

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
9334

NORME
INTERNATIONALE

Second edition
Deuxième édition
второе издание
2007-06-01

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТАНДАРТ

**Optics and photonics — Optical transfer
function — Definitions and mathematical
relationships**

**Optique et photonique — Fonction de
transfert optique — Définitions et relations
mathématiques**

**Оптика и фотоника — Оптическая
передаточная функция — Определения и
математические соотношения**



Reference number
Numéro de référence
Номер ссылки
ISO 9334:2007(E/F/R)

© ISO 2007

PDF disclaimer

This PDF file may contain embedded typefaces. In accordance with Adobe's licensing policy, this file may be printed or viewed but shall not be edited unless the typefaces which are embedded are licensed to and installed on the computer performing the editing. In downloading this file, parties accept therein the responsibility of not infringing Adobe's licensing policy. The ISO Central Secretariat accepts no liability in this area.

Adobe is a trademark of Adobe Systems Incorporated.

Details of the software products used to create this PDF file can be found in the General Info relative to the file; the PDF-creation parameters were optimized for printing. Every care has been taken to ensure that the file is suitable for use by ISO member bodies. In the unlikely event that a problem relating to it is found, please inform the Central Secretariat at the address given below.

PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

PDF – Освобождение от обязанности

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с лицензионными условиями фирмы Adobe, этот файл может быть отпечатан или визуализирован, однако он не должен быть изменен, за исключением случаев, когда применяемый для этой цели компьютер имеет право на использование этих шрифтов и если эти последние установлены. Загрузением настоящего файла заинтересованные стороны соглашаются принять на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ИСО не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe является торговым знаком фирмы Adobe Systems Incorporated.

Детали, относящиеся к программному обеспечению и использованные для создания настоящего файла PDF, могут быть проконсультированы в рубрике General Info файла; параметры для создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты все необходимые меры, чтобы гарантировать пользование настоящим файлом всеми членами ИСО. В редких случаях, когда могли бы возникнуть проблемы использования, просьба информировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.



COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT
DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT
ДОКУМЕНТ ОХРАНЯЕМЫЙ АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2007

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester. / Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur. / Все права сохранены. Если не указано иным образом, никакая часть настоящей публикации не может быть копирована или использована в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ИСО, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже или в комитет-член ИСО в стране заинтересованного.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Published in Switzerland/Publié en Suisse/Отпечатано в Швейцарии

Contents

Page

Foreword.....	vi
Introduction	ix
1 Scope	1
2 Normative references	2
3 Fundamental definitions	5
4 Practical definitions	20
Bibliography	27
Alphabetical index	28
French alphabetical index (Index alphabétique).....	29
Russian alphabetical index (Алфавитный указатель).....	30

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

Sommaire

Page

Avant-propos	vii
Introduction	xi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions fondamentaux	5
4 Termes et définitions pratiques	20
Bibliographie	27
Index alphabétique anglais (Alphabetical index)	28
Index alphabétique	29
Index alphabétique russe (Алфавитный указатель)	30

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

Содержание

Стр.

Предисловие	viii
Введение	xiii
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	5
4 Практические определения	20
Библиография	27
Английский алфавитный указатель (Alphabetical index)	28
Французский алфавитный указатель (Index alphabétique)	29
Алфавитный указатель	30

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO 9334 was prepared by Technical Committee ISO/TC 172, *Optics and photonics*, Subcommittee SC 1, *Fundamental standards*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 9334:1995), which has been technically revised, in particular the symbols in Table 1; 3.11, Note 2; Figure 1; Figure 2; 3.22, Note 1 equation; 4.12; 4.21; 4.22.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 9334 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9334:1995), qui a fait l'objet d'une révision technique, notamment en ce qui concerne les symboles du Tableau 1; 3.11, Note 2; Figure 1; Figure 2; 3.22, équation dans la Note 1; 4.12; 4.21 et 4.22.

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ИСО) представляет собой всемирное объединение национальных организаций по стандартизации (комитеты-члены ИСО). Разработка Международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ИСО. Каждый комитет-член может принимать участие в работе любого технического комитета по интересующему его вопросу. Правительственные и неправительственные международные организации, сотрудничающие с ИСО, также принимают участие в этой работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в электротехнике.

Международные стандарты составляются по правилам, установленным в Директивах ИСО/МЭК, часть 2.

Основной задачей технических комитетов является разработка Международных стандартов. Проекты Международных стандартов, принятые техническими комитетами, направляются на голосование комитетам-членам. Опубликование в качестве Международного стандарта требует одобрения не менее 75 % голосовавших комитетов-членов.

Обращается внимание на то, что некоторые элементы настоящего документа могут быть предметами патентных прав. ИСО не может считаться ответственной за обнаружение любых или всех существующих патентных прав.

ИСО 9334 был разработан техническим комитетом ИСО/ТК 172, *Оптика и фотоника*, подкомитет ПК 1, *Основополагающие стандарты*.

Настоящее второе издание аннулирует и заменяет первое издание (ИСО 9334:1995) и является его техническим пересмотром, в частности, что касается обозначений в Таблице 1; 3.11, Примечание 2; Рисунка 1; Рисунка 2; 3.22; уравнение в Примечании 1; 4.12; 4.21 и 4.22.

Introduction

The optical transfer function (OTF) is an important aid to objective evaluation of the image-forming capability of optical, electro-optical and other imaging systems.

To allow comparison of optical transfer function measurements achieved using different measuring principles and instruments, or obtained from measuring instruments in different laboratories, it is necessary to ensure equivalence of measurement parameters such as focus setting and spatial frequency range. For this reason, an agreed terminology must be defined so that the measurement parameters called upon in a standard may be understood by all users. Definitions of the terms used in optical transfer function measurement are listed in this International Standard.

The specifications in this International Standard form the basic requirements of measurement instrumentation and procedures for guaranteeing a defined accuracy of measurement of the optical transfer function.

The optical transfer function provides a means of expressing the image-forming quality of imaging systems objectively. Subjective measures of optical performance, such as limiting resolution, give less information about the imaging performance of the system under test and are susceptible to the variability of human observers.

It is important to note that the optical transfer function is only one of a number of objective parameters, such as noise, veiling glare, image structure (sampling), etc., which may affect image quality and all such parameters should be included in a comprehensive description of the performance of an imaging system.

The optical transfer function concept originated in the field of optical systems, comprising lenses and mirrors, which closely satisfy the conditions of (radiometric) linearity and isoplanatism in their image-forming process. It allowed optical and systems designers to predict, with high reliability, the performance of optical systems of this type from the basic design data.

When the requirements for isoplanatism and linearity are exactly satisfied, the optical transfer function can be regarded as expressing the way in which each sinusoidal spatial frequency component in the Fourier spectrum of an incoherently radiating object is transferred to the image as a sinusoidal pattern with reduced modulation and (frequently) a shift of phase.

However, for some imaging devices the linearity and isoplanatism conditions are met only within certain limits. In order to adopt the optical transfer function approach, even under these conditions, two key concepts will be introduced. First, it will be assumed that it is possible to identify a certain range over which a system behaves in a linear manner. Secondly there will be an area of the object/image field over which the system is isoplanatic such that the measured optical transfer function can be assumed to be accurate within a specified tolerance.

The basic measurement technique also becomes significant in this situation and must be specified as part of the measurement conditions relating to that device. This information is contained in the appropriate sections of ISO 9336.

A very useful and important aspect of the optical transfer function concept is the multiplicative property of incoherently coupled system component OTFs. This property permits the overall OTF of a composite imaging system to be obtained as the product of the separately measured OTFs of its incoherently coupled components. Strictly speaking, this "product rule" applies only when the complete system, and its individual components, obey the conditions of linearity and isoplanatism, but the product rule remains useful even when the linear radiometric range and isoplanatic area are of limited extent.

For cascaded optical systems, such as telescopic sights, in which the components are coherently coupled, the "product rule" cannot be applied. It is only possible to determine the optical transfer function of these optical systems by a test of the complete instrument.

To summarize, this International Standard describes the optical transfer function as a tool which can be applied within well-defined limits to a large class of imaging systems in order to assess their image-forming capabilities.

Since the problems of measurement vary considerably from one class of imaging device to another, the following format is used for International Standards on the optical transfer function.

This International Standard contains the introduction and a set of definitions upon which optical transfer function theory is built. These definitions are part of a vocabulary in which all terms in general use throughout this International Standard are defined. It also contains a list of basic relationships of the optical transfer function to other image-describing parameters and a summary of concepts and symbols which are useful in optical transfer function work.

ISO 9335 contains statements of the principles and rules of measurement and presentation of results which apply in general to all imaging devices for which the optical transfer function is a valid concept.

It is essential that these rules be followed in order to ensure that accurate results are obtained. No attempt is made to prescribe a particular measuring technique since a variety of methods may be applicable depending on the characteristics of the device under test and the equipment available.

ISO 9336 is subdivided into several parts each devoted to a different class of imaging device or to a special application.

It describes, for each class, the limitations and precautions associated with making valid optical transfer function measurements and provides an imaging state ("I-state") specification, which is a list of all those parameters which affect the point spread function and consequently the measured optical transfer function.

This framework will allow for future expansion to include new classes of imaging device.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

Introduction

La fonction de transfert optique est un atout précieux pour évaluer de façon objective l'aptitude à former une image de tout système optique, électro-optique et de façon générale de tout dispositif de formation d'images.

Pour permettre une comparaison entre les mesurages de fonction de transfert optique effectués à partir de principes de mesure et d'instruments différents ou obtenus à partir d'instruments de mesure de différents laboratoires, il est nécessaire de spécifier l'équivalence des paramètres de mesure tels que le réglage de focalisation et le domaine de fréquence spatiale. De ce fait, on doit définir une terminologie telle que les paramètres de mesure utilisés dans une norme soient correctement compris et acceptés par tous les utilisateurs. Les définitions des termes employés pour le mesurage de la fonction de transfert optique sont données dans la présente Norme internationale.

Les spécifications de la présente Norme internationale constituent des exigences fondamentales concernant l'instrumentation et les méthodes de mesure garantissant une exactitude donnée des mesurages de la fonction de transfert optique.

La fonction de transfert optique est un moyen quantitatif pour exprimer de façon objective la qualité d'image des systèmes optiques. Les mesures subjectives de qualité telles que celles de limite de résolution fournissent moins d'informations sur les possibilités du système examiné et sont susceptibles d'être influencées par des facteurs propres à chaque observateur humain.

