уравнений Максвелла в числовом виде для периодической структуры.

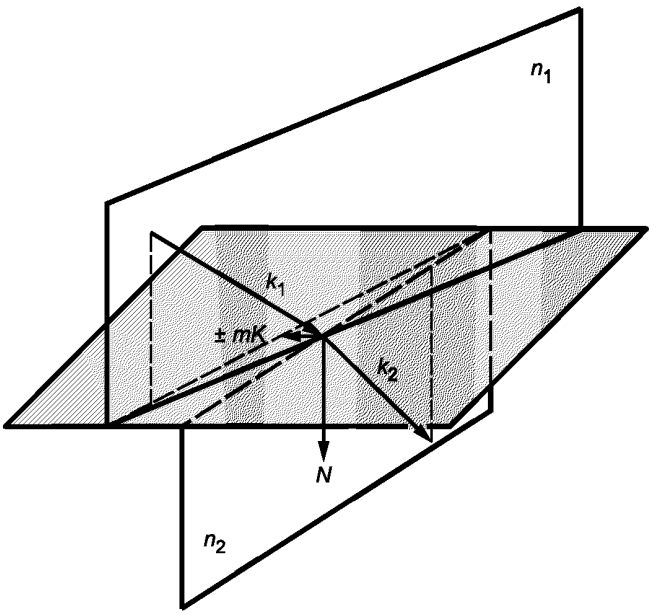


Рисунок 5 — Схематическое представление дифракции Рамана-Ната

2.4.3 Дисперсионная способность

2.4.3.1 **дисперсия дифракционных оптических элементов** (dispersion of diffractive optical elements): Изменение угла дифракции из-за изменений длины волны.

2.4.3.2 **эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента $V_{диф}$** (effective Abbe number of diffractive optical element V_{diff}): Отношение изначальной длины волны к изменению в длине волны на воздухе, определяемое как:

$$V_{диф} = \lambda/(\lambda_1 - \lambda_2), \quad (11)$$

где λ_1 — λ_2 — изменение в применимых длинах волн;

λ_i — применимая длина волны, исчисляемая значением *i*, нм.

Примечание — Эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента на d-линии гелия определяется с помощью следующего уравнения:

$$V_{диф,\,d} = \lambda_d/(\lambda_F - \lambda_C) = -3{,}453, \quad (12)$$

где λ_d — длина волны d-линии гелия 587,56 нм;

λ_F — длина волны F-линии водорода 486,13 нм;

λ_C — длина волны C-линии водорода 656,27 нм.

Значение $V_{диф,\,d}$ является отрицательной постоянной.

С другой стороны, эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента на e-линии гелия определяется с помощью следующего уравнения:

$$V_{диф,\,e} = \lambda_e/(\lambda_{F'} - \lambda_{C'}) = -3{,}333, \quad (13)$$

где λ_e — длина волны e-линии ртути 549,07 нм;

$\lambda_{F'}$ — длина волны F'-линии кадмия 479,99 нм;

$\lambda_{C'}$ — длина волны C'-линии кадмия 643,85 нм.

Значение $V_{диф,\,e}$ является отрицательной постоянной.

2.4.3.3 **эффективная частная дисперсия дифракционного оптического элемента** (effective partial dispersion of diffractive optical element): Соотношение двух отличающихся значений длины волны, определяемое как:

$$P_{диф} = (\lambda_1 - \lambda_2) / (\lambda_3 - \lambda_4), \quad (14)$$

где λ_i — применимая длина волны, исчисляемая значением *i*, нм.

2.4.3.4 **стандартная частная дисперсия дифракционных оптических элементов** (standard partial dispersion of diffractive optical elements): Эффективная частная дисперсия дифракционных оптических элементов относительно линий F и C, которая определяется как:

$$P_{\text{диф, g, F}} = (\lambda_g - \lambda_F) / (\lambda_F - \lambda_C) = -0{,}2956, \quad (15)$$

где λ_g — длина волны g-линии ртути 435,84 нм;

λ_F — длина волны F-линии водорода 486,13 нм;

λ_C — длина волны C-линии водорода 656,27 нм.

2.4.4 Поляризация

2.4.4.1 **TE-поляризация** (TE-polarization): Поляризация падающей волны, вектор электрического поля которой находится перпендикулярно относительно K-вектора.

Примечание — На рисунке 6 показана TE-поляризация.

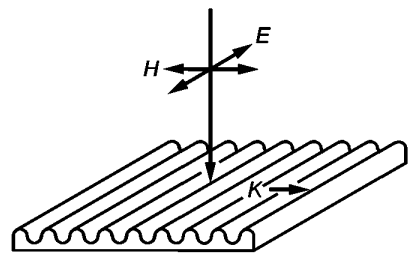


Рисунок 6 — TE-поляризация

2.4.4.2 TM-**поляризация** (TM-polarization): Поляризация падающей волны, вектор магнитного поля которой находится перпендикулярно относительно K-вектора.

