

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**

iTeh STANDARDS REVIEW
(standards.itih.ai)

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

<https://standards.itih.ai>



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 инсталлированы. 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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/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.

(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/iso-9334-2007>

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; Рисунок 1; Рисунок 2; 3.22; уравнение в Примечании 1; 4.12; 4.21 и 4.22.

(standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/iso-9334-2007>

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.

ISO 9334:2007(E/F/R)

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.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 9334:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/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 spécifié.

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.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88a26265-4ab0-4384-95e6-8967c3e13f4b/iso-9334-2007>

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 испытуемых 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 надежностью 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.