Il est important de souligner que la fonction de transfert optique n'est que l'un des paramètres concourant à la qualité de l'image; la diffusion, les voiles et images parasites, la structure de l'image (échantillonnage), etc. sont autant de paramètres à considérer lorsqu'on veut décrire complètement les performances d'un système de formation d'images.

Le concept de la fonction de transfert optique concerne les systèmes optiques comportant des lentilles et des miroirs qui satisfont strictement, lors du processus de formation d'images, à la double condition de linéarité (radiométrique) et d'isoplanétisme. La fonction de transfert permet aux opticiens et aux concepteurs de systèmes de prévoir de façon fiable les performances des systèmes optiques à partir de leurs caractéristiques.

Quand les conditions de linéarité et d'isoplanétisme sont parfaitement satisfaites, on peut considérer que la fonction de transfert optique exprime la façon dont chaque composante sinusoïdale du spectre de fréquences spatiales (spectre de Fourier) de l'objet est transmise par le système optique formant l'image selon un schéma sinusoïdal avec modulation réduite et (souvent) avec décalage de phase.

Toutefois, dans le cas de certains dispositifs de formation d'images les conditions de linéarité et d'isoplanétisme ne sont remplies que dans certaines limites. Il est alors nécessaire, pour utiliser dans ces conditions le concept de fonction de transfert optique, d'introduire deux notions essentielles. On suppose tout d'abord qu'il est possible de déterminer un certain domaine dans lequel le système se comporte de manière linéaire. On suppose ensuite qu'il existe une zone du champ objet/image pour laquelle le système optique est isoplanétique, de sorte que la fonction de transfert optique mesurée pourra être exacte à l'intérieur d'un domaine spécifique.

Dans ces conditions, la méthode de mesure adoptée prend une importance particulière et doit être spécifiée comme faisant partie des conditions de mesure relatives au dispositif en cause. Cette information est contenue dans les articles appropriés de l'ISO 9336.

Un aspect important et très utile du concept de fonction de transfert optique est la propriété multiplicative des fonctions de transfert des éléments couplés les uns aux autres en rupture totale de cohérence spatiale. Cette propriété permet de déterminer la fonction de transfert globale d'un ensemble complexe de formation d'images comme étant le produit des fonctions de transfert mesurées séparément de chacun des éléments, associés de façon à maintenir un éclairage spatialement incohérent entre chacun d'eux. Bien que cette «règle du produit» ne s'applique strictement que lorsque le système complet et ses composants individuels obéissent aux conditions de linéarité et d'isoplanétisme, elle reste utile même lorsque l'intervalle radiométrique linéaire et le domaine isoplanétique sont limités.

Dans le cas de systèmes en cascade, comme des jumelles, dans lesquelles les composants sont à «couplage cohérent», la «règle du produit» ne peut s'appliquer. Il n'est possible de déterminer la fonction de transfert de ces systèmes optiques que de façon globale sur l'instrument complet.

En résumé, la présente Norme internationale décrit la fonction de transfert optique comme un outil pouvant être appliqué, dans des limites bien définies, à une large catégorie d'instruments pour préciser leur rôle dans un processus de formation d'image.

Comme les problèmes de mesure varient considérablement d'un type d'instrument à un autre, on a utilisé, pour les Normes internationales traitant de la fonction de transfert optique, la disposition suivante.

La présente Norme internationale contient l'introduction et un ensemble de définitions sur lesquelles repose la théorie de la fonction de transfert optique. Les définitions font partie d'un vocabulaire où sont définis tous les termes généralement utilisés dans la présente Norme internationale. Elle contient également une liste des relations fondamentales entre la fonction de transfert optique et les autres paramètres caractérisant l'image, ainsi qu'un résumé des concepts et symboles utiles à l'étude de la fonction de transfert optique.

L'ISO 9335 porte sur les principes et les règles de mesure ainsi que sur la présentation des résultats concernant de façon générale tous les dispositifs de formation d'images pour lesquels la fonction de transfert optique est un concept valable.

Pour obtenir des résultats précis, il est essentiel que ces règles soient observées. On ne spécifie aucune technique particulière de mesure, car une grande variété de méthodes peut être mise en œuvre en fonction des caractéristiques du dispositif examiné et de l'équipement disponible.

L'ISO 9336 est subdivisée en plusieurs parties dont chacune est consacrée à une catégorie différente de dispositifs de formation d'images ou à une application particulière.

Pour chaque catégorie, on décrit les limitations et les précautions à prendre pour exécuter des mesurages corrects et fournir une spécification relative à l'«état d'imagerie», ce qui regroupe tous les paramètres affectant la réponse percussionnelle et donc la fonction de transfert mesurée.

Cette disposition permettra ultérieurement d'inclure de nouvelles catégories de dispositifs de formation d'images.

Введение

Оптическая передаточная функция (ОПФ) служит важным средством объективной оценки способности оптических, электрооптических и других изображающих систем к образованию изображения.

Для обеспечения возможности сопоставления результатов измерения оптической передаточной функции, полученных различными методиками или на разной либо принадлежащей разным лабораториям аппаратуре, необходимо обеспечить эквивалентность таких измерительных параметров, как фокусировка и диапазон пространственных частот. По этой причине должна быть определена согласованная терминология с тем, чтобы измерительные параметры, выступающие в каком-либо стандарте, были понятны всем потребителям. В настоящем Международном стандарте перечислены определения терминов, применяемых при измерении оптической передаточной функции.

Требования, установленные настоящим Международным стандартом, являются основными для измерительной аппаратуры и методик и призваны обеспечить определенную точность измерения оптической передаточной функции.

Оптическая передаточная функция дает способ объективного выражения качества изображения изображающих систем. Субъективные показатели оптических характеристик, такие, как предельное разрешение, дают меньше информации об изображающих характеристиках испытываемых систем и подвержены изменчивости в зависимости от наблюдателя.

Важно отметить, что оптическая передаточная функция является лишь одним из ряда объективных параметров, таких, как шум, светорассеяние, дискретная структура изображения и др., которые могут оказывать влияние на качество изображения, и все они должны быть включены в исчерпывающее описание характеристик изображающей системы.

Понятие оптической передаточной функции родилось в области теории оптических систем, составленных линзами и зеркалами, которые строго подчиняются условию (радиометрической) линейности и изопланатизма в процессе формирования изображения. Оно позволило конструкторам оптических и составных систем с высокой степенью надежности предсказывать параметры оптических систем этого типа на основании конструктивных данных.

Когда требования к линейности и изопланатизму с точностью удовлетворены, можно считать, что оптическая передаточная функция выражает способ передачи каждой синусоидальной составляющей спектра Фурье некогерентно излучающего объекта к изображению в виде синусоидальной картины с пониженной модуляцией и (зачастую) со сдвигом фазы.

Однако, для некоторых изображающих приборов условия линейности и изопланатизма удовлетворяются лишь в определенных пределах. С тем, чтобы даже в этих условиях подойти к ним с позиций оптической передаточной функции, оказывается необходимым ввести два ключевых понятия. Во-первых, делается допущение, что возможно отождествление определенного интервала, в котором система ведет себя линейно. Во-вторых, допускается, что в пространстве предметов/изображений существует область, в которой система является изопланатической настолько, что измеренная оптическая передаточная функция может считаться точной в пределах заданного допуска.

Принципальная методика измерения также становится в этой ситуации важной и должна быть определена как часть условий измерения применительно к данному прибору. Эта информация содержится в соответствующих разделах ИСО 9336.

Очень полезным и важным аспектом понятия оптической передаточной функции является мультипликативность составляющих ОПФ некогерентно сопряженной системы. Это свойство позволяет находить общую ОПФ сложной изображающей системы как произведение отдельно измеренных ОПФ ее некогерентно сопряженных составных частей. Строго говоря, правило произведения применимо только тогда, когда и система в целом, и ее отдельные компоненты подчиняются условиям линейности и изопланатизма, но правило произведения остается полезным даже в том случае, когда линейный радиометрический диапазон и изопланатическая область обладают ограниченной протяженностью.

Для многокаскадных оптических систем, таких, как телескопические прицелы, в которых компоненты сопряжены когерентно, правило произведения неприменимо. Можно определить оптическую передаточную функцию этих оптических систем только испытанием прибора в целом.

В итоге можно сказать, что настоящий Международный стандарт описывает оптическую передаточную функцию как инструмент, применимый в совершенно определенных пределах к большому классу изображающих систем с целью оценки их способности формировать изображение.

Поскольку проблема измерения значительно варьируется от одного класса изображающих приборов к другому, принята следующая система изложения вопросов оптической передаточной функции в международных стандартах.

Настоящий Международный стандарт содержит введение и систему определений, на которых построена теория оптической передаточной функции. Эти определения представляют часть словаря, в котором определены все термины, применяемые где-либо в стандарте. Он также содержит перечень основных соотношений, которыми оптическая передаточная функция связана с другими параметрами, характеризующими изображение, а также сводный перечень понятий и обозначений, полезных в работе с оптической передаточной функцией.

ИСО 9335 содержит констатацию принципов и правил измерения и представления результатов, в принципе применимых ко всем изображающим приборам, для которых оптическая передаточная функция имеет смысл как понятие.

Важно следовать этим правилам для обеспечения точности получаемых результатов. Не делается никаких попыток предписать конкретную методику измерения, поскольку применим ряд методов в зависимости от характеристик испытываемого прибора и имеющейся в распоряжении аппаратуры.

ИСО 9336 подразделён на несколько частей, каждая из которых посвящена определенному классу изображающих систем или специальной области применения.

Он описывает для каждого класса ограничения и меры предосторожности, определяющие получение осмысленных результатов измерения оптической передаточной функции, и дает требования к состоянию изображающей системы, в которых перечислены все те параметры, которые влияют на функцию рассеяния точки и, следовательно, на результаты измерения оптической передаточной функции.

Такая структура позволит дальнейшее развитие стандарта с включением новых классов изображающих приборов.

Optics and photonics — Optical transfer function — Definitions and mathematical relationships

Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Définitions et relations mathématiques

Оптика и фотоника — Оптическая передаточная функция — Определения и математические соотношения

1 Scope

This International Standard defines terms relating to the optical transfer function and indicates, where pertinent, the mathematical relationships between those terms. It also defines important parameters that should be specified in connection with optical transfer function testing.