Примечание — На рисунке 7 показана TM-поляризация.

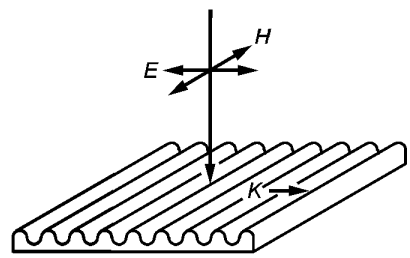


Рисунок 7 — TM-поляризация

2.4.4.3 **p-поляризация** (p-polarization): Поляризация падающей волны, вектор электрического поля которой параллелен плоскости, включающей как K-вектор, так и вектор падающей волны *k*.

Примечание — На рисунке 8 показана p-поляризация.

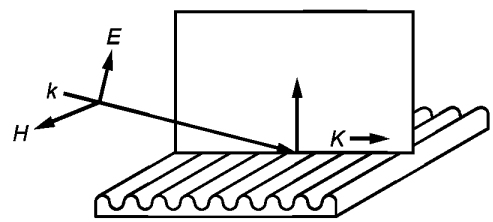


Рисунок 8 — p-поляризация

2.4.4.4 **s-поляризация** (s-polarization): Поляризация падающей волны, вектор электрического поля которой перпендикулярен к плоскости, включающей как K-вектор, так и вектор падающей волны *k*.

Примечание — На рисунке 9 показана s-поляризация.

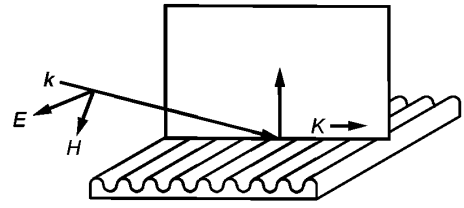


Рисунок 9 — s-поляризация

2.5 Варианты применения

2.5.1 **дифракционная линза** (diffractive lens): Оптический элемент для сведения пучков лучей и увеличения расстояния между пучками лучей, исходящих от объекта, при помощи эффекта дифракции.

2.5.2 **дифракционная сила** (diffractive power): Сила, которая в случае вращательно-симметричной поверхности, на которой находится квадратичная фазовая функция, определяется с помощью уравнения:

$$D_{\text{диф}} = (m\lambda / \pi) \lim_{h \to 0} \left[\varphi(h) / h^2 \right], \tag{16}$$

где m — целое число;

λ — длина волны в воздухе, нм;

h — высота над оптической осью, мм;

$\varphi(h)$ — фазовая функция дифракционной поверхности.

2.5.3 **общая оптическая сила** (total optical power): Сумма рефракционной силы и дифракционной силы поверхности, т. е.:

$$D_{\text{общ}} = D_{\text{реф}} + D_{\text{диф}}, \tag{17}$$

где $D_{\text{реф}}$ — рефракционная сила исходной рефракционной поверхности, $м^{-1}$;

$D_{\text{диф}}$ — дифракционная сила дифракционной поверхности, $м^{-1}$.

2.5.4 **мультифокальная линза** (multifocal lens): Линза, у которой дифракционная эффективность в двух или более порядках примерно одинакова или сравнима и соотношение интенсивности порядков задано при расчете.

2.5.5 **рефракционная и дифракционная гибридная линза** (refractive diffractive hybrid lens): Линза, полученная при сочетании рефракционной линзы и дифракционной линзы, или обычная рефракционная линза, на поверхности которой была создана дифракционная структура.

Алфавитный указатель терминов на русском языке

амплитуда модуляции показателя преломления	2.3.3.8
БОЭ	2.2.10
вектор решетки	2.3.3.7
ГОЭ	2.2.7
дисперсия дифракционных оптических элементов	2.4.3.1
дисперсия дифракционных оптических элементов стандартная частная	2.4.3.4
дисперсия дифракционного оптического элемента эффективная частная	2.4.3.3
дифракция Брэгга	2.4.2.1
дифракция Рамана-Ната	2.4.2.2
ДОЭ	2.2.1
К-вектор	2.3.3.7
линза дифракционная	2.5.1
линза мультифокальная	2.5.4
линза рефракционная и дифракционная гибридная	2.5.5
оптика бинарная	2.1.2
оптика голограммная	2.1.3
оптика дифракционная	2.1.1
период	2.3.3.1
период локальный	2.3.3.2
пластинка Вуда зонная	2.3.3.11
пластинка зонная	2.3.3.9
пластинка интерференционная зонная	2.3.3.12
пластинка Френеля зонная	2.3.3.10
пластинка Френеля фазовая зонная	2.3.3.11
подложка дифракционного оптического элемента	2.3.1.1
порядок дифракции	2.4.1.2
профиль фазовый	2.3.2.1
решетка дифракционная	2.3.1.2
решетка дифракционная с «глубоким» рельефом	2.3.2.11
СГОЭ	2.2.9
сдвиг фазовый	2.3.2.7
сила дифракционная	2.5.2
сила общая оптическая	2.5.3
структура бинарная фазовая	2.3.2.8
структура многоуровневая фазовая	2.3.2.9
структура с линейно изменяющимся периодом	2.3.3.6
структура с несколькими порядками дифракции	2.3.2.12
структура субволновая	2.3.3.5
теория дифракции векторная	2.4.2.4
теория дифракции скалярная	2.4.2.3
угол дифракции	2.4.1.1

уравнение решетки	2.3.4.1
функция оптического пути разностная	2.3.4.3
функция передачи комплексная	2.3.4.4
функция фазовая	2.3.4.2
частота пространственная	2.3.3.3
частота пространственная локальная	2.3.3.4
число Аббе дифракционного оптического элемента эффективное	2.4.3.2
элемент бинарный оптический	2.2.10
элемент голограммный оптический	2.2.7
элемент дифракционный оптический	2.2.1
элемент дифракционный оптический активный	2.2.6
элемент дифракционный оптический амплитудный	2.2.2
элемент дифракционный оптический двумерный	2.3.2.4
элемент дифракционный оптический объемно-фазовый	2.3.2.6
элемент дифракционный оптический отражательный	2.2.5
элемент дифракционный оптический пропускающий	2.2.4
элемент дифракционный оптический рельефно-фазовый	2.3.2.2
элемент дифракционный оптический синтезированный	2.2.8
элемент дифракционный оптический с углом «блеска»	2.3.2.10
элемент дифракционный оптический трехмерный	2.3.2.5
элемент дифракционный оптический фазовый	2.2.3
элемент оптический голограммный синтезированный	2.2.9
эффективность дифракционная	2.4.1.3
p-поляризация	2.4.4.3
Q-фактор	2.3.2.3
s-поляризация	2.4.4.4
TE-поляризация	2.4.4.1
TM-поляризация	2.4.4.2

Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке

active diffractive optical element	2.2.6
amplitude diffractive optical element	2.2.2
amplitude of refractive index modulation	2.3.3.8
binary optical element	2.2.10
binary optics	2.1.2
binary phase structure	2.3.2.8
blazed diffractive optical element	2.3.2.10
BOE	2.2.10
Bragg diffraction	2.4.2.1
CGH	2.2.8
CGHOE	2.2.9
chirped structure	2.3.3.6
complex transmission function	2.3.4.4
computer-generated diffractive optical element	2.2.8
computer-generated hologram	2.2.8
computer-generated hologram optical element	2.2.9
deep grating	2.3.2.11
diffraction angle	2.4.1.1
diffraction efficiency	2.4.1.3
diffraction order	2.4.1.2
diffractive lens	2.5.1
diffractive optical element	2.2.1
diffractive optics	2.1.1
diffractive power	2.5.2
dispersion of diffractive optical elements	2.4.3.1
DOE	2.2.1
effective Abbe number of diffractive optical element	2.4.3.2
effective partial dispersion of diffractive optical element	2.4.3.3
Fresnel zone plate	2.3.3.10
grating	2.3.1.2
grating equation	2.3.4.1
grating vector	2.3.3.7
HOE	2.2.7
holographic optical element	2.2.7
holographic optics	2.1.3
interferometric zone plate	2.3.3.12
K-vector	2.3.3.7
local period	2.3.3.2
local spatial frequency	2.3.3.4
multi-diffraction-order structure	2.3.2.12
multifocal lens	2.5.4

multi-level phase structure	2.3.2.9
optical path difference function	2.3.4.3
period	2.3.3.1
phase diffractive optical element	2.2.3
phase Fresnel zone plate	2.3.3.11
phase function	2.3.4.2
phase profile	2.3.2.1
phase step	2.3.2.7
p-polarization	2.4.4.3
Q-factor	2.3.2.3
Q-value	2.3.2.3
Raman-Nath diffraction	2.4.2.2
Reflection diffractive optical element	2.2.5
refractive diffractive hybrid lens	2.5.5
scalar diffraction theory	2.4.2.3
spatial frequency	2.3.3.3
s-polarization	2.4.4.4
stair step	2.3.2.7
standard partial dispersion of diffractive optical elements	2.4.3.4
substrate for diffractive optical elements	2.3.1.1
subwave length structure	2.3.3.5
surface relief diffractive optical element	2.3.2.2
TE–polarization	2.4.4.1
thick diffractive optical element	2.3.2.5
thin diffractive optical element	2.3.2.4
TM-polarization	2.4.4.2
total optical power	2.5.3
transmission diffractive optical element	2.2.4
vector diffraction theory	2.4.2.4
volume phase diffractive optical element	2.3.2.6
Wood zone plate	2.3.3.11
zone plate	2.3.3.9