Table 1 lists the notation and units for the major parameters considered in this International Standard and to be used in ISO 9335 and ISO 9336.

The terms and parameters defined in this International Standard apply to all measurements of the optical transfer function for optical, electro-optical and other imaging systems.

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les termes relatifs à la fonction de transfert optique et indique, s'il y a lieu, les relations mathématiques entre ces termes. Elle définit également les paramètres les plus importants qu'il convient de spécifier lors des essais de détermination de la fonction de transfert optique.

Le Tableau 1 énumère la notation et les unités des principaux paramètres considérés dans la présente Norme internationale et qui doivent être utilisés dans l'ISO 9335 et dans l'ISO 9336.

Les termes et les paramètres définis dans la présente Norme internationale s'appliquent aux mesurages de la fonction de transfert optique impliquant des systèmes optiques, électro-optiques et d'autres dispositifs de formation d'image.

1 Область применения

Настоящий Международный стандарт определяет термины, относящиеся к оптической передаточной функции и в уместных случаях приводит математические соотношения между этими понятиями. Он также определяет важные параметры, которые должны указываться в связи с испытаниями оптической передаточной функции.

В Таблице 1 перечислены форма записи и единицы измерения большинства параметров, рассматриваемых в настоящем Международном стандарте, которые следует использовать в ИСО 9335 и ИСО 9336.

Термины и параметры, определенные в настоящем Международном стандарте, распространяются на измерения оптической передаточной функции оптических, электрооптических и других изображающих систем.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 9335:1995, *Optics and photonics — Optical transfer function — Principles and procedures of measurement*

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 9335:1995, *Optique et photonique — Fonction de transfert optique — Principes et procédures de mesure*

2 Нормативные ссылки

Приведенные справочные документы необходимы для применения настоящего документа. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется последнее издание справочного документа (включая эвентуальные изменения).

ИСО 9335:1995, *Оптика и фотоника — Оптическая передаточная функция — Принципы и методики измерения*

Table 1 — Parameters
Tableau 1 — Paramètres
Таблица 1 — Параметры

Parameter Paramètre Параметр	Symbol Symbole Обозначение	Recommended unit Unité recommandée Рекомендуемые единицы измерения	Corresponding subclause Paragraphe correspondant Соответствующий параграф
Local image field coordinates Coordonnées du plan de référence Местные координаты поля изображения	u, v	mm, mrad ^a , degree ^a mm, mrad ^a , degré ^a мм, мрад ^a , градус ^a	—
Spatial frequency coordinates Coordonnées de fréquence spatiale Пространственно-частотные координаты	r, s	mm ⁻¹ , mrad ⁻¹ , degree ⁻¹ mm ⁻¹ , mrad ⁻¹ , degré ⁻¹ мм ⁻¹ , мрад ⁻¹ , градус ⁻¹	3.12
Pupil coordinates Coordonnées pupillaires Координаты зрачка	x, y	mm, mrad ^a , degree ^a mm, mrad ^a , degré ^a мм, мрад ^a , градус ^a	—
Object field angle Angle de champ objet Полевой угол объекта	ω	degree, mrad degré, mrad градус, мрад	4.13
Image field angle Angle de champ image Полевой угол изображения	ω'	degree, mrad degré, mrad градус, мрад	4.14
Object height Hauteur objet Величина объекта	h	mm mm мм	4.15
Image height Hauteur image Величина изображения	h'	mm mm мм	4.16

Table 1 (continued)
Tableau 1 (suite)
Таблица 1 (продолжение)

Parameter Paramètre Параметр	Symbol Symbole Обозначение	Recommended unit Unité recommandée Рекомендуемые единицы измерения	Corresponding subclause Paragraphe correspondant Соответствующий параграф
Reference angle Angle de référence Базовый угол	ϕ	degree degré градус	4.12
Azimuth Azimut Азимут	ψ	degree degré градус	—
Irradiance distribution in an image point Répartition des éclairéments dans l'image d'un point Распределение облученности в изображении точечного источника	$F(u, v)$	mm ⁻² , mrad ⁻² mm ⁻² , mrad ⁻² мм ⁻² , мрад ⁻²	—
Point spread function Réponse percussionnelle Функция рассеяния точки	$p(u, v)$	mm ⁻² , mrad ⁻² mm ⁻² , mrad ⁻² мм ⁻² , мрад ⁻²	3.5
Monochromatic point spread function Réponse percussionnelle monochromatique Монохроматическая функция рассеяния точки	$p_{\lambda}(u, v)$	mm ⁻² , mrad ⁻² mm ⁻² , mrad ⁻² мм ⁻² , мрад ⁻²	—
Optical transfer function Fonction de transfert optique Оптическая передаточная функция	$D(r, s)$	1	3.8
Modulation transfer function Fonction de transfert de modulation Функция передачи модуляции	$T(r, s)$	1	3.9
Phase transfer function Fonction de transfert de phase Функция передачи фазы	$\theta(r, s)$	rad, degree rad, degré рад, градус	3.10
One-dimensional OTF OTF unidimensionnelle Одномерная ОПФ	$D(r)$	1	3.11
Line spread function Répartition des éclairéments dans l'image d'une ligne Функция рассеяния линии	$L(u)$	mm ⁻¹ , mrad ⁻¹ mm ⁻¹ , mrad ⁻¹ мм ⁻¹ , мрад ⁻¹	3.13
Edge spread function Répartition des éclairéments dans l'image d'un bord de plage Функция рассеяния края	$E(u)$	1	3.14

Table 1 (continued)
Tableau 1 (suite)
Таблица 1 (продолжение)

Parameter Paramètre Параметр	Symbol Symbole Обозначение	Recommended unit Unité recommandée Рекомендуемые единицы измерения	Corresponding subclause Paragraphe correspondant Соответствующий параграф
Modulation Modulation Модуляция	M	1	3.17
Modulation transfer factor Facteur de transfert de modulation Коэффициент передачи модуляции	$T(r_0)$	1	3.18
Phase transfer value Facteur de transfert de phase Фазовый сдвиг	θ	rad, degree rad, degré рад, градус	3.19
Wavefront aberration Écart normal à la surface d'onde Абберация волнового фронта	$W_\lambda(x, y)$	nm, m nm, m нм, м	3.20
Pupil function Fonction pupillaire Зрачковая функция	$P_\lambda(x, y)$	1	3.21
Amplitude point spread function Réponse percussionnelle en amplitude Амплитудная функция рассеяния точки	$A_{p,i}(u, v)$	mm ⁻² , mrad ⁻² mm ⁻² , mrad ⁻² мм ⁻² , мрад ⁻²	3.22
Amplitude in the exit pupil Module de la fonction pupillaire Амплитуда в выходном зрачке	$A_\lambda(x, y)$	1	—
Monochromatic OTF OTF monochromatique Монохроматическая ОПФ	$D_\lambda(r, s)$	1	3.24
Polychromatic OTF OTF polychromatique Полихроматическая ОПФ	$D_p(r, s)$	1	3.25
Relative spectral weighting function Fonction de pondération spectrale Опектральная весовая функция	$F(\lambda)$	1	—
Wavelength Longueur d'onde Длина волны	λ	nm, m nm, m нм, м	—
Analysed area Zone d'analyse Анализируемый участок	G	mm ² mm ² мм ²	—

Table 1 (continued)
Tableau 1 (suite)
Таблица 1 (продолжение)

Parameter Paramètre Параметр	Symbol Symbole Обозначение	Recommended unit Unité recommandée Рекомендуемые единицы измерения	Corresponding subclause Paragraphe correspondant Соответствующий параграф
Radius of the reference sphere Rayon de la sphère de référence Радиус сферы сравнения	R	mm mm мм	—
^{a)} mrad and degree units are used when coordinate systems are at infinity. Les unités mrad et degré sont utilisées quand les systèmes de coordonnées sont à l'infini. Единицы мрад и градус применяются при положении систем координат в бесконечности.			

3 Fundamental definitions

3.1 linearity

property of proportional response by an imaging system to the level of input signals

3.2 linear range

range of input signals within which the imaging system exhibits linearity

NOTE An imaging system is said to be operating in its linear range if its response to a specific range of input signal levels is linear within the specified accuracy.

The range of input signals should be specified by minimum and maximum levels.

3 Termes et définitions fondamentaux

3.1 linéarité

pour un système de formation d'images («système d'imagerie»), propriété consistant à fournir une réponse proportionnelle au niveau des signaux d'entrée

3.2 domaine linéaire

intervalle des signaux d'entrée pour lesquels le système de formation d'image répond à la condition de linéarité

NOTE Un système de formation d'image fonctionne dans son domaine linéaire, si sa réponse à un domaine spécifique des niveaux des signaux d'entrée est linéaire dans les limites d'exactitude spécifiées.

Il convient que le domaine des signaux d'entrée soit spécifié par les niveaux minimaux et maximaux.

3 Термины и определения

3.1 линейность

способность изображающей системы пропорционально реагировать на уровень входных сигналов

3.2 линейный диапазон

диапазон значений входного сигнала, в котором изображающая система обнаруживает линейность

ПРИМЕЧАНИЕ Изображающая система работает в линейном диапазоне, если ее реакция на входной сигнал в заданном интервале уровней линейна с заданной степенью точности.

Диапазон значений входного сигнала должен быть задан минимальным и максимальным уровнями.

3.3 incoherent illumination

form of illumination such that the summation of radiation arriving at a given point in image space originating from any two points in the object pattern is given by the addition of intensities due to each of the two point sources acting individually

3.4 imaging state I-state

set of all pertinent parameters affecting the point spread function

NOTE The ways in which the parameters affect this function are given in ISO 9335:1995, annex A. All the relationships in the following definitions assume the relevance of these parameters even when not explicitly quoted.

3.5 point spread function

PSF
normalized distribution of irradiance in the image of a point source

$$p(u,v) = \frac{F(u,v)}{\iint_{-\infty}^{\infty} F(u,v) du dv}$$

where $F(u,v)$ is the irradiance distribution in the image of a point source

3.6 isoplanatic system

imaging system whose point spread function is independent, within a specified accuracy, of the position of the conjugate point source in the object plane

3.3 éclairage incohérent

mode d'éclairage tel que l'image correspondant à deux points sources objets s'obtient en faisant la somme des éclairagements des images que produit chacun de ces deux points sources objets considéré individuellement

3.4 fonction d'imagerie état d'imagerie

ensemble de tous les paramètres appropriés affectant la réponse percussionnelle

NOTE L'ISO 9335:1995, Annexe A, indique la façon dont ces paramètres affectent cette fonction. Toutes les relations exposées dans les définitions suivantes supposent la prise en considération de ces paramètres, même si cela n'est pas explicitement indiqué.

3.5 réponse percussionnelle répartition des éclairagements dans l'image d'un point

PSF
répartition normalisée des éclairagements dans l'image d'une source ponctuelle

$$p(u,v) = \frac{F(u,v)}{\iint_{-\infty}^{\infty} F(u,v) du dv}$$

où $F(u,v)$ est la répartition des éclairagements dans l'image d'un point

3.6 système isoplanétique

système dont la réponse percussionnelle est indépendante, dans des limites précisées, de la position du plan objet

3.3 некогерентное освещение

вид освещения, при котором суммирование излучений, падающих в данную точку пространства изображений от любых двух точек структуры объекта, осуществляется сложением интенсивностей, обаязанных каждому из двух точечных источников по отдельности

3.4 состояние изображающей системы

набор всех относящихся к делу параметров, влияющих на функцию рассеяния точки

ПРИМЕЧАНИЕ Варианты влияния параметров на эту функцию даны в Приложении А к ИСО 9335:1995. Во всех формулах, приводимых при нижеследующих определениях, предполагается релевантность этих параметров, даже если на это прямо не указано.

3.5 функция рассеяния точки ФРТ

стандартное распределение облученности в изображении точечного источника

$$p(u,v) = \frac{F(u,v)}{\iint_{-\infty}^{\infty} F(u,v) du dv}$$

где $F(u,v)$ – распределение облученности в изображении точечного источника

3.6 изопланатическая система

изображающая система, функция рассеяния точки которой независима, в пределах заданной точности, от положения сопряженного точечного источника в плоскости предметов

3.7**isoplanatic region**

region in the image space of an imaging system where the form of the point spread function is nominally constant

NOTE 1 The assessment of constancy of form for the point spread function will be dependent on the required accuracy of measurement of the optical transfer function.

NOTE 2 If the imaging device is a sampling or scanning device (for example when it contains fibre optic elements or channel electron multiplier plates or is part of a video system); the isoplanatic region is specified by an area in real space and a limited frequency region in spatial frequency space (Fourier space) over which the Fourier transform of the point spread function can be considered constant within specified tolerances.

3.7**région isoplanétique**

domaine de l'espace image d'un système de formation d'images dans lequel la réponse percussionnelle reste constante

NOTE 1 L'appréciation de l'invariance de la réponse percussionnelle dépendra de l'exactitude requise pour les mesurages de la fonction de transfert optique.

NOTE 2 Si le dispositif de formation d'images est à échantillonnage ou balayage (par exemple quand il contient des composants à fibres optiques ou des galettes de microcanaux ou s'il s'agit d'un élément d'une chaîne vidéo), le domaine isoplanétique est spécifié par une région dans l'espace réel et une région dans l'espace des fréquences spatiales (espace de Fourier) pour lesquelles la transformée de Fourier de la réponse percussionnelle peut être considérée comme constante dans des limites données.

3.7**изопланатическая область**

область пространства изображений изображающей системы, в которой форма функции рассеяния точки номинально постоянна

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Оценка постоянства формы функции рассеяния точки будет зависеть от требуемой точности измерения оптической передаточной функции.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Если изображающий прибор является позеленным или сканирующим (например, если он содержит волоконно-оптические элементы, многоканальные фотоумножители или представляет собой часть телевизионной системы), то изопланатическая область определяется областью действительного пространства и ограниченной областью пространства пространственных частот (пространство Фурье), в которых преобразование Фурье функции рассеяния точки может считаться постоянным в пределах заданной точности.

3.8**optical transfer function**

OTF

Fourier transform of the imaging system's point spread function

$$D(r, s) =$$

$$\iint_{-\infty}^{\infty} p(u, v)$$

$$\exp\{-i2\pi(ur + vs)\} du dv$$

where r and s are spatial frequency variables associated with the space coordinate (u, v)

NOTE 1 For the OTF to have significance it is necessary that the imaging system be operating in an isoplanatic region and in its linear range.

NOTE 2 The OTF is a complex function whose modulus has the value unity at zero spatial frequency.

3.8**fonction de transfert optique**

OTF

transformée de Fourier de la réponse percussionnelle du système de formation d'images

$$D(r, s) =$$

$$\iint_{-\infty}^{\infty} p(u, v)$$

$$\exp\{-i2\pi(ur + vs)\} du dv$$

où r et s sont les fréquences spatiales associées aux coordonnées de position (u, v)

NOTE 1 Pour que cette fonction ait une signification, il est nécessaire que le système de formation d'images opère dans une région isoplanétique et dans son domaine linéaire.

NOTE 2 L'OTF est une fonction complexe dont le module est égal à 1 pour la fréquence spatiale zéro.

3.8**оптическая передаточная функция**

ОПФ

преобразование Фурье функции рассеяния точки изображающей системы

$$D(r, s) =$$

$$\iint_{-\infty}^{\infty} p(u, v)$$

$$\exp\{-i2\pi(ur + vs)\} du dv$$

где r и s – пространственно-частотные переменные, связанные с пространственными координатами (u, v)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для того, чтобы ОПФ имела смысл, необходимо, чтобы изображающая система работала в изопланатической области и в линейном диапазоне.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 ОПФ является комплексной функцией, модуль которой имеет значение единицы при нулевой пространственной частоте.

3.9 modulation transfer function

MTF
modulus of the optical transfer
function, $D(r, s)$

3.10 phase transfer function

PTF
argument of the optical transfer
function, $D(r, s)$

NOTE The phase transfer function has the value zero at zero spatial frequency and may include a linear term dependent on the position of the origin of the reference coordinate system chosen to describe the point spread function. A shift in the position of that origin results in the addition of linear terms in r and s to the phase transfer function (see 3.19).

3.11 one-dimensional optical transfer function

$D(r)$
presentation of the OTF for one
azimuthal section at a stated
orientation

NOTE 1 In a majority of situations transfer functions are used in their one-dimensional form. In these instances the spatial frequency variables r and s are reduced to a single spatial frequency variable, r' , and an azimuth variable, Ψ (see also 4.21 and 4.22), where Ψ is part of the I-state (see Figure 1):

$$D(r, s) = D(r', \Psi)$$

For convenience the $D(r', \Psi)$ is written as $D(r)$. By convention, the tangential OTF corresponds to a test pattern being constant in the tangential direction, $\Psi = 90^\circ$, and radial (sagittal) OTF corresponds to $\Psi = 0^\circ$.

NOTE 2 In Figure 1 local right-handed coordinate systems (u, v) and (r, s) respectively as well as the right-handed pupil coordinate system (x, y) are introduced. The reference line for the azimuth angle, Ψ , is then perpendicular to the lines of constant irradiance of the image pattern. When scanning with a slit or edge this per-

3.9 fonction de transfert de modulation

MTF
module de la fonction de transfert
optique, $D(r, s)$

3.10 fonction de transfert de phase

PTF
argument de la fonction de transfert
optique, $D(r, s)$

NOTE La fonction de transfert de phase a une valeur zéro à la fréquence spatiale zéro et peut inclure un terme linéaire dépendant de la position de l'origine du système de coordonnées de référence choisi. Un déplacement de cette origine entraîne l'addition de termes linéaires en r et en s dans la fonction de transfert de phase (voir 3.19).

3.11 fonction de transfert optique unidimensionnelle

$D(r)$
présentation de l'OTF pour un
plan azimuthal dans une direction
définie

NOTE 1 Dans la majorité des situations, les fonctions de transfert sont utilisées sous leur forme unidimensionnelle. Dans ces cas, les variables r et s de fréquence spatiale sont réduites à une seule variable de fréquence spatiale, r' , et à une variable d'azimut, Ψ (voir également 4.21 et 4.22), où Ψ est un des paramètres de la «fonction d'imagerie» (voir Figure 1):

$$D(r, s) = D(r', \Psi)$$

Pour simplifier, $D(r', \Psi)$ sera écrit $D(r)$. Par convention, l'OTF tangentielle correspond à la direction tangentielle de la mire-objet (azimut $\Psi = 90^\circ$) et l'OTF radiale (ou sagittale) correspond à la direction perpendiculaire de la mire-objet (azimut $\Psi = 0^\circ$).

NOTE 2 Dans la Figure 1, les systèmes de coordonnées du plan de référence directs, respectivement (u, v) , et (r, s) , ainsi que les système

3.9 функция передачи модуляции

ФПМ
модуль оптической передаточной функции, $D(r, s)$

3.10 функция передачи фазы

ФПФ
аргумент оптической передаточной функции, $D(r, s)$

ПРИМЕЧАНИЕ Функция передачи фазы имеет значение нуля при нулевой пространственной частоте и может включать линейный член в зависимости от положения начала системы координат, выбранной в качестве исходной для описания функции рассеяния точки. Смещение положения начала координат имеет результатом добавление линейных членов в r и s к функции передачи фазы (см. 3.19).

3.11 одномерная оптическая передаточная функция

$D(r)$
представление ОПФ для одного
азимутального сечения при заданной ориентации

ПРИМЕЧАНИЕ 1 В большинстве случаев передаточные функции используются в своей одномерной форме. В этих случаях пространственно-частотные переменные r и s сводятся к единственной пространственно-частотной переменной r и азимутальной переменной (см. также 4.21 и 4.22), где Ψ входит в число параметров состояния изображающей системы (см. Рисунок 1):

$$D(r, s) = D(r', \Psi)$$

Для удобства $D(r', \Psi)$ будет записываться как $D(r)$. Принято считать, что тангенциальная ОПФ отвечает направлению, тангенциальному структуре-объекту ($\Psi = 90^\circ$), а радиальная (сagittальная) ОПФ соответствует направлению, перпендикулярному структуре-объекту ($\Psi = 0^\circ$).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 На Рисунок 1 введены местная правая система координат (u, v) и, соответственно, (r, s) , а также правая система коор-

pendicular direction coincides with the direction of scanning. The angle Ψ is then the angle between the u - or r -axis and this scanning direction.

Starting point is the principal assumption that all used coordinate systems shall be right-handed.

In general, for a coordinate system (x_1, x_2, x_3) , rotation on the shortest way from x_1 to x_2 results together with x_3 in a right-handed screw. The x_3 -axis is the reference axis which has been explicitly explained with a direction sense. For two-dimensional representations [2D-coordinate system (x_1, x_2)]; one has to look against the x_3 -direction. Then the mathematical positive rotation is anti-clockwise.

Further starting point: the meridional plane contains the x_2 -axis and not the x_1 -axis. This convention is usual in optics.

Based on this the following statements hold:

- a) The reference axis is the z -axis.
- b) The exit pupil coordinate system has its origin in the centre of the exit pupil. The x -axis is perpendicular to the meridional plane, the y -axis is within the meridional plane and x, y, z will form a right-handed coordinate system.
- c) The local image field coordinate system (u, v) [or (r, s) for the Fourier-reciprocal space respectively] has its origin in the end-point of the image vector, h' . The u -axis (or r -axis) is perpendicular to the meridional plane, the v - (or s -) axis lies in the meridional plane, i.e. in the direction of the image vector, h' . (u, v) or (r, s) build together with the direction of the reference axis a right-handed coordinate system.
- d) The azimuth angle, Ψ , counts from the u - or r -axis respectively as reference line to the perpendicular direction of the lines of constant intensity of the image figure.
- e) The reference angle, Φ , counts from the reference mark vector as reference line to the meridional plane. When looking against the direction of the reference axis, the sign is positive for anti-clockwise rotations.

de coordonnées pupillaire direct (x, y) sont introduits. La ligne de référence de l'angle d'azimut, Ψ , est alors perpendiculaire aux lignes d'irradiation constante de la mire-image. Quand on effectue un balayage par fente ou par bord (arc), cette direction perpendiculaire coïncide avec la direction du balayage. L'angle Ψ est alors l'angle entre l'axe u ou r et la direction de balayage.

Le point de départ est la principale hypothèse que tous les systèmes de coordonnées utilisés doivent être directs.

En général, pour un système de coordonnées (x_1, x_2, x_3) , la rotation sur le chemin le plus court de x_1 à x_2 résulte ensemble avec x_3 dans un boulon fileté à droite. L'axe x_3 est l'axe de référence qui a été expliqué en détails avec un sens de direction. Pour des représentations bidimensionnelles [système de coordonnées 2D (x_1, x_2)], une droite doit être dirigée à l'opposé de la direction x_3 . Alors le sens de rotation positif mathématique est le sens antihoraire.

Nouveau point de départ: le plan médian contient l'axe x_2 et non l'axe x_1 . Cette convention est habituelle en optique.

Sur cette base, les déclarations suivantes sont faites:

- a) L'axe de référence est l'axe z .
- b) Le système de coordonnées pupillaire a son origine au centre de la pupille de sortie. L'axe x est perpendiculaire au plan médian, l'axe y est dans le plan médian et x, y, z formeront un système de coordonnées direct.
- c) Le système de coordonnées du plan image de référence (u, v) [ou respectivement (r, s) pour l'espace réciproque de Fourier] prend son origine à l'extrémité du vecteur image, h' . L'axe u (ou r) est perpendiculaire au plan médian, l'axe v (ou s) est dans le plan médian, c'est à dire dans la direction du vecteur image, h' . (u, v) ou (r, s) construisent ensemble, avec la direction de l'axe de référence, un système de coordonnées direct.
- d) L'angle azimuth, Ψ , va respectivement de l'axe u ou r comme ligne de référence à la

diagonal direction (x, y) . Базовая линия азимутального угла, Ψ , перпендикулярна при этом линиям постоянной облучённости структуры-изображения. При сканировании щелью или краем это перпендикулярное направление совпадает с направлением сканирования. Тогда угол Ψ представляет собой угол между осями u или r и этим направлением сканирования.

Отправной точкой служит принципиальное допущение того, что все применяемые системы координат будут правыми.

Обобщённо, в системе координат (x_1, x_2, x_3) вращение по кратчайшему пути от оси x_1 к оси x_2 образует, вместе с осью x_3 , правый винт. Ось x_3 является базовой осью, которая исчерпывающе определена направлением вращения. Для двумерных представлений [в двумерной системе координат (x_1, x_2)] нужно смотреть против направления x_3 . Тогда положительное в математическом смысле направление вращения будет против часовой стрелки.

Следующая отправная точка: меридиональная плоскость содержит ось x_2 , а не ось x_1 . Это допущение общепринято в оптике.

На основании сказанного справедливы следующие утверждения:

- a) Базовой осью служит ось z .
- b) Система координат выходного зрачка имеет начало в центре выходного зрачка. Ось x перпендикулярна меридиональной плоскости, ось y лежит в меридиональной плоскости, а оси x, y, z образуют правую систему координат.
- в) Местная система координат поля изображения (u, v) [или, соответственно, (r, s) для пространства обратных преобразований Фурье] имеет начало в конечной точке вектора изображения, h' . Ось u (или r) перпендикулярна меридиональной плоскости, ось v (или s) лежит в меридиональной плоскости, то есть в направлении вектора изображения, h' . Оси (u, v) или (r, s) вместе с направлением базовой оси образуют правую систему координат.

direction perpendiculaire des lignes d'intensité constante de la figure image.

- e) L'angle de référence, ϕ , va du vecteur de la marque de référence comme ligne de référence au plan médian. En regardant dans la direction opposée de l'axe de référence, le signe est positif pour des rotations dans le sens antihoraire.

- г) Азимутальный угол, ψ , отсчитывают соответственно от оси u или r как от базовой линии в направлении, перпендикулярном направлению изолиний равной интенсивности структуры-изображения.

- д) Базовый угол, ϕ , отсчитывают от вектора репера как от базовой линии к меридиональной плоскости. При взгляде против направления базовой оси знак будет считаться положительным для вращения против часовой стрелки.

3.12 spatial frequency

r
reciprocal of the period of a linear sinusoidal spatial distribution

NOTE Spatial frequency is the variable in Fourier space. It can be presented in either linear or angular dimensions and the unit of spatial frequency is given in mm^{-1} or in mrad^{-1} (degree^{-1}), respectively.

3.12 fréquence spatiale

r
réciproque de la période d'une distribution spatiale sinusoïdale

NOTE La fréquence spatiale est, dans l'espace de Fourier, la variable qui correspond à la variable de position, u , dans l'espace réel. Elle peut être exprimée en dimensions linéaires ou angulaires, et l'unité de fréquence spatiale est donnée respectivement en mm^{-1} ou en mrad^{-1} (degré^{-1}).

3.12 пространственная частота

r
величина, обратная периоду линейного синусоидального пространственного распределения

ПРИМЕЧАНИЕ Пространственная частота – это переменная в пространстве Фурье, которая соответствует переменной положения, u , в действительном пространстве. Она может быть представлена либо в линейной, либо в угловой мере, а единицей измерения пространственной частоты будет соответственно мм^{-1} или мрад^{-1} (градус^{-1}).

(Blank page/Page blanche/Пустые страницы)

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 9334:2007

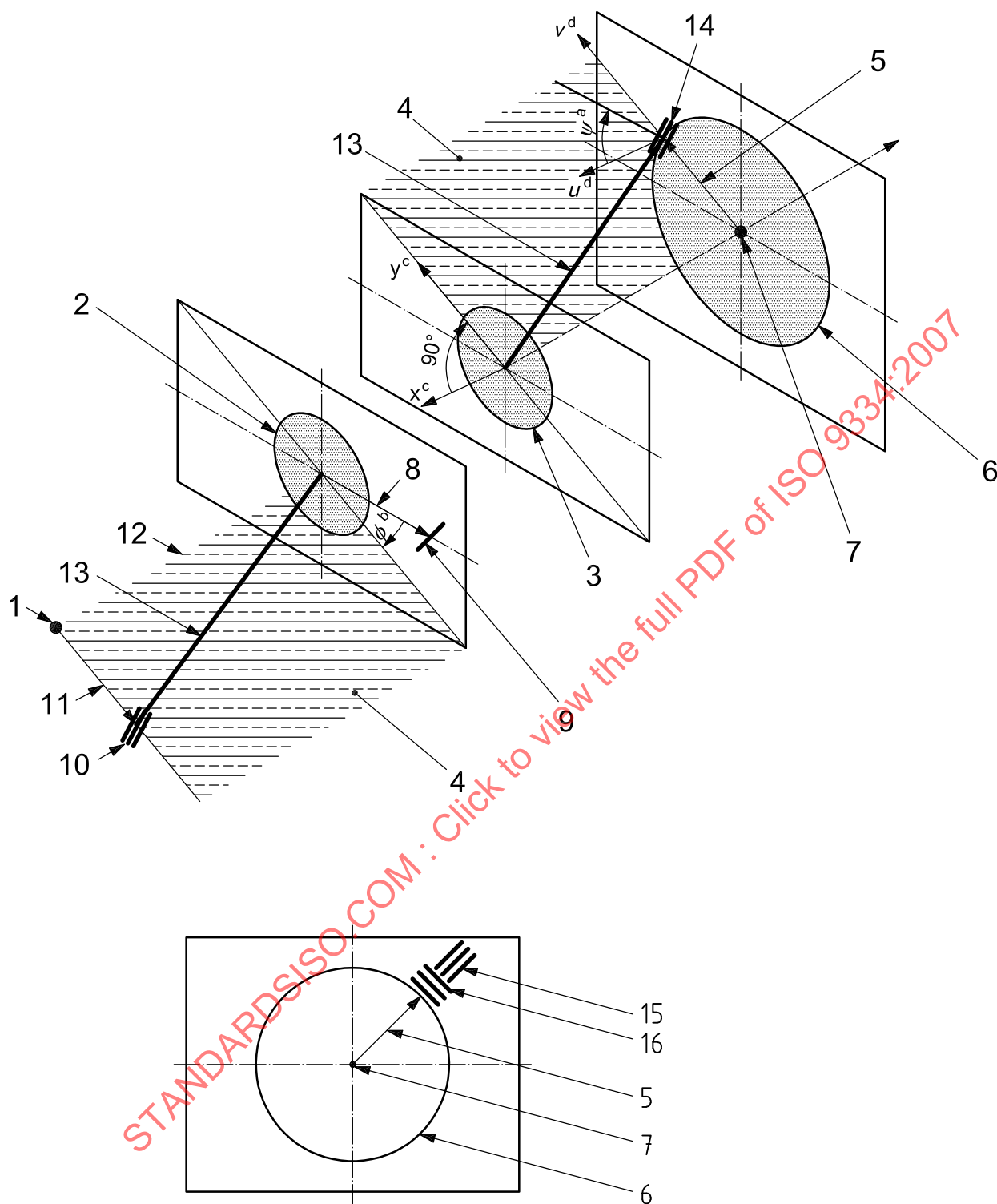


Figure 1
Figure 1
Рисунок 1

Key

- 1 centre of object field
- 2 entrance pupil
- 3 exit pupil
- 4 meridional plane
- 5 image pattern vector, h'
- 6 image circle, of radius, h'
- 7 centre of image field
- 8 reference mark vector
- 9 reference mark (on test specimen)
- 10 object pattern
- 11 object pattern vector, h
- 12 reference axis
- 13 principal ray
- 14 image pattern
- 15 radial to image circle
- 16 tangential to image circle

- a azimuth ψ
 b reference angle, ϕ
 c exit pupil coordinate system x, y
 d local image field coordinate system u, v or r, s

Légende

- 1 centre du plan object
- 2 pupille d'entrée
- 3 pupille de sortie
- 4 plan médian
- 5 vecteur image, h'
- 6 cercle image, de rayon, h'
- 7 centre du plan image
- 8 vecteur de référence
- 9 marque de référence (sur l'éprouvette d'essai)
- 10 mire-objet
- 11 vecteur objet, h
- 12 axe de référence
- 13 rayon principal
- 14 mire-image
- 15 radial au cercle image
- 16 tangente au cercle image

- a azimut, ψ
 b angle de référence, ϕ
 c système de coordonnées pupillaire de sortie x, y
 d système de coordonnées du plan image de référence u, v ou r, s

Легенда

- 1 центр поля объекта
- 2 входной зрачок
- 3 выходной зрачок
- 4 срединная плоскость
- 5 вектор структурш-цзображения
- 6 окружность изображения радиусом, h'
- 7 центр поля изображения
- 8 вектор репера
- 9 репер (на образце)
- 10 структура-объект
- 11 вектор структуры-объекта, h
- 12 базовая ось
- 13 главный луч
- 14 структура-изображение
- 15 радиально к окружности изображения
- 16 тангенциально к окружности изображения

- a азимут, ψ
 b базовый угол, ϕ
 c система координат выходного зрачка x, y
 d местная система координат поля изображения u, v или r, s

Figure 1 (continued)**Figure 1 (suite)****Рисунок 1 (продолжение)**

3.13 line spread function

LSF

normalized distribution of irradiance in the image of an incoherently radiating line source, expressed as the convolution of the point spread function, $[P(u, v)]$ with an infinitely narrow line, $\delta(u)$, whose length is contained within the isoplanatic region

$$L(u) = \int \int_{-\infty}^{\infty} P(u', v) \delta(u - u') du' dv$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} P(u, v) dv$$

for a line parallel to the v -axis, where $\delta(u)$ is the Dirac delta function

NOTE 1 The line spread function only exists in an isoplanatic region.

NOTE 2 The one-dimensional optical transfer function, $D(r)$, is the Fourier transform of the line spread function, $L(u)$.

3.14 edge spread function

ESF

distribution of irradiance in the image of an edge

$$E(u) = \int_{-\infty}^u L(u') du'$$

for an edge parallel to the v -axis

3.15 grating

linear pattern whose transmittance or reflectance varies periodically in all but one azimuth where it is constant

3.13 répartition des éclaircissements dans l'image d'une ligne

LSF

répartition normalisée des éclaircissements dans l'image d'une source linéaire à rayonnement incohérent, exprimée comme la convolution de la réponse percussionnelle, $P(u, v)$, et d'une droite, $\delta(u)$, dont la longueur n'excède pas la région isoplanétique

$$L(u) = \int \int_{-\infty}^{\infty} P(u', v) \delta(u - u') du' dv$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} P(u, v) dv$$

pour une ligne parallèle à l'axe v , où $\delta(u)$ est la fonction de Dirac (ou fonction delta)

NOTE 1 Cette fonction n'existe que dans une région isoplanétique.

NOTE 2 La fonction de transfert optique unidimensionnelle, $D(r)$, est la transformée de Fourier de la fonction de répartition des éclaircissements dans l'image d'une source linéaire, $L(u)$.

3.14 répartition des éclaircissements dans l'image d'un bord de plage

ESF

distribution normalisée des éclaircissements dans l'image d'un bord

$$E(u) = \int_{-\infty}^u L(u') du'$$

pour un bord parallèle à l'axe v

3.15 mire

structure linéaire dont le facteur de transmission ou le facteur de réflexion varie périodiquement dans tous les azimuts, sauf où elle est constante

3.13 функция рассеяния линии ФРЛ

стандартное распределение облученности в изображении некогерентно излучающего линейного источника, определяемое как свертка функции рассеяния точки $P(u, v)$ с бесконечно узкой линией $\delta(u)$, отрезок которой располагается в изопланатической области

$$L(u) = \int \int_{-\infty}^{\infty} P(u', v) \delta(u - u') du' dv$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} P(u, v) dv$$

для линии, параллельной оси v , где $\delta(u)$ — дельта-функция Дирака

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Функция рассеяния линии существует только в изопланатической области.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Одномерная оптическая передаточная функция $D(r)$ представляет собой преобразование Фурье функции рассеяния линии, $L(u)$.

3.14 функция рассеяния края ФРК

стандартное распределение облученности в изображении края

$$E(u) = \int_{-\infty}^u L(u') du'$$

для края, параллельного оси v

3.15 решетка

линейная структура, коэффициент пропускания или отражения которой изменяется периодически в направлении всех азимутов, кроме одного, где он постоянен

3.16**sinusoidal grating**

grating whose periodic variation has a sinusoidal form

3.17**modulation**

M

measure of the degree of variation in a periodic signal

NOTE In the context of this International Standard the modulation of a periodic radiometric quantity, *I*, is defined by

$$M = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

where *I*_{max} and *I*_{min} are, respectively, the maximum and the minimum values of radiant exitance or irradiance.

3.18**modulation transfer factor**

T(*r*₀)

value of the MTF at a specified spatial frequency, *r*₀

NOTE In the special case where the object is a sine-wave grating of specified spatial frequency, *r*₀, in an isoplanatic region and for a linear device, the modulation transfer factor, *T*(*r*₀), is the ratio of image-to-object modulation.

3.19**phase transfer value**

θ

value of the PTF at a specified spatial frequency, *r*₀

NOTE In an isoplanatic region and for a linear device, the image of a sinusoidal pattern is also a sinusoidal pattern but it may be laterally displaced from the geometric image position. The ratio of this displacement to the period of the image multiplied by 2π is the phase transfer value in radians.

3.16**mire sinusoïdale**

mire dont la variation périodique est sinusoïdale

3.17**modulation**

M

mesure du degré de variation d'un signal périodique

NOTE Dans le contexte de la présente Norme internationale, la modulation d'une grandeur radiométrique périodique, *I*, est définie par

$$M = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

où *I*_{max} et *I*_{min} sont respectivement les valeurs minimale et maximale de l'exitance et de l'irradiance.

3.18**facteur de transfert de modulation**

T(*r*₀)

valeur de la fonction de transfert de modulation à une fréquence spatiale spécifiée, *r*₀

NOTE Dans le cas particulier où l'objet est une mire sinusoïdale de fréquence spatiale spécifiée, *r*₀, placée dans une région isoplanétique d'un dispositif linéaire, le facteur de transfert de modulation, *T*(*r*₀), est le rapport de la modulation de l'image à la modulation de l'objet.

3.19**facteur de transfert de phase**

θ

valeur de la fonction de transfert de phase à une fréquence spatiale donnée, *r*₀

NOTE Dans une région isoplanétique et pour un dispositif linéaire, l'image d'une mire sinusoïdale est aussi une mire sinusoïdale, mais elle peut être déplacée latéralement par rapport à une position prévue par l'optique géométrique. Le rapport de ce déplacement à la période de l'image, multiplié par 2π, représente, exprimée en radians, la valeur du transfert de phase.

3.16**синусоидальная решетка**

решетка, периодическое изменение которой имеет синусоидальный вид

3.17**модуляция**

M

мера степени изменения периодического сигнала

ПРИМЕЧАНИЕ В контексте настоящего Международного Стандарта модуляция периодической фотометрической величины, *I*, определяется выражением

$$M = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

где *I*_{max} и *I*_{min} являются соответственно максимальным и минимальным значениями энергетической светимости или облученности.

3.18**коэффициент передачи модуляции**

T(*r*₀)

значение ФПМ при заданной пространственной частоте, *r*₀

ПРИМЕЧАНИЕ В особом случае, когда объект представляет собой синусоидальную решетку заданной пространственной частоты, *r*₀, в изопланатической области и прибор линейен, коэффициент передачи модуляции, *T*(*r*₀), является отношением модуляции изображения к модуляции объекта.

3.19**фазовый сдвиг**

θ

значение ФПФ при заданной пространственной частоте, *r*₀

ПРИМЕЧАНИЕ В изопланатической области для линейного прибора изображение синусоидальной структуры также является синусоидальной структурой, но оно может быть смещено в сторону от геометрического положения изображения. Отношение этого смещения к периоду изображения, умноженное на 2π, представляет собой коэффициент передачи фазы, в радианах.

3.20 wavefront aberration function

 $W_{\lambda}(x, y)$

optical path difference, at the exit pupil, between the wavefront emergent after passing through an optical system and a reference sphere centred on the image point, for a given wavelength λ

NOTE The wavefront aberration function provides a measure of the variation in phase across the wavefront in the system exit pupil.

3.21 pupil function

 $P_{\lambda}(x, y)$

complex amplitude distribution in the wavefront emergent from an optical system in the exit pupil of that optical system (see Figure 2)

Inside the exit pupil:

$$P_{\lambda}(x, y) = A_{\lambda}(x, y) \exp \left\{ -i \frac{2\pi}{\lambda} W_{\lambda}(x, y) \right\}$$

Outside the exit pupil:

$$P_{\lambda}(x, y) = 0$$

where

x and y are the Cartesian coordinates of a point on the reference sphere centred on the image point;

$A_{\lambda}(x, y)$ is the amplitude at that point;

$W_{\lambda}(x, y)$ is the wave aberration function at that point.

NOTE The exit pupil of an optical system used in this definition is that which is effective for the image point under consideration.

Such a wavefront is produced by the optical system of an object point

3.20 écart normal à la surface d'onde

 $W_{\lambda}(x, y)$

pour une longueur d'onde donnée λ , différence de chemin optique, au niveau de la pupille de sortie, entre la surface d'onde émergente après traversée d'un système optique et une sphère de référence centrée sur le point image

NOTE L'écart normal à la surface d'onde indique la variation de phase de la surface d'onde au niveau de la pupille de sortie du système optique.

3.21 fonction pupillaire

 $P_{\lambda}(x, y)$

répartition au niveau de la pupille de sortie de l'amplitude complexe (du champ électrique) de la surface d'onde émergente d'un système optique (voir la Figure 2)

À l'intérieur de la pupille de sortie:

$$P_{\lambda}(x, y) = A_{\lambda}(x, y) \exp \left\{ -i \frac{2\pi}{\lambda} W_{\lambda}(x, y) \right\}$$

À l'extérieur de la pupille de sortie:

$$P_{\lambda}(x, y) = 0$$

où

x et y sont les coordonnées cartésiennes d'un point sur la sphère de référence centrée sur le point image;

$A_{\lambda}(x, y)$ est l'amplitude en ce point;

$W_{\lambda}(x, y)$ est l'écart normal à la surface d'onde en ce point.

NOTE La pupille de sortie d'un système optique, utilisée dans cette définition, est celle qui contribue effectivement à la formation de l'image du point considéré.

3.20 функция aberrаций волнового фронта

 $W_{\lambda}(x, y)$

оптическая разность хода в выходном зрачке между волновым фронтом, прошедшим через оптическую систему и покидающим ее, и сферой сравнения, центрированной в осевой точке изображения для данной длины волны λ

ПРИМЕЧАНИЕ Функция aberrаций волнового фронта дает меру изменения фазы по волновому фронту в выходном зрачке оптической системы.

3.21 зрачковая функция

 $P_{\lambda}(x, y)$

распределение комплексной амплитуды по волновому фронту, покидающему оптическую систему, измеренное в ее выходном зрачке (см. Рисунок. 2)

В пределах выходного зрачка:

$$P_{\lambda}(x, y) = A_{\lambda}(x, y) \exp \left\{ -i \frac{2\pi}{\lambda} W_{\lambda}(x, y) \right\}$$

Вне выходного зрачка:

$$P_{\lambda}(x, y) = 0$$

где

x и y – декартовы координаты точки сферы сравнения, центрированной относительно точки изображения;

$A_{\lambda}(x, y)$ – амплитуда в этой точке;

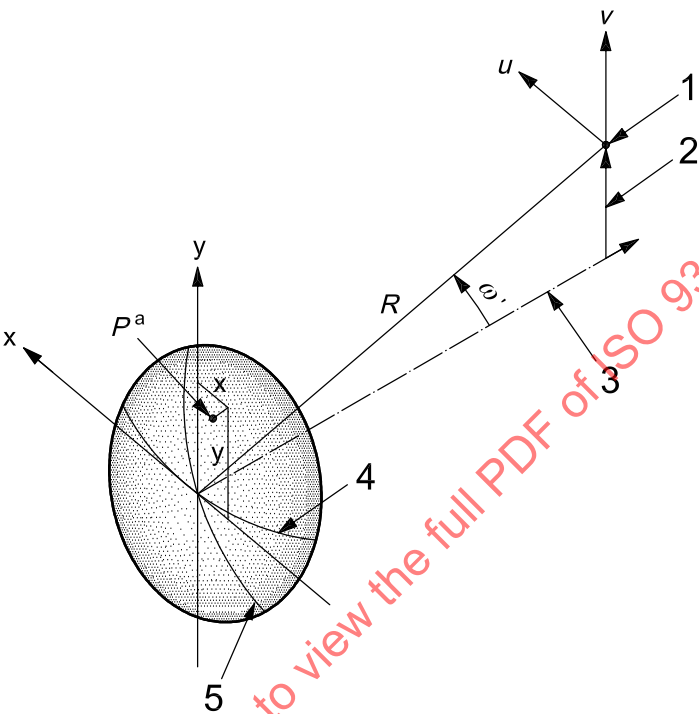
$W_{\lambda}(x, y)$ – функция волновой aberrации в этой точке.

ПРИМЕЧАНИЕ В качестве выходного зрачка оптической системы в определении имеется в виду действующий зрачок для рассматриваемой точки изображения.

radiating at a monochromatic wave-length, λ .

Une telle surface d'onde est produite par le système optique à partir d'un point objet à rayonnement monochromatique de longueur d'onde, λ .

Такой волновой фронт образуется оптической системой от точки объекта, излучающей на монохроматической длине волны, λ .



Key

- 1 image point = centre of sphere
- 2 image pattern vector, h'
- 3 reference axis, z
- 4 intersection of sphere with x - z -plane
- 5 intersection of sphere with y - z -plane

^a On reference sphere.

Légende

- 1 point image = centre de la sphère
- 2 vecteur image, h'
- 3 axe de référence, z
- 4 intersection de la sphère avec le plan x - z
- 5 intersection de la sphère avec le plan y - z

^a Sur la sphère de référence.

Легенда

- 1 точка изображения = центр сферы
- 2 вектор структуры-изображения, h'
- 3 базовая ось, z
- 4 пересечение сферы с плоскостью x - z
- 5 пересечение сферы с плоскостью y - z

^a На базовой сфере.

Figure 2
Figure 2
Рисунок 2

3.22 amplitude point spread function amplitude impulse response

$A_{p,\lambda}(u, v)$
relative distribution of complex
amplitude in the image of a point
source

NOTE 1 With appropriate normalization the amplitude point spread function is the Fourier transform of the pupil function, $P_\lambda(x, y)$:

$$A_{p,\lambda}(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P_\lambda(x, y) \exp\left\{-i \frac{2\pi}{\lambda R}(ux + vy)\right\} dx dy$$

where

u and v are local coordinates centred at a field point conjugate to the source point and are chosen parallel to the x and y axes respectively;

R is the radius of the reference sphere for the selected image point.

See Figure 1 and 3.11, Note 2.

NOTE 2 The point spread function is related to the amplitude point spread function by the equation

$$P_\lambda(u, v) = A_{p,\lambda}(u, v) A_{p,\lambda}^*(u, v)$$

where the asterisk denotes the complex conjugate.

3.23 autocorrelation integral Duffieux integral

mathematical procedure used, in the context of this International Standard, to evaluate the autocorrelation of the pupil function for monochromatic illumination

NOTE The two-dimensional OTF may be computed from the autocorrelation integral of the pupil function, $P_\lambda(x, y)$, except in the case where the image system has a large aperture ratio or an extremely large field angle,

3.22 réponse percussive en amplitude réponse impulsionnelle en amplitude

$A_{p,\lambda}(u, v)$
distribution relative de l'amplitude
complexe dans l'image d'un point

NOTE 1 La réponse percussive en amplitude est la transformée de Fourier normalisée de la fonction pupillaire, $P_\lambda(x, y)$:

$$A_{p,\lambda}(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P_\lambda(x, y) \exp\left\{-i \frac{2\pi}{\lambda R}(ux + vy)\right\} dx dy$$

où

u et v sont les coordonnées locales centrées à un point du champ, conjugué du point source, et choisies parallèlement aux axes x et y respectivement;

R est le rayon de la sphère de référence pour le point image choisi.

Voir la Figure 1 et 3.11, Note 2.

NOTE 2 La répartition des éclaircissements dans l'image d'un point est liée à la réponse percussive en amplitude par la relation

$$P_\lambda(u, v) = A_{p,\lambda}(u, v) A_{p,\lambda}^*(u, v)$$

où l'astérisque indique la grandeur complexe conjuguée.

3.23 intégrale d'autocorrélation intégrale de Duffieux

procédé mathématique utilisé dans le contexte de la présente Norme internationale pour évaluer, pour un rayonnement monochromatique, la fonction d'autocorrélation de la pupille

NOTE Sauf dans le cas où le système optique a une ouverture numérique ou un angle de champ très grand, la fonction de transfert optique bidimensionnelle, OTF, peut être

3.22 амплитудная функция рассеяния точки амплитудный импульсный отклик

$A_{p,\lambda}(u, v)$
относительное распределение
комплексной амплитуды в изображении точечного источника

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Амплитудная функция рассеяния точки является стандартным преобразованием Фурье зрачковой функции, $P_\lambda(x, y)$:

$$A_{p,\lambda}(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P_\lambda(x, y) \exp\left\{-i \frac{2\pi}{\lambda R}(ux + vy)\right\} dx dy$$

где

u и v – местные координаты, центрированные в точке поля, сопряженной с точкой-источником и выбранные параллельными осям x и y соответственно;

R – радиус сферы сравнения для выбранной точки изображения.

См. Рисунок 1 и 3.11, Примечание 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Функция рассеяния точки связана с амплитудной функцией рассеяния точки соотношением

$$P_\lambda(u, v) = A_{p,\lambda}(u, v) A_{p,\lambda}^*(u, v)$$

где звездочка обозначает комплексное сопряженное.

3.23 автокорреляционный интеграл интеграл Дюффье

математическая процедура, используемая в контексте настоящего Международного стандарта для оценки автокорреляции зрачковой функции для монохроматического освещения

ПРИМЕЧАНИЕ Двумерная ОПФ может быть определена по автокорреляционному интегралу зрачковой функции, $P_\lambda(x, y)$, за

according to the equation

$$D_{\lambda}(r,s) = \frac{1}{S} \iint_G P_{\lambda}(x,y) P_{\lambda}^*(x - \lambda Rr, y - \lambda Rs) dx dy$$

where

- S is the area of the exit pupil;
 G is the area of integration (see Figure 3).

déterminée, pour un rayonnement monochromatique, à partir de l'intégrale d'autocorrélation de la fonction pupillaire, $P_{\lambda}(x, y)$:

$$D_{\lambda}(r,s) = \frac{1}{S} \iint_G P_{\lambda}(x,y) P_{\lambda}^*(x - \lambda Rr, y - \lambda Rs) dx dy$$

où

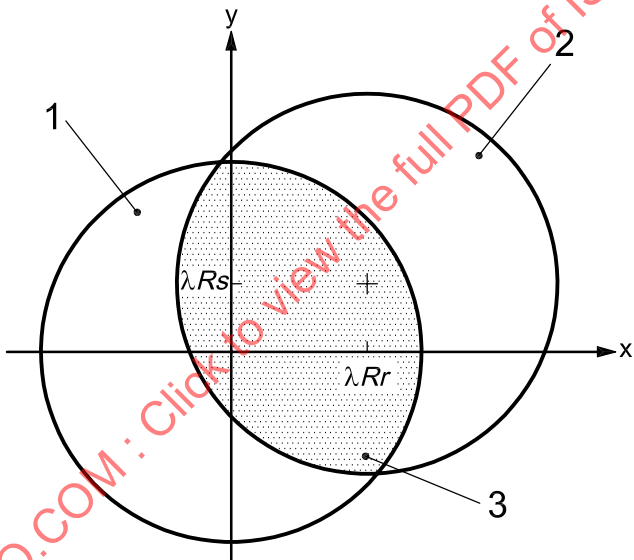
- S est la surface de la pupille de sortie;
 G est l'aire d'intégration (voir Figure 3).

исключением случаев, когда изображающая система обладает большим относительным отверстием или чрезвычайно широким полевым углом, по формуле

$$D_{\lambda}(r,s) = \frac{1}{S} \iint_G P_{\lambda}(x,y) P_{\lambda}^*(x - \lambda Rr, y - \lambda Rs) dx dy$$

где

- S — площадь выходного зрачка;
 G — площадь интегрирования (см. Рисунок 3).



Key

- 1 pupil, of area S
2 sheared pupil
3 area of integration, G

Légende

- 1 pupille, de surface S
2 pupille décalée
3 aire d'intégration, G

Легенда

- 1 зрачок площадью S
2 смещенный зрачок
3 площадь интегрирования, G

Figure 3
Figure 3
Рисунок 3

3.24 monochromatic optical transfer function

$D_\lambda(r, s)$

optical transfer function for radiation at a single wavelength, λ

3.24 fonction de transfert optique monochromatique

$D_\lambda(r, s)$

fonction de transfert optique pour un rayonnement d'une seule longueur d'onde, λ

3.24 монохроматическая оптическая передаточная функция

$D_\lambda(r, s)$

оптическая передаточная функция для излучения единственной длины волны λ

3.25 polychromatic optical transfer function

$D_p(r, s)$

optical transfer function relevant to image formation with radiation covering a finite band of wavelengths

3.25 fonction de transfert optique polychromatique

$D_p(r, s)$

fonction de transfert optique relative à la formation d'une image par un rayonnement couvrant une bande finie de longueurs d'onde

3.25 полихроматическая оптическая передаточная функция

$D_p(r, s)$

оптическая передаточная функция, относящаяся к формированию изображения излучением в ограниченной полосе длин волн

NOTE 1 For the $D_p(r, s)$ to be meaningful, the spectral weighting function, $F(\lambda)$, must be specified. This is determined by the composite spectral characteristics of the equipment, which include the spectral distribution of the radiation from the source, the spectral transmittance of the equipment, including any filters, and the spectral responsivity of the detector.

NOTE 1 Pour que $D_p(r, s)$ ait une signification, une fonction de pondération spectrale, $F(\lambda)$, doit être indiquée. Celle-ci est déterminée à partir des différentes caractéristiques spectrales de l'équipement, en particulier, le spectre d'émission de la source, la transmission spectrale de l'équipement incluant tous les filtres et la sensibilité spectrale du détecteur.

NOTE 2 The weighting function, $F(\lambda)$, should be chosen to match the composite spectral characteristics relevant to the application of the imaging device.

NOTE 2 Il convient que la fonction de pondération spectrale, $F(\lambda)$, soit en général déterminée en fonction des caractéristiques spectrales du domaine d'utilisation du système d'imagerie considéré.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для того, чтобы $D_p(r, s)$ имела смысл, должна быть установлена спектральная весовая функция, $F(\lambda)$. Она определяется комбинацией спектральной характеристики аппаратуры, охватывающей спектральное распределение излучения источника, спектральный коэффициент пропускания аппаратуры с учетом светофильтров и спектральную чувствительность фотоприемника.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Спектральная весовая функция, $F(\lambda)$, должна быть выбрана такой, чтобы она соответствовала спектральной характеристике применительно к назначению изображающего прибора.

4 Practical definitions

4 Termes et définitions pratiques

4 Практические определения

4.1 object pattern

spatial distribution of a radiometric quantity to be imaged by the test system

4.1 mire-objet

répartition spatiale d'une grandeur radiométrique dont le système soumis à essai forme l'image

4.1 структура-объект

пространственное распределение фотометрической величины, изображение которого образуется испытуемой системой

4.2**image pattern**

spatial distribution of a radiometric quantity, corresponding to the object pattern, which is detected at the output of the imaging system

4.2**mire-image**

répartition spatiale d'une grandeur radiométrique correspondant à la mire-objet et qui est détectée à la sortie du système de formation d'images

4.2**структура-изображение**

пространственное распределение фотометрической величины, отвечающее структуре-объекту, которое обнаруживается на выходе изображающей системы

4.3**object field**

area of allowed locations of the object pattern

NOTE The centre of the object field is specified in such a way that it corresponds to the centre of the image field.

4.3**champ-objet**

domaine de l'espace attribué à la mire-objet

NOTE Le centre du champ-objet est spécifié de sorte qu'il corresponde au centre du champ-image.

4.3**поле объекта**

область допустимых положений структуры-объекта

ПРИМЕЧАНИЕ Центр поля объекта задан таким образом, чтобы он соответствовал центру поля изображения.

4.4**image field**

locations where images formed by the system under test can be detected

4.4**champ-image**

emplacements où les images formées par le système soumis à essai peuvent être détectées

4.4**поле изображения**

местоположения, в которых могут быть обнаружены изображения, образуемые испытуемой системой

4.5**analysed area**

portion of the image field analysed when determining the OTF

4.5**zone d'analyse**

portion du champ-image analysée lorsqu'on détermine la fonction de transfert optique (OTF)

4.5**анализируемая область**

часть поля изображения, анализируемая при определении ОПФ

4.6**reference axis**

line, defined with respect to suitable features, which can be uniquely identified

NOTE The reference axis is also invested with a positive direction, namely the direction of travel of the radiation contributing to the imaging of the centre of the object field.

The reference axis is often the axis of radial symmetry of one component or a distinctive physical feature of the test system for which such a symmetry axis can be uniquely identified (for example lens barrel, mounting flange, etc). Often it is the mechanical counterpart, for a real system, of the optical axis (defined for an idealized system as the common symmetry axis of all the optical components).

4.6**axe de référence**

droite, définie par rapport à des caractéristiques appropriées, pouvant être identifiée de façon univoque

NOTE L'axe de référence est orienté positivement dans le sens de propagation du rayonnement incident contribuant à la formation de l'image du centre du champ-objet.

L'axe de référence correspond souvent à l'axe de symétrie radiale d'un composant ou à une caractéristique physique distincte du système soumis à essai et pour lequel un tel axe de symétrie ne peut être identifié que d'une seule façon (par exemple lentille, bride de montage, etc.). C'est souvent la contrepartie mécanique, pour un système réel, de l'axe optique (défini dans un système idéal comme l'axe commun de symétrie de tous les composants optiques).

4.6**базовая ось**

линия, определенная некоторыми характерными особенностями, которыми она может быть идентифицирована единственным образом

ПРИМЕЧАНИЕ Кроме того, базовой оси приписывается положительное направление, а именно — направление распространения излучения, участвующего в образовании изображения центра поля объекта.

Базовой осью часто служит ось круговой симметрии одного из компонентов или отличительная конструктивная особенность испытуемой системы, для которой такая ось симметрии может быть идентифицирована единственным образом (например, оправа объектива, опорный фланец и др.). Часто для реальной системы используется механический аналог оптической оси (которая для идеализированной

системы определена как общая ось симметрии всех оптических элементов).

4.7 aperture stop

physical part, or set of parts, which limits geometrically the amount of radiation transferred by the system from the object field to the image field

4.7 diaphragme

élément matériel ou ensemble d'éléments limitant géométriquement la quantité de rayonnement transférée par le système, du champ-objet au champ-image

4.7 апертурная диафрагма

материальная деталь или набор деталей, которые геометрически ограничивают количество излучения, передаваемого системой от поля объекта к полю изображения

4.8 entrance pupil

image of the aperture stop in object space

NOTE If the aperture stop is the first component encountered by the radiation, the entrance pupil is in coincidence with the aperture stop.

4.8 pupille d'entrée

image du diaphragme dans l'espace objet

NOTE Si le diaphragme est le premier composant rencontré par le rayonnement, la pupille d'entrée coïncide avec le diaphragme.

4.8 входной зрачок

изображение апертурной диафрагмы в пространстве предметов

ПРИМЕЧАНИЕ Если апертурная диафрагма является первым компонентом, который встречает излучение, то входной зрачок совпадает с апертурной диафрагмой.

4.9 exit pupil

image of the aperture stop in image space

NOTE 1 If the aperture stop is the last component encountered by the radiation, the exit pupil is in coincidence with the aperture stop.

NOTE 2 In the case where the test system is built up of incoherently coupled sub-systems, two aperture stops should be taken into account:

- the first affects only the radiation coming from the object pattern and is used to define the entrance pupil;
- the second affects only the radiation contributing to the image pattern and is used to define the exit pupil.

4.9 pupille de sortie

image du diaphragme dans l'espace image

NOTE 1 Si le diaphragme est le dernier composant rencontré par le rayonnement, la pupille de sortie coïncide avec le diaphragme.

NOTE 2 Dans le cas où le système soumis à essai est constitué de sous-systèmes couplés en rupture de cohérence, deux diaphragmes doivent être pris en considération:

- le premier affecte uniquement le rayonnement provenant de la mire-objet et est utilisé pour définir la pupille d'entrée;
- le second affecte uniquement le rayonnement contribuant à la formation de l'image et est utilisé pour définir la pupille de sortie.

4.9 выходной зрачок

изображение апертурной диафрагмы в пространстве изображений

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Если апертурная диафрагма является последним компонентом, который встречает излучение, то выходной зрачок совпадает с апертурной диафрагмой.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В случае, когда испытываемая система построена из некогерентно сопряженных подсистем, следует принимать во внимание две апертурные диафрагмы:

- первая взаимодействует только с излучением, приходящим от структуры-объекта, и используется для определения входного зрачка;
- вторая взаимодействует только с излучением, участвующим в формировании структуры-изображения, и используется для определения выходного зрачка.