Приложение А
(справочное)

Обозначения и единицы измерения

Таблица А.1 — Обозначения и единицы измерения

Обозначение	Термин	Единицы измерения
D	Оптическая сила	$м^{-1}$
$D_{диф}$	Дифракционная сила дифракционной поверхности	$м^{-1}$
$D_{реф}$	Рефракционная сила исходной рефракционной поверхности	$м^{-1}$
$D_{общ}$	Суммарная оптическая сила поверхности	$м^{-1}$
E	Вектор напряженности электрического поля	$Vм^{-1}$
h	Высота над оптической осью	мм
H	Вектор напряженности магнитного поля	$Ам^{-1}$
K_i	Волновой вектор падающего (i = 1) или дифрагированного (i = 2) луча	$мм^{-1}$
K	K-вектор	$мм^{-1}$
$K(x)$	K-вектор, определяемый как функция вектора положения x на дифракционной поверхности	$мм^{-1}$
k	Волновое число	$мм^{-1}$
$\pm m$	Порядок дифракции	1
$n_{ср}$	Средний показатель преломления решетки	1
n_i	Показатель преломления падающего (i = 1) или исходящего (i = 2) луча в пространстве	1
$n(x)$	Показатель преломления решетки, определяемый в рамках функции вектора положения x на дифракционной поверхности	1
Δn	Амплитуда модуляции показателя преломления	1
N	Единичный вектор нормали к дифракционной поверхности	1
N_i	Единичный вектор по направлению падающего (i = 1) или дифрагированного (i = 2) луча	1
$P_{диф}$	Эффективная частная дисперсия дифракционного оптического элемента	1
$P_{диф, g, F}$	Стандартная частная дисперсия дифракционного оптического элемента	1
Q	Значение добротности	1
T	Толщина решетки	мкм
$V_{диф}$	Эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента	1
$V_{диф, d}$	Эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента на d-линии гелия	1
$V_{диф, e}$	Эффективное число Аббе дифракционного оптического элемента на e-линии ртути	1
x	Вектор положения с координатой (x, y, z) на дифракционной поверхности	мм
$\theta_Б$	Угол Брэгга	рад
θ_i	Угол падения (i = 1) или дифракции (i = 2)	рад
λ	Длина волны в воздухе	нм
λ_C	Длина волны C-линии водорода (656,27 нм)	нм
$\lambda_{C'}$	Длина волны C'-линии кадмия (643,85 нм)	нм

Окончание таблицы А.1

Обозначение	Термин	Единицы измерения
λ_d	Длина волны d-линии гелия (587,56 нм)	нм
λ_e	Длина волны e-линии ртути (549,07 нм)	нм
λ_F	Длина волны F-линии водорода (486,13 нм)	нм
$\lambda_{F'}$	Длина волны F′-линии кадмия (479,99 нм)	нм
λ_g	Длина волны g-линии ртути (435,84 нм)	нм
λ_i	Применимая длина волны, исчисляемая значением *i*	нм
$\Delta\lambda$	Изменение длины волны	нм
Λ	Период дифракционной решетки	мкм
$\Lambda(x)$	Период, определяемый в рамках функции вектора положения *x* на дифракционной поверхности	мкм
v	Локальная пространственная частота	$мм^{-1}$
$v(x)$	Локальная пространственная частота, определяемая в рамках функции вектора положения *x* на дифракционной поверхности	$мм^{-1}$
$\varphi(x)$	Фазовая функция	1
$\varphi(h)$	*Фазовая функция дифракционной поверхности*	1

Приложение ДА
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДА.1

Структура настоящего стандарта			Структура международного стандарта ISO 15902:2004		
Разделы	Подразделы	Пункты	Разделы	Подразделы	Пункты
2	—	—	3	—	—
2	2.2	2.2.9	—	—	—
2	2.2	2.2.10	3	3.2	3.2.9
Приложения		А	2	—	—
		ДА	—		
Примечание — Сопоставление структур стандартов приведено только для раздела 2 и приложений, так как другие структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.					

УДК 001.4.535:006.354 ОКС 17.180.01

Ключевые слова: дифракционная оптика, дифракционный оптический элемент, дифракция, поляризация, термины и определения

БЗ 11—2019/11

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 03.10.2019. Подписано в печать 21.10.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,86.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru