ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59649— 2021

ОГНИ АЭРОДРОМНЫЕ СВЕТОСИГНАЛЬНЫЕ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДОВ

Методы измерений светотехнических характеристик

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Всесоюзный научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» (ООО «ВНИСИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 332 «Светотехнические изделия, освещение искусственное»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 августа 2021 г. № 821-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Методы измерений светотехнических характеристик 2
4.1 Общие положения 2
4.2 Метод измерения распределения силы света 3
4.3 Метод измерения координат цветности излучения 5
Приложение А (справочное) Рекомендуемые средства измерений и погрешности измерений 6
Приложение Б (справочное) Характеристики средств измерений 7
Приложение В (обязательное) Системы фотометрирования 8
Приложение Г (обязательное) Диаграммы нормируемых изокандел огней 9
Приложение Д (справочное) Определение диапазонов углов измерения распределения силы света огней 25
Приложение Е (справочное) Представление результатов измерений распределения силы света огней 26
Приложение Ж (обязательное) Расположение узлов координатной сетки для вычисления средней силы света основного пучка 27
Приложение И (обязательное) Диаграмма координат цветности излучения огней 28
Библиография 30

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОГНИ АЭРОДРОМНЫЕ СВЕТОСИГНАЛЬНЫЕ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДОВ

Методы измерений светотехнических характеристик

Aerodrome light-signal lights based on LEDs. Measuring methods for lighting characteristics

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на огни аэродромные светосигнальные наземные на основе светодиодов (далее — огни) и устанавливает методы измерений светотехнических характеристик огней в лабораторных условиях.

Настоящий стандарт не распространяется на импульсные, проблесковые и глиссадные огни и световые маяки, а также на установку и контроль огней в натурных условиях на аэродромах.

Настоящий стандарт применяют при разработке огней и в целях их сертификации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.332 Государственная система обеспечения единства измерений. Световые измерения. Значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения. Общие положения

ГОСТ Р 54350 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 55392 Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения

ГОСТ Р 56228 Освещение искусственное. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 55392 и ГОСТ Р 56228, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **(аэродромный светосигнальный) огонь:** Световой прибор, предназначенный для навигации воздушных судов при взлете, посадке и рулении по аэродрому с помощью световой сигнализации.

Издание официальное

3.1.2 **ближняя зона** (при фотометрировании огня)**:** Область пространства, центр которой совмещен с фотометрическим центром измеряемого огня, в пределах которой закон обратных квадратов не выполняется с заданной погрешностью.

3.1.3 **гониофотометр:** Прибор для измерения пространственного распределения силы света огня или источника света, состоящий из поворотного устройства и фотоприемника.

3.1.4 **гониофотометр ближней зоны:** Гониофотометр, в котором в качестве фотоприемника используют фотояркомер, позволяющий получать распределение силы света огня или источника света по измерениям распределения яркости в ближней зоне.

3.1.5 **изокандела:** Кривая, нанесенная на воображаемую сферу, в центре которой расположен световой центр огня, соединяющая все точки сферы, соответствующие направлениям, в которых сила света огня одинакова, или проекция этой кривой на плоскости.

3.1.6 **диаграмма изокандел:** Семейство изокандел на плоскости.

3.1.7 **диаграмма цветности:** Графическое изображение на плоскости цветового пространства, точки которого определяют координаты цветности, однозначно соответствующие цветностям цветовых стимулов.

3.1.8 **Международная комиссия по освещению;** МКО: Организация, регламентирующая вопросы освещения в широком аспекте путем выпуска международных рекомендаций и стандартов, на основе которых разрабатывают национальные и региональные (например, европейские) нормативные документы в области светотехники.

3.1.9 **основной пучок [луч]:** Центральная область пучка света огня на диаграмме изокандел, ограниченная изоканделой с наибольшим значением силы света.

3.1.10 **световой прибор:** Устройство, содержащее один или несколько электрических источников света и светотехническую арматуру, предназначенное для освещения, облучения или световой сигнализации.

3.1.11 **сила света** (источника света в заданном направлении), кд: Одна из базовых световых величин, равная отношению светового потока $d\Phi$, исходящего от источника света и распространяющегося внутри малого телесного угла $d\Omega$, содержащего данное направление, к этому телесному углу.

Примечание — Определение справедливо только для точечного источника света.

3.1.12 **система фотометрирования огня:** Система координатных полуплоскостей с общей линией пересечения, используемая при фотометрировании и описании светораспределения огня.

3.1.13 **точечный источник света:** Источник света, размеры которого настолько малы по сравнению с расстоянием до освещаемой поверхности, что ими можно пренебречь в вычислениях и измерениях.

3.1.14 **фотографический яркомер; фотояркомер:** Измерительный оптико-электронный прибор с электронной матрицей для получения распределения яркости на изображении (фотографии) измеряемого поля.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВПП — взлетно-посадочная полоса;

РД — рулежная дорожка.

4 Методы измерений светотехнических характеристик

4.1 Общие положения

4.1.1 Светотехнические измерения огня проводят в лабораторных условиях в помещении с неподвижным воздухом при температуре (25 ± 2) °С, атмосферном давлении от 84 до 107 кПа, относительной влажности от 45 % до 80 % и отсутствии дыма и пыли.

4.1.2 Для выполнения измерений распределения силы света огней, как правило, применяют гониофотометр. Допускается использование фотометрической скамьи при наличии поворотного устройства, позволяющего варьировать ориентацию огня по горизонтальным и вертикальным углам.

Измерение распределения силы света огня проводят в помещении, в котором стены и потолок имеют глубоко-матовое черное покрытие.

Примечание — Диффузный средневзвешенный коэффициент отражения глубоко-матового черного покрытия не должен превышать 5 % при угле падения 45° и угле наблюдения 0° или наоборот.

Дополнительно следует использовать экраны, диафрагмы и тубусы в качестве средств защиты приемника от света, отраженного от поверхностей помещения. При измерениях следует учитывать засветку фона за огнем при наблюдении со стороны фотоприемника в направлениях с малыми значениями силы света. Необходимо оценивать воздействие этой засветки с помощью экранирования прямого света огня в направлении фотоприемника.

Кроме того, должны быть приняты меры по исключению влияния постороннего света и ограничению влияния отраженного света от измерительного оборудования.

4.1.3 Измерения светотехнических характеристик огня проводят после стабилизации его излучения. Время стабилизации светотехнических характеристик, определяемое в соответствии с ГОСТ Р 54350, должно быть указано в технических условиях на огни конкретных типов или групп.

4.1.4 Применяемые средства измерений должны быть поверены/калиброваны, испытательное оборудование аттестовано в установленном порядке.

4.1.5 При фотометрировании огня направленного действия его устанавливают на поворотное устройство измерительной установки в рабочее положение, при котором фотометрическая ось огня параллельна горизонтальной плоскости.

4.1.6 Измерения светотехнических характеристик огней проводят в измерительных установках, оснащенных фотометрами, спектральные характеристики которых корригированы под относительную спектральную световую эффективность излучения для стандартного фотометрического наблюдателя МКО — $V(\lambda)$ (см. ГОСТ 8.332). Перечень рекомендуемых средств измерений приведен в приложении А. Характеристики средств измерений для доверительной вероятности 0,95 согласно рекомендациям МКО [1]—[5] приведены в приложении Б.

4.1.7 Измерения цветовых характеристик огней проводят спектрорадиометрами-колориметрами, характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Характеристики спектрорадиометров-колориметров

Характеристики спектрорадиометров-колориметров	Значение
Спектральный диапазон, нм	380—780
Погрешность калибровки по длинам волн, нм, не более	± 0,3
Шаг сканирования, нм, не более	2
Погрешность измерения координат цветности Δx и Δy, не более	± 0,005
Примечание — Для расчета координат цветности рекомендуется использовать измерительное оборудование со встроенным программным обеспечением.	

4.2 Метод измерения распределения силы света

4.2.1 Требования к юстировке огней на гониофотометре

4.2.1.1 Измерение распределения силы света огней проводят на гониофотометре, основанном на системе фотометрирования C, γ или B, β в соответствии с приложением В.

Примечание — Гониофотометры, основанные на системе фотометрирования A, α, используют редко и в настоящем стандарте не рассматриваются.

4.2.1.2 В качестве базового принимают рабочее положение огня, при котором фотометрический центр огня совмещен с центром вращения фотометрической системы гониофотометра.

Положение фотометрического центра огня определяют в зависимости от его оптической схемы и конструкции. В отдельных случаях указанное положение должно быть определено изготовителем огня.

Фотометрирование двунаправленных огней проводят отдельно для каждого направления относительно единого фотометрического центра огня.

Гониофотометр должен иметь приспособления для крепления огней различных конструкций. Узел крепления в гониофотометре должен обеспечивать положение огня, в котором он должен работать в реальных условиях эксплуатации.

При невозможности фотометрирования огня в рабочем неподвижном положении допускается применение гониофотометров других конструкций с поправкой на изменение светотехнических характеристик в зависимости от положения огня.

4.2.1.3 Центр приемной поверхности фотометрической головки должен находиться на прямой, проходящей через фотометрический центр гониофотометра, а ее плоскость должна быть перпендикулярна к этой прямой. При наличии в гониофотометре зеркал данная прямая представляет собой ломаную линию, проходящую через центры этих зеркал. Размеры зеркал должны быть такими, чтобы изображение светящей части огня, видимое из центра приемной поверхности фотометрической головки по любому направлению фотометрирования, не выходило за пределы зеркал.

В гониофотометре ближней зоны фотоприемник перемещают по поверхности воображаемой сферы, в центре которой помещен фотометрический центр огня. При этом плоскость приемной поверхности фотоприемника перпендикулярна радиусу этой сферы, направленному в центр указанной приемной поверхности.

4.2.1.4 Расстояние фотометрирования определяют расстоянием от фотометрического центра гониофотометра до центра приемной поверхности фотометрической головки (с учетом отражения от зеркал гониофотометра при их наличии).

Для огней кругового обзора расстояние фотометрирования выбирают так, чтобы его отношение к максимальному размеру светящей поверхности огня составляло не менее 10:1.

Для огней направленного действия расстояние фотометрирования должно быть указано в технических условиях на огни конкретных типов или групп, а при отсутствии таких данных определено опытным путем. Для этого огонь устанавливают в положение, при котором его фотометрическая ось параллельна горизонтальной плоскости, и измеряют вертикальную освещенность E на площадке, обращенной к огню перпендикулярно его фотометрической оси, последовательно увеличивая расстояние l от огня. Расстояние l, начиная с которого произведение $E \cdot l^2$ остается постоянным в пределах погрешности 1 %, принимают за расстояние фотометрирования.

Для гониофотометров ближней зоны расстояние фотометрирования, определяемое радиусом воображаемой сферы, по которой перемещается приемник, должно быть таким, при котором светящая поверхность огня полностью охватывается изображением апертурного поля фотояркомера, используемого в качестве приемника.

При измерениях расстояние фотометрирования должно быть постоянным.

4.2.2 Требования к сетке углов измерения

4.2.2.1 Сетку углов измерения устанавливают в зависимости от системы фотометрирования используемого гониофотометра и характера светораспределения огней.

4.2.2.2 Для огней направленного действия допускается использовать гониофотометры обеих указанных систем фотометрирования. Требования к сетке измерений определяют из типовой диаграммы изокандел, установленной для конкретного типа испытуемого огня в соответствии с приложением Г.

4.2.2.3 Диапазоны углов измерения должны полностью охватывать область нормируемых изокандел для огня данного типа. Минимальные границы указанных диапазонов определяют из диаграммы изокандел, соответствующей типу испытуемого огня, по нормируемой изоканделе с наибольшими угловыми размерами согласно рисунку Д.1а приложения Д. Соотношение между границами диапазонов углов измерения ($B_{min} - B_{max}$, $\beta_{min} - \beta_{max}$) и ($C_{min} - C_{max}$, $\gamma_{min} - \gamma_{max}$) в системах B, β и C, γ соответственно и границами диапазонов горизонтальных и вертикальных углов ($X_{min} - X_{max}$, $Y_{min} - Y_{max}$), принятыми в типовых диаграммах изокандел, показано на рисунках Д.1б и Д.1в приложения Д.

4.2.2.4 Шаг меридиональных и экваториальных углов в зоне охвата нормируемых изокандел не должен превышать 1° независимо от системы фотометрирования. Стандартной считают сетку с равномерным шагом 1° по горизонтальным и вертикальным углам.

4.2.2.5 При использовании гониофотометра с автоматизированным управлением допускается проводить измерения в расширенном диапазоне углов, например во всей полусфере, в которую излучает огонь, или в полной сфере. При этом шаг меридиональных и экваториальных углов вне зоны охвата нормируемых изокандел не регламентируют.

4.2.2.6 Для огней кругового обзора рекомендуется применять гониофотометр с системой фотометрирования C,γ. При установке огня в рабочее положение вертикальная ось огня является его фотометрической осью и совпадает с фотометрической осью гониофотометра.

Измерение силы света проводят по направлениям, определяемым диапазонами экваториальных (горизонтальных) углов C и меридиональных (вертикальных) углов γ для конкретного типа огня (см. [6]).

Шаг сетки измерений по углу C для установленного диапазона углов от 0° до 180° или 360° должен составлять 5°, в диапазоне углов от 0° до ±15° должен составлять 1°. Шаг сетки измерений по углу γ должен составлять 1°.

4.2.3 Обработка и форма представления результатов измерений

4.2.3.1 Результаты измерений для огней направленного действия обрабатывают и представляют в виде диаграммы распределения силы света огней в соответствии с приложением Е.

Для двунаправленных огней результаты представляют отдельно для каждого направления.

4.2.3.2 Результаты измерений представляют непосредственно на типовой диаграмме изокандел в соответствии с приложением Г в виде выделенных определенным цветом уровней силы света, соответствующих значениям ограничивающих изокандел.

Переход от меридиональных и экваториальных углов измерительной установки к вертикальным и горизонтальным углам типовой диаграммы изокандел осуществляют по следующим формулам:

- для системы B, β: $Y = B$ и $X = \beta$;
- для системы C, γ: $Y = \gamma - 90°$ и $X = -C$, если $0 \le C < 90°$, или $X = 360° - C$, если $270° \le C < 360°$.

4.2.3.3 Измеренное светораспределение силы света огня соответствует нормативным требованиям, если значения силы света во всех узлах стандартной сетки, расположенных внутри или на границе зоны, ограниченной нормируемой изоканделой, не менее значения этой изоканделы в соответствии с приложением Г.

4.2.3.4 Равномерность силы света в пределах основного пучка определяют как отношение максимального значения силы света I_{max} к минимальному значению I_{min}, среди значений силы света в узлах стандартной сетки, расположенных внутри и на границе основного пучка (см. приложение Ж).

Полученное значение равномерности соответствует нормируемому значению, если указанное отношение не выше 3:1 (см. [6]).

4.2.3.5 Среднее значение силы света основного пучка $I_{ср}$, кд, определяют как среднее арифметическое значений силы света огня в узлах стандартной сетки, расположенных внутри и на границе основного пучка (см. приложение Ж), по формуле

$$I_{ср} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} I_i, \qquad (1)$$

где N — количество узлов сетки, попавших в границы основного пучка;

I_i — сила света в i-м узле сетки основного пучка, кд.

Полученное значение $I_{ср}$ соответствует нормируемому значению, если оно не менее минимального среднего значения силы света основного пучка, приведенного на соответствующей диаграмме изокандел (см. приложение Г).

4.2.3.6 Для огней кругового обзора по результатам измерений распределения силы света (см. [6]) определяют среднее значение силы света огня $I_{ср}$, кд, в области пространства, ограниченной заданным диапазоном углов C и γ. Расчет $I_{ср}$ проводят по формуле (1), где I_i — сила света в i-м узле сетки заданного диапазона, кд; N — количество узлов сетки, попавших в границы основного пучка.

4.3 Метод измерения координат цветности излучения

4.3.1 Измерения координат цветности излучения огня проводят с помощью специальных спектрорадиометров-колориметров, имеющих отсчет показаний непосредственно в единицах координат цветности x, y. Измерения проводят в направлении фотометрической оси огня.

Примечание — Координаты цветности измеряют для стандартного колориметрического наблюдателя МКО 1931 г. (см. [5]).

4.3.2 Измеренные значения координат цветности x, y проверяют на соответствие нормативным требованиям согласно приложению И. Точку с измеренными координатами цветности x, y наносят на стандартную диаграмму координат цветности, в которой для каждого установленного цвета выделена область координат цветности, границы которой приведены в приложении И. Если указанная точка попадает в область координат цветности, установленную для заданного цвета излучения испытуемого огня, то измеренная цветность соответствует нормируемой.

Приложение А
(справочное)

Рекомендуемые средства измерений и погрешности измерений

Рекомендуемые средства измерений и погрешности измерений приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Рекомендуемые средства измерений и погрешности измерений

Средство измерений	Диапазон измерений	Погрешность измерений
Гониофотометр	1—200000 кд	± 8 %
	1—250000 лм	± 8 %
Люксметр	1—200000 лк	± 8 %
Спектрорадиометр-колориметр	380—780 нм	± 1 нм
	x: 0,005...0,734 *y*: 0,005...0,834	± 0,005

Приложение Б
(справочное)

Характеристики средств измерений

Характеристики средств измерений приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Характеристики средств измерений

Наименование и обозначение характеристик/погрешностей	Значение относительной погрешности, %	
	фотометрической головки/люксметра	яркомера, фотояркомера
Характеристика — функция коррекции под $V(\lambda)$ относительно источника типа A f_1', не более	3,5	
Погрешность спектральной коррекции при переходе от источника типа A к источникам с другим спектральным составом излучения f_1, не более	3,0	
Пространственная (косинусная) погрешность люксметра f_2, не более	2,0	—
Погрешность яркомера, определяемая неравномерностью яркости измеряемого поля $f_{2,g}$	—	0,1
Погрешность яркомера, определяемая различием яркостей объектов, окружающих измеряемое поле $f_{2,a}$		
Погрешность нелинейности f_3, не более	0,2	
Погрешность считывания с дисплея f_4	± 2 единицы*	
Погрешность утомляемости при длительной экспозиции f_5	0,1	
Погрешность, определяемая температурной зависимостью коэффициента преобразования $f_{6,T}$, не более	0,3 % / °С	
Погрешность, определяемая изменением влажности $f_{6,H}$	0,1	
Погрешность усреднения при измерениях модулированного света f_7, не более	0,5	
Погрешность поляризации f_8, не более	0,6**	0,6
Неравномерность чувствительности приемника излучения f_9	0,1	
Погрешность изменения диапазона (переход на другую шкалу) f_{11}	0,2	
Погрешность, определяемая изменением фокусного расстояния f_{12}	—	0,15
Пределы суммарной погрешности f_Σ	5—7	5—8

* Последнего разряда шкалы.
** При отсутствии косинусной насадки.

Приложение В
(обязательное)

Системы фотометрирования

Системы фотометрирования огня приведены на рисунках В.1 и В.2.

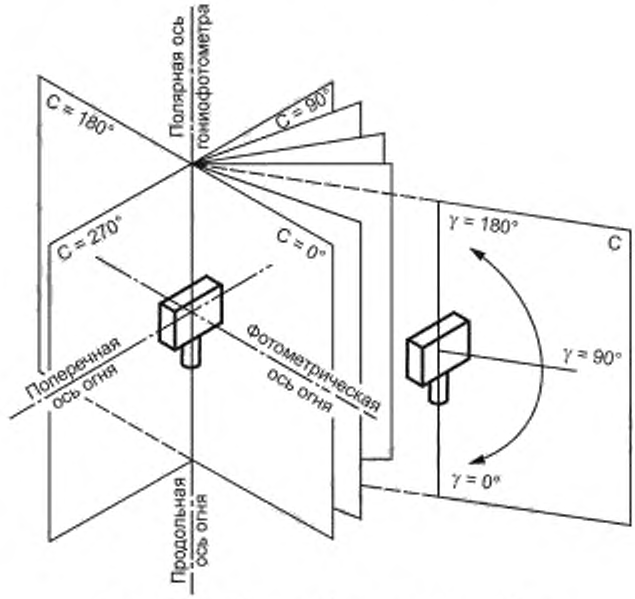


Рисунок В.1 — Система фотометрирования *C*, γ

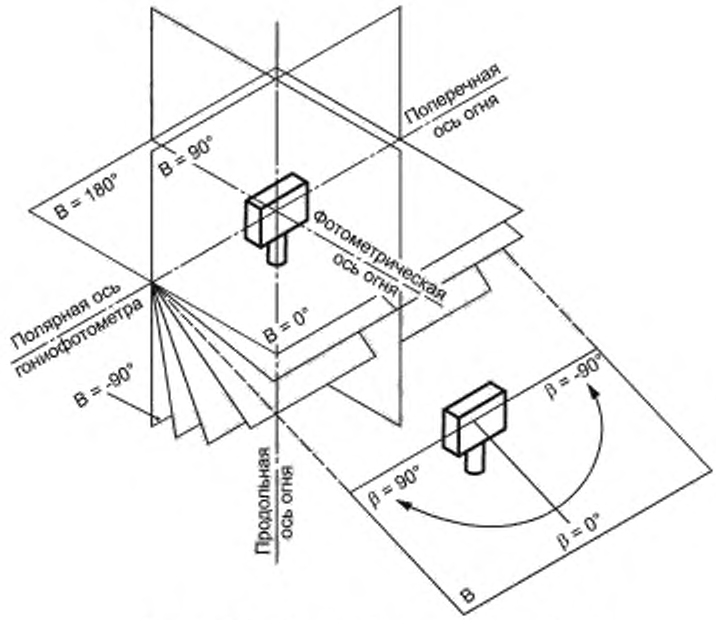


Рисунок В.2 — Система фотометрирования *B*, β

Приложение Г
(обязательное)

Диаграммы нормируемых изокандел огней

Диаграммы нормируемых изокандел огней направленного действия приведены в Г.1—Г.17 в соответствии с [7].

Г.1 Диаграмма изокандел огней приближения центрального ряда и огней световых горизонтов (огни белого цвета) приведена на рисунке Г.1.

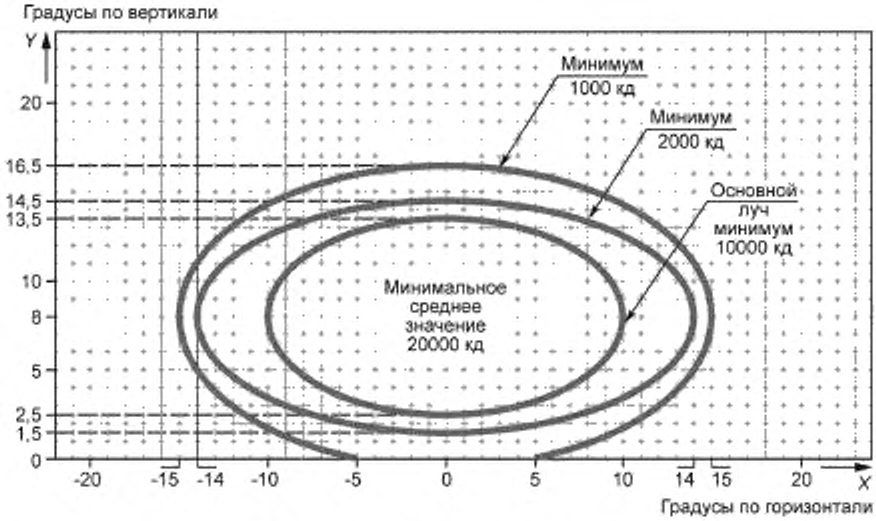


Рисунок Г.1 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.1. Смещение центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 8° — по вертикали.

Таблица Г.1 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град изокандел:		
	10000 кд. основной пучок	2000 кд	1000 кд
a по горизонтали	10	14	15
b по вертикали	5,5	6,5	8,5

Г.2 Диаграмма изокандел огней приближения бокового ряда (огни красного цвета) приведена на рисунке Г.2.

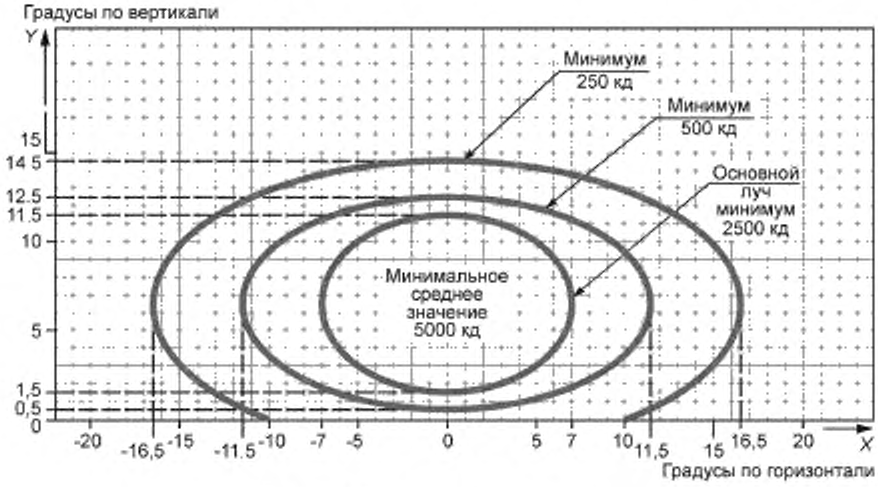


Рисунок Г.2 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей *a* и *b* эллипсов приведены в таблице Г.2. Смещение центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 6,5° — по вертикали.

Таблица Г.2 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел:		
	2500 кд, основной пучок	500 кд	250 кд
a по горизонтали	7,0	11,5	16,5
b по вертикали	5,0	6,0	8,0

Г.3 Диаграмма изокандел входных огней ВПП (огни зеленого цвета) приведена на рисунке Г.3.

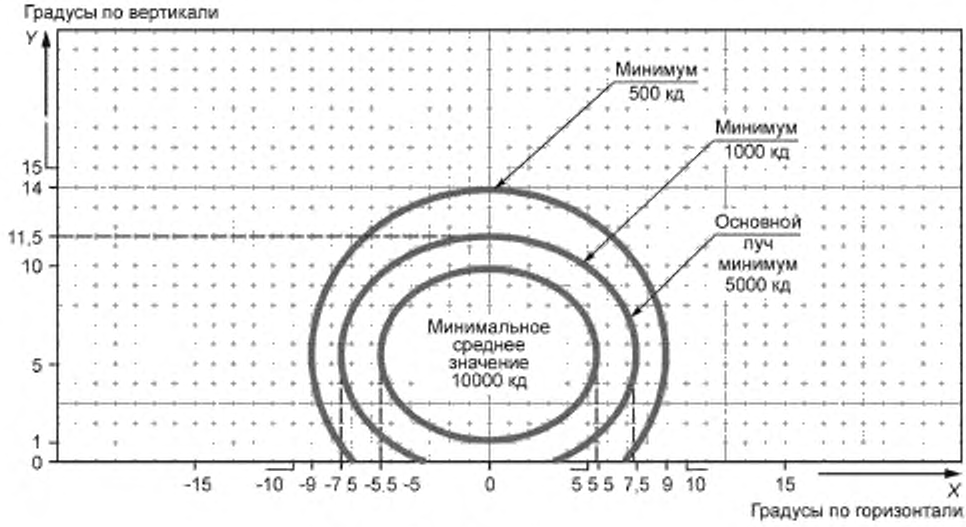


Рисунок Г.3 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.3. Смещение центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 5,5° — по вертикали.

Таблица Г.3 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	5000 кд, основной пучок	1000 кд	500 кд
a по горизонтали	5,5	7,5	9,0
b по вертикали	4,5	6,0	8,5

Г.4 Диаграмма изокандел фланговых световых горизонтов входных огней (огни зеленого цвета) приведена на рисунке Г.4.

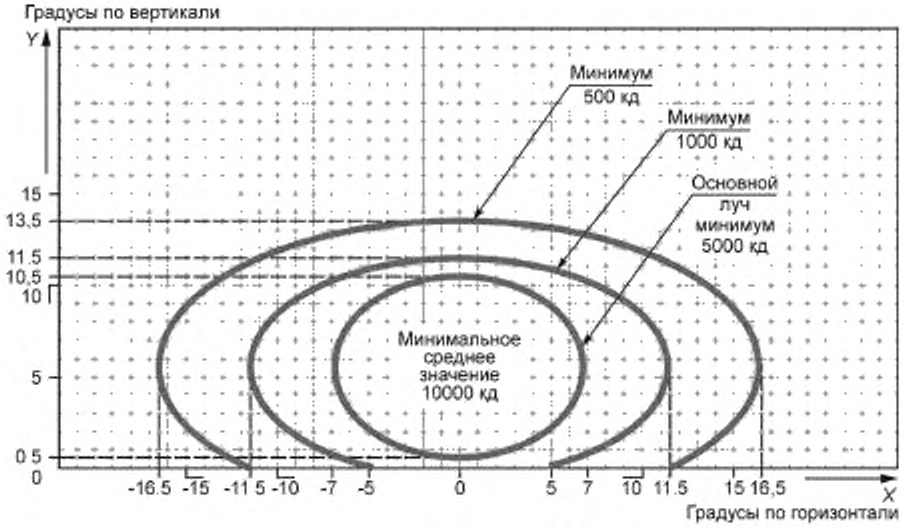


Рисунок Г.4 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.4. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 5,5° — по вертикали.

Таблица Г.4 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел:		
	5000 кд, основной пучок	1000 кд	500 кд
a по горизонтали	7,0	11,5	16,5
b по вертикали	5,0	6,0	8,0

Г.5 Диаграмма изокандел огней зоны приземления (огни белого цвета) приведена на рисунке Г.5.

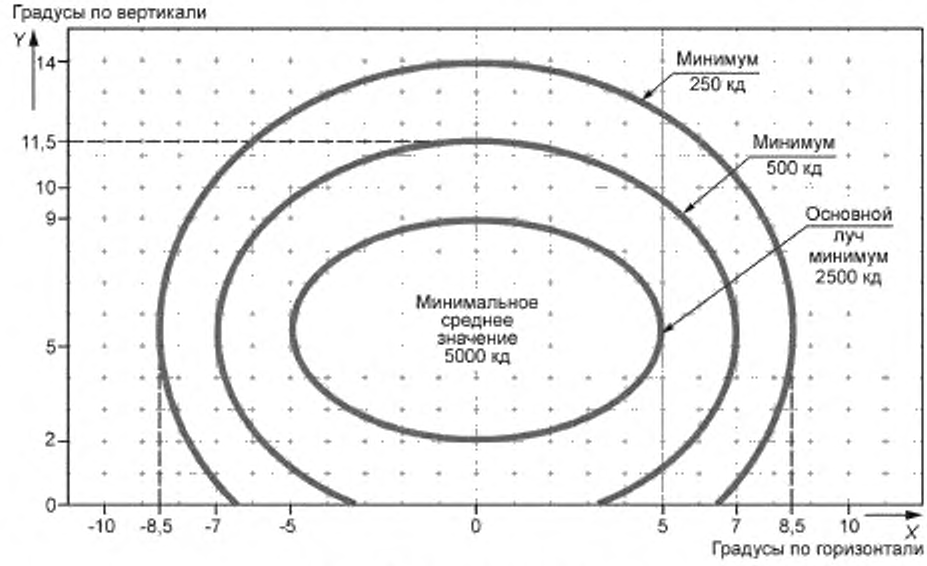


Рисунок Г.5 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.5. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 5,5° — по вертикали.

Таблица Г.5 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	2500 кд, основной пучок	500 кд	250 кд
a по горизонтали	5,0	7,0	8,5
b по вертикали	3,5	6,0	8,5

Г.6 Диаграмма изокандел осевых огней ВПП, расположенных с продольным интервалом 30 м (огни белого цвета), и огней указателя скоростной выводной РД (огни желтого цвета) приведена на рисунке Г.6.

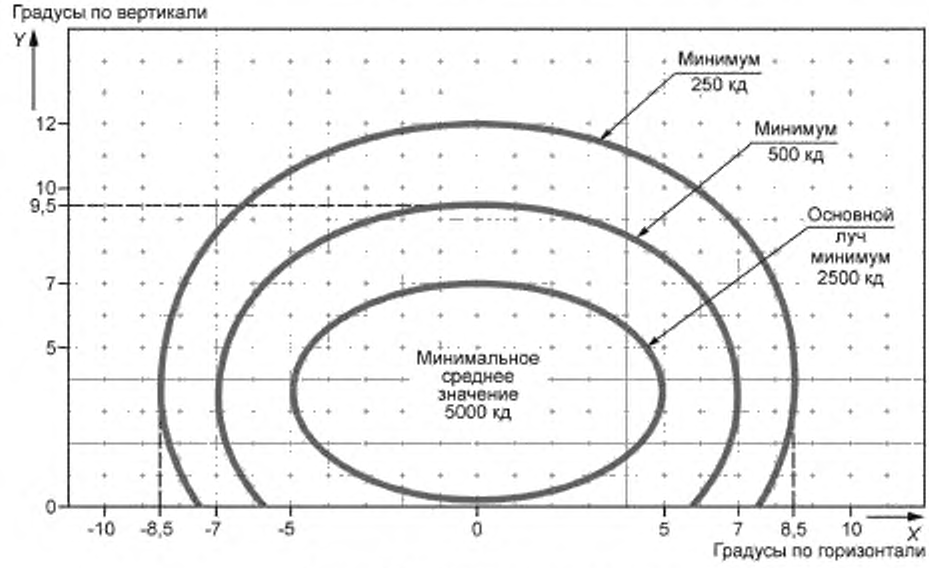


Рисунок Г.6 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.6. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 3,5° — по вертикали.

Таблица Г.6 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	2500 кд, основной пучок	500 кд	250 кд
a по горизонтали	5,0	7,0	8,5
b по вертикали	3,5	6,0	8,5

Значения изокандел для огня красного цвета следует умножить на коэффициент 0,15, для огня желтого цвета — 0,40.

Г.7 Диаграмма изокандел осевых огней ВПП, расположенных с продольным интервалом 15 м (огни белого цвета), и огней указателя скоростной выводной РД (огни желтого цвета) приведена на рисунке Г.7.

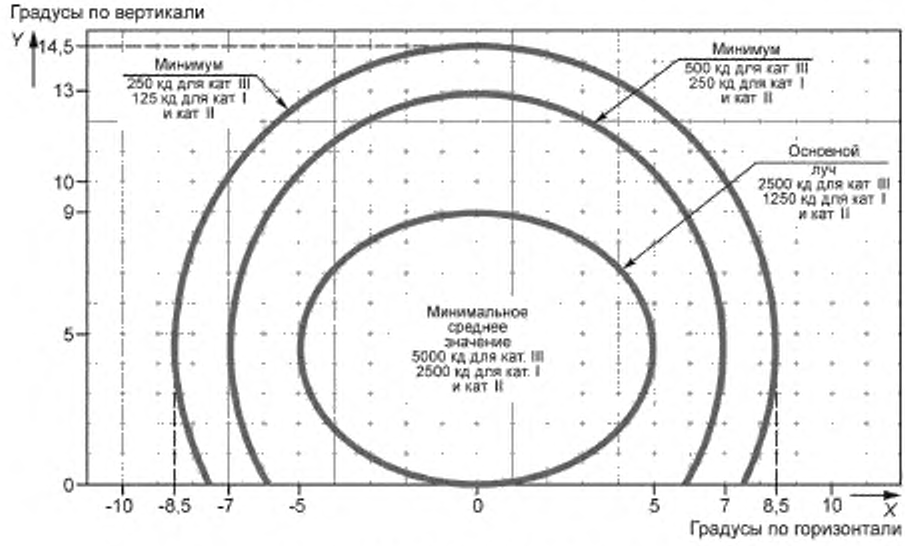


Рисунок Г.7 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей *a* и *b* эллипсов приведены в таблице Г.7. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 4,5° — по вертикали.

Таблица Г.7 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	2500 кд / 1250 кд*, основной пучок	500 кд / 250 кд*	250 кд / 125 кд*
a по горизонтали	5,0	7,0	8,5
b по вертикали	4,5	8,5	10
* В зависимости от категории системы посадки: в числителе — для категории III, в знаменателе — для категорий I и II.			

Значения изокандел для огня красного цвета следует умножить на коэффициент 0,15, для огня желтого цвета — 0,40.

Г.8 Диаграмма изокандел огней ограничительных огней ВПП (огни красного цвета) приведена на рисунке Г.8.

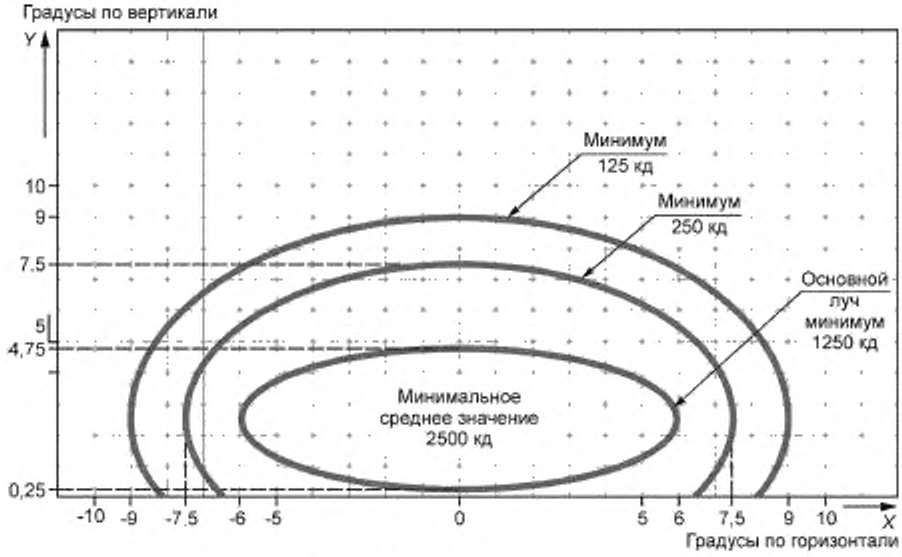


Рисунок Г.8 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.8. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 2,5° — по вертикали.

Таблица Г.8 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	1250 кд, основной пучок	250 кд	125 кд
a по горизонтали	6,0	7,5	8,0
b по вертикали	2,25	5,0	6,5

Г.9 Диаграмма изокандел посадочных огней при ширине ВПП 45 м (огни белого цвета) приведена на рисунке Г.9.

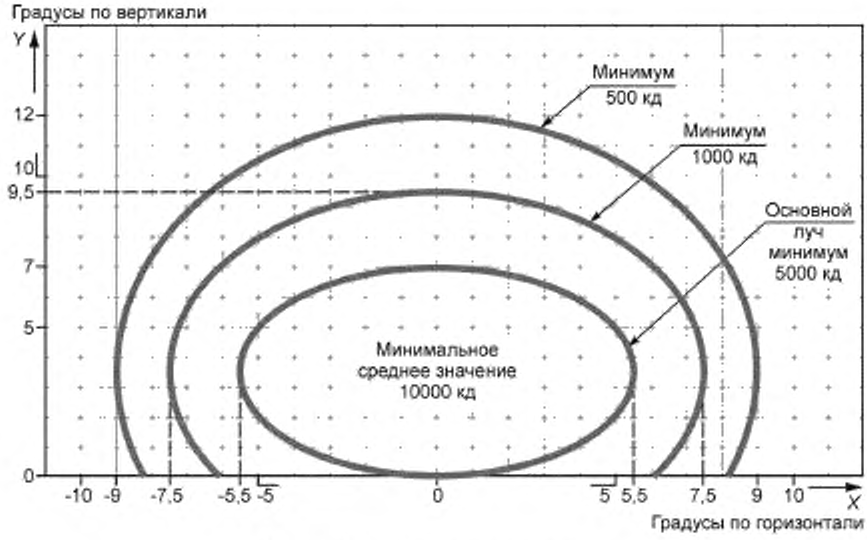


Рисунок Г.9 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.9. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 3,5° — по вертикали.

Таблица Г.9 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	5000 кд, основной пучок	1000 кд	500 кд
a по горизонтали	5,5	7,5	9,0
b по вертикали	3,5	6,0	8,5

Значения изокандел для огня красного цвета следует умножить на коэффициент 0,15, для огня желтого цвета — 0,40.

Г.10 Диаграмма изокандел посадочных огней при ширине ВПП 60 м (огни белого цвета) приведена на рисунке Г.10.

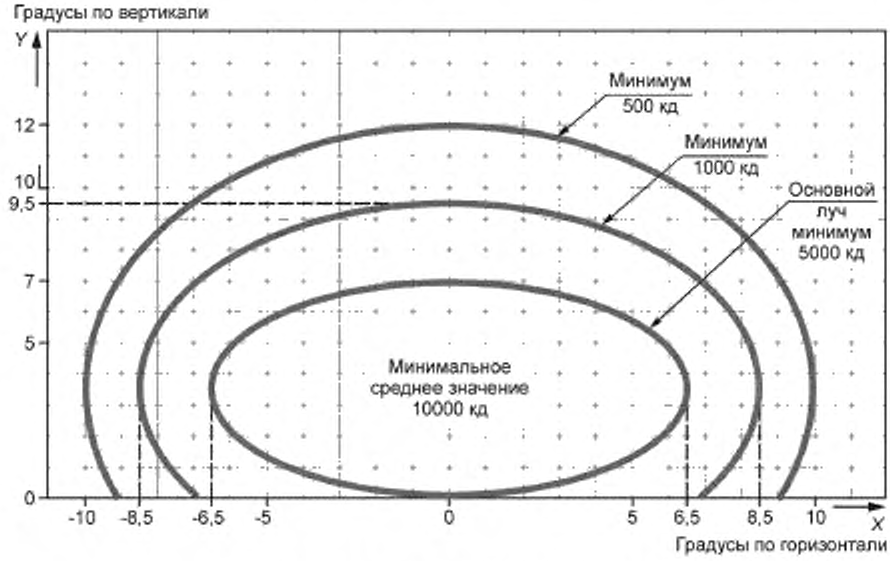


Рисунок Г.10 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.10. Координаты центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 3,5° — по вертикали.

Таблица Г.10 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел		
	5000 кд, основной пучок	1000 кд	500 кд
a по горизонтали	6,5	8,5	10,0
b по вертикали	3,5	6,0	8,5

Значения изокандел для огня красного цвета следует умножить на коэффициент 0,15, для огня желтого цвета — 0,40.

Г.11 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 15 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» на прямых участках, предназначенных для использования в условиях видимости на ВПП менее 300 м, когда могут иметь место значительные смещения, и огней защиты ВПП низкой интенсивности в конфигурации приведена на рисунке Г.11.

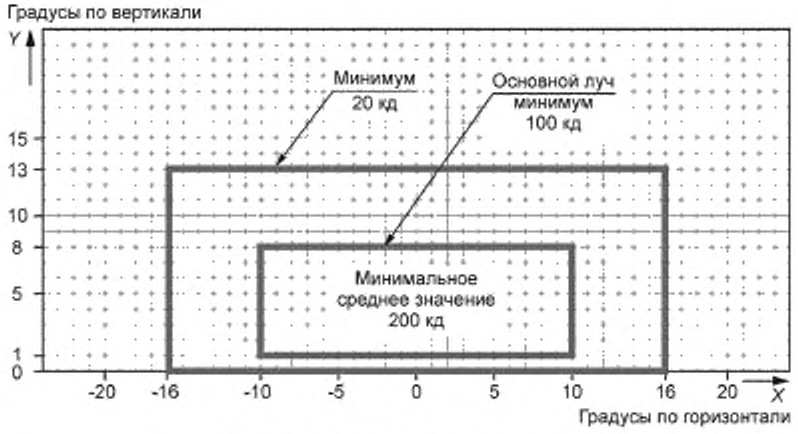


Рисунок Г.11 — Диаграмма изокандел

Г.12 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 15 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» на прямых участках, предназначенных для использования в условиях видимости на ВПП менее 300 м, приведена на рисунке Г.12.

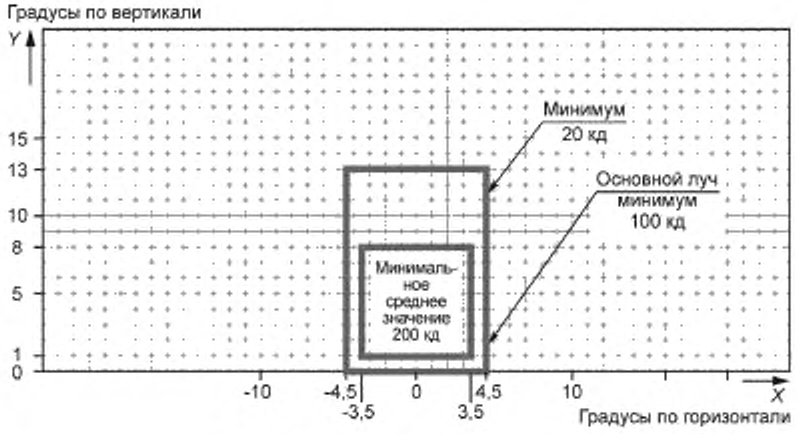


Рисунок Г.12 — Диаграмма изокандел

Г.13 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 7,5 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» на прямых участках, предназначенных для использования в условиях видимости на ВПП менее 300 м, приведена на рисунке Г.13.

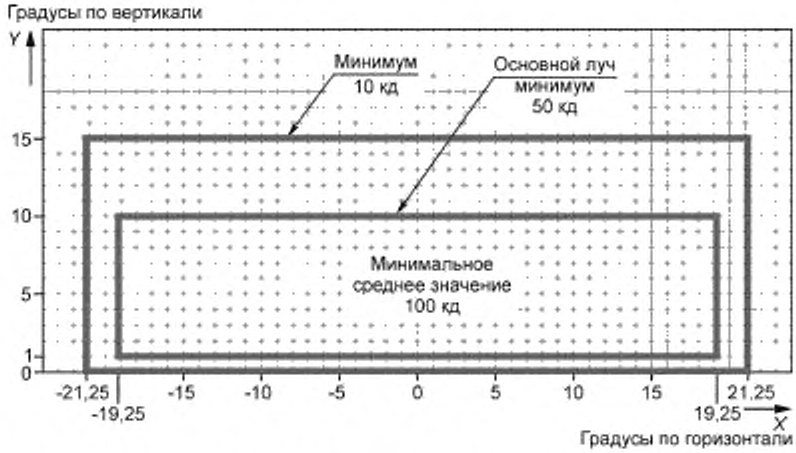


Рисунок Г.13 — Диаграмма изокандел

Г.14 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервалы 30, 60 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» на прямых участках, предназначенных для использования в условиях видимости на ВПП 300 м или более, приведена на рисунке Г.14.

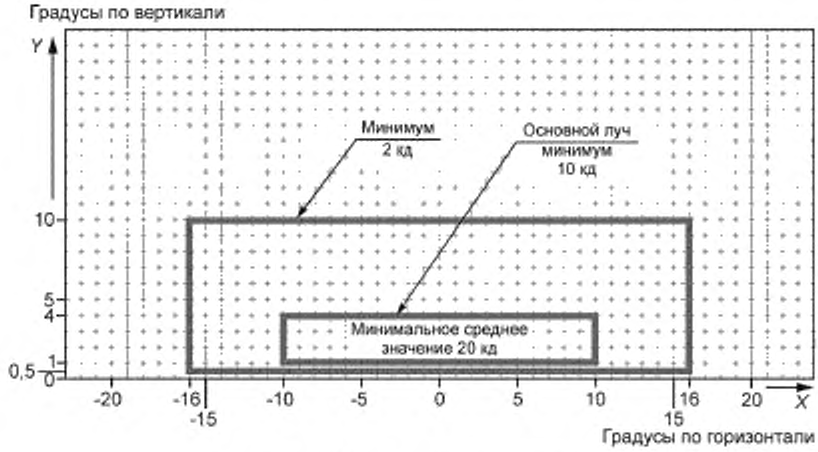


Рисунок Г.14 — Диаграмма изокандел

Г.15 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервалы 7,5, 15, 30 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» на криволинейных участках, предназначенных для использования в условиях видимости на ВПП 300 м или более, приведена на рисунке Г.15.

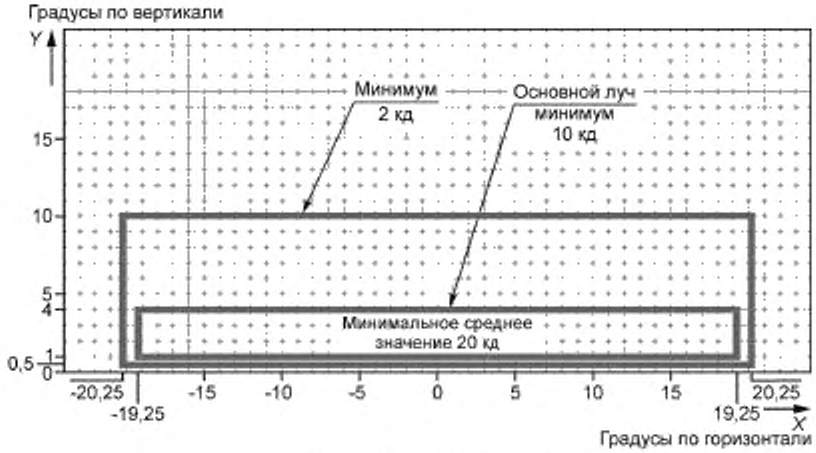


Рисунок Г.15 — Диаграмма изокандел

Г.16 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 15 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» высокой интенсивности на прямых участках, предназначенных для использования в составе усовершенствованных систем управления наземным движением и контроля за ним, когда требуются более высокие интенсивности огней и могут иметь место значительные смещения, приведена на рисунке Г.16.

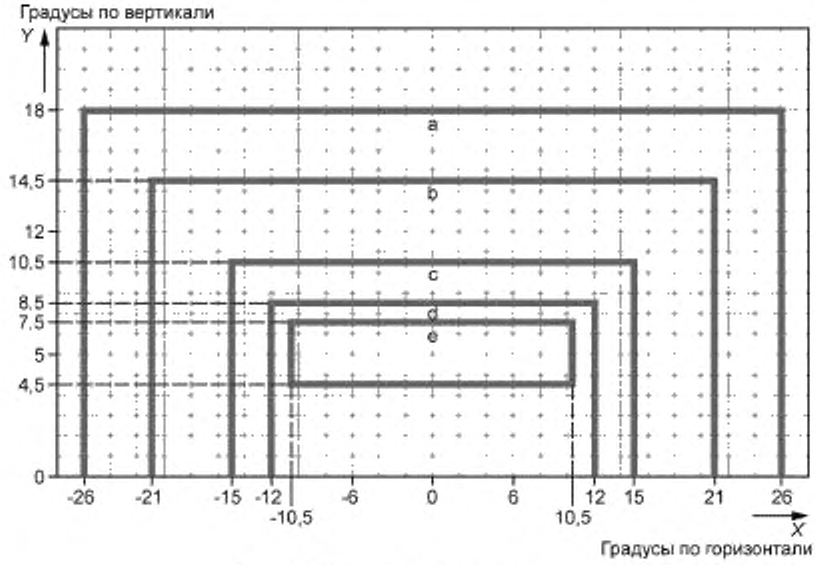


Рисунок Г.16 — Диаграмма изокандел

Значения силы света нормируемых изокандел приведены в таблице Г.11.

Таблица Г.11 — Значения силы света нормируемых изокандел

Изокандела	a	b	c	d	e
Сила света, кд	8	20	100	450	1800

Г.17 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 7,5 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» высокой интенсивности на криволинейных участках, предназначенных для использования в составе усовершенствованных систем управления наземным движением и контроля за ним, когда требуются более высокие интенсивности огней, приведена на рисунке Г.17.

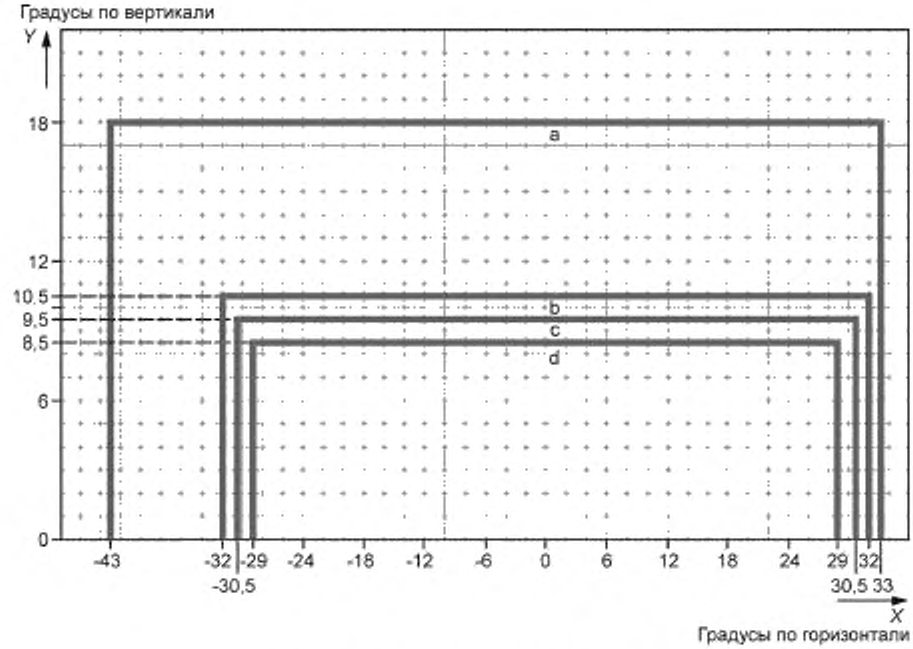


Рисунок Г.17 — Диаграмма изокандел

Значения силы света нормируемых изокандел приведены в таблице Г.12.

Таблица Г.12 — Значения силы света нормируемых изокандел

Изокандела	a	b	c	d
Сила света, кд	8	100	200	400

Г.18 Диаграмма изокандел осевых огней РД (интервал 15 м), огней линии «выезд запрещен» и огней линии «стоп» высокой интенсивности на криволинейных участках, предназначенных для использования в составе усовершенствованных систем управления наземным движением и контроля за ним, когда требуются более высокие интенсивности огней, приведена на рисунке Г.18.

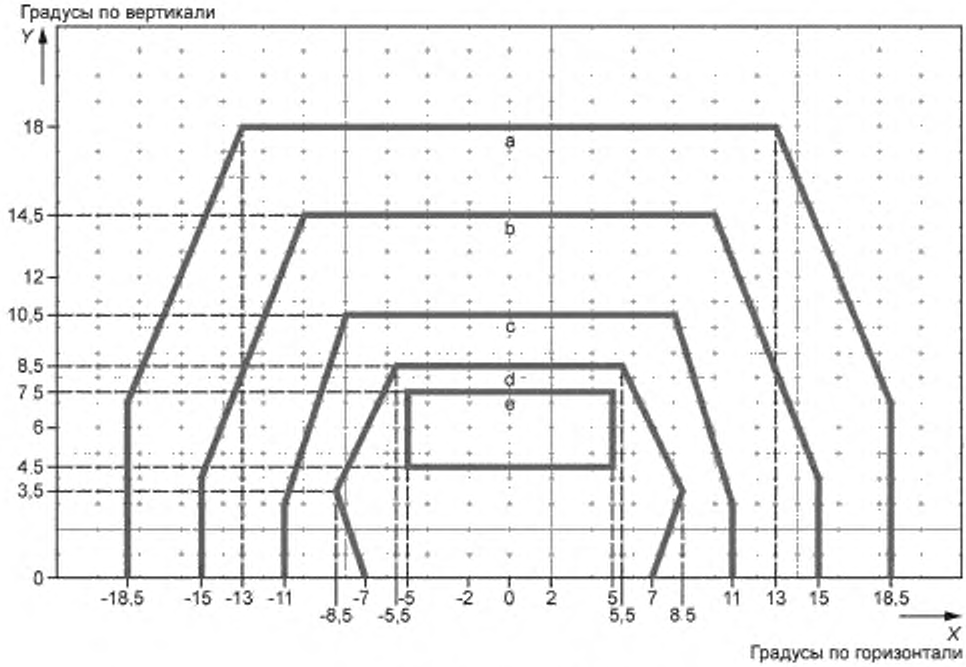


Рисунок Г.18 — Диаграмма изокандел

Значения силы света нормируемых изокандел приведены в таблице Г.13.

Таблица Г.13 — Значения силы света нормируемых изокандел

Изокандела	a	b	c	d	e
Сила света, кд	8	20	100	450	1800

Г.19 Диаграмма изокандел для огней ожидания взлета (THL) (красный огонь) приведена на рисунке Г.19.

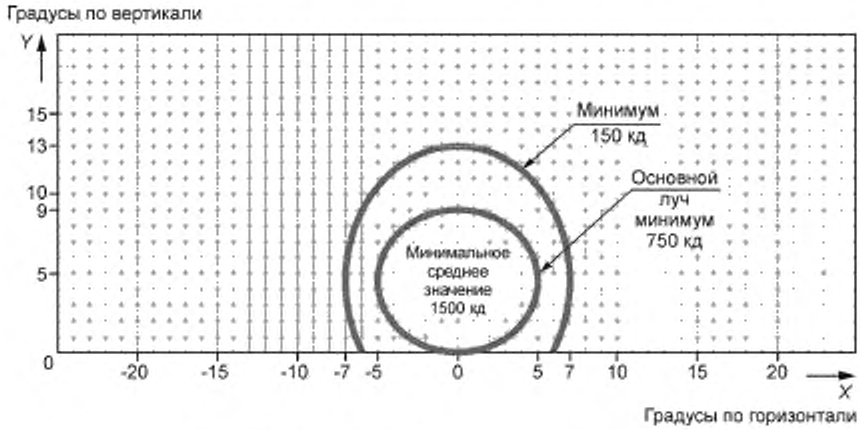


Рисунок Г.19 — Диаграмма изокандел

Координаты изокандел, град, рассчитаны по уравнению эллипса

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

относительно единого центра всех эллипсов, где значения полуосей a и b эллипсов приведены в таблице Г.14. Смещение центра эллипсов: 0° — по горизонтали и 4,5° — по вертикали.

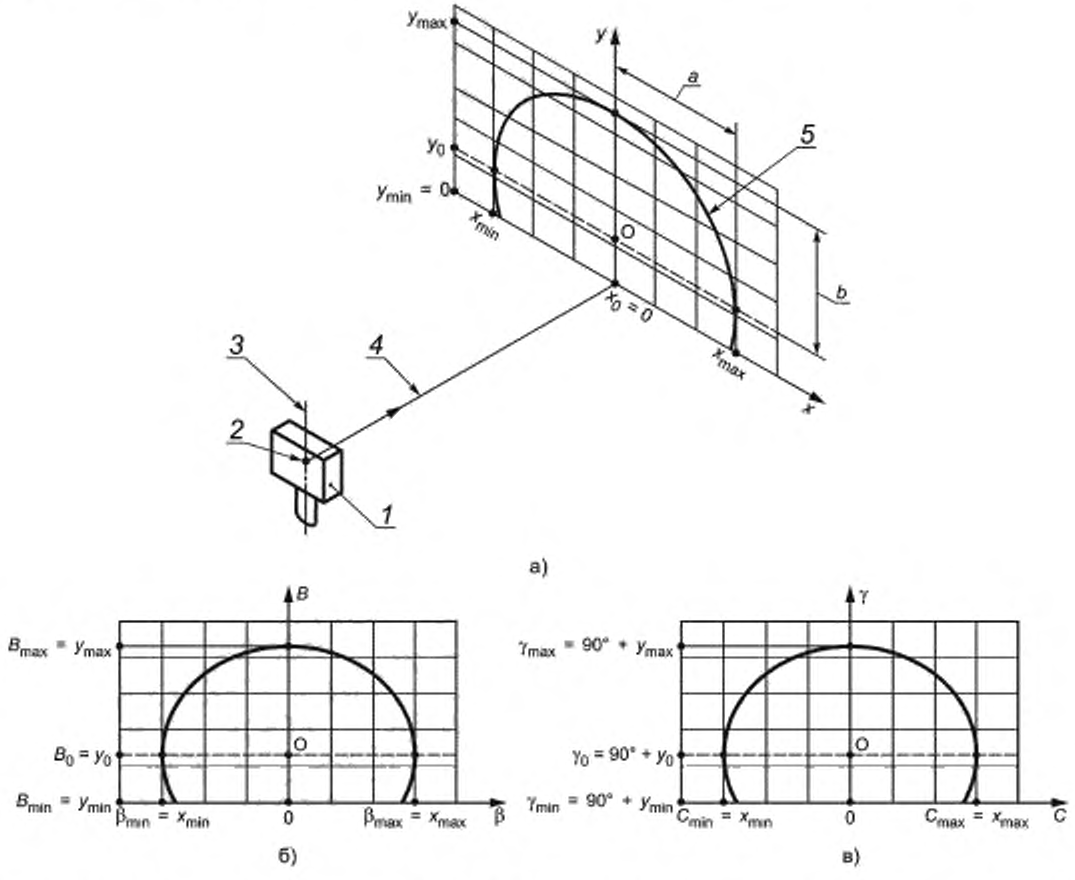
Таблица Г.14 — Значения полуосей эллипсов нормируемых изокандел

Полуось эллипса	Значения полуосей эллипсов, град, изокандел	
	750 кд основной пучок	150 кд
a по горизонтали	5,0	7,0
b по вертикали	4,5	8,5

Приложение Д
(справочное)

Определение диапазонов углов измерения распределения силы света огней

Соотношение граничных углов нормированной изоканделы с соответствующими углами в системах фотометрирования B, β и C, γ представлено на рисунке Д.1.



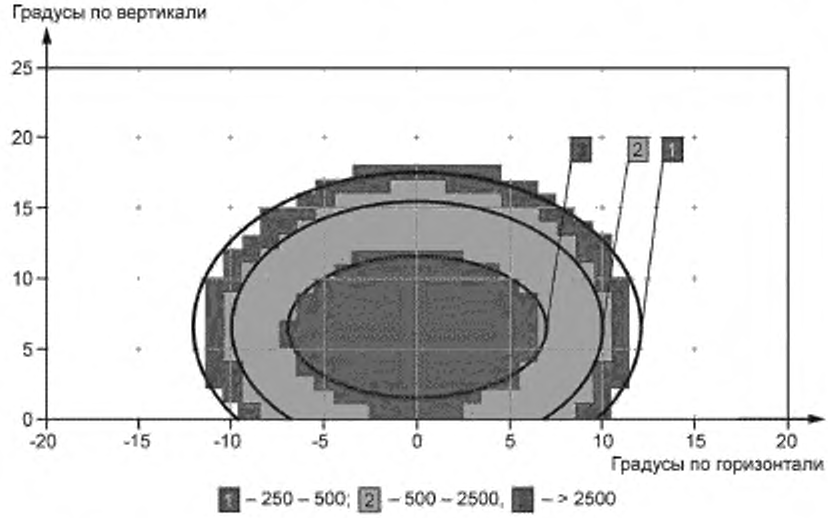
1 — испытуемый огонь; *2*, *3* — фотометрический центр и полярная ось гониофотометра; *4* — фотометрическая ось огня; *5* — нормируемая изокандела в форме эллипса с полуосями *a* и *b* и центром О

Рисунок Д.1 — Соотношение граничных углов нормированной изоканделы (а) с соответствующими углами в системах фотометрирования B, β (б) и C, γ (в)

Приложение Е
(справочное)

Представление результатов измерений распределения силы света огней

Пример представления результатов измерений распределения силы света огней показан на рисунке Е.1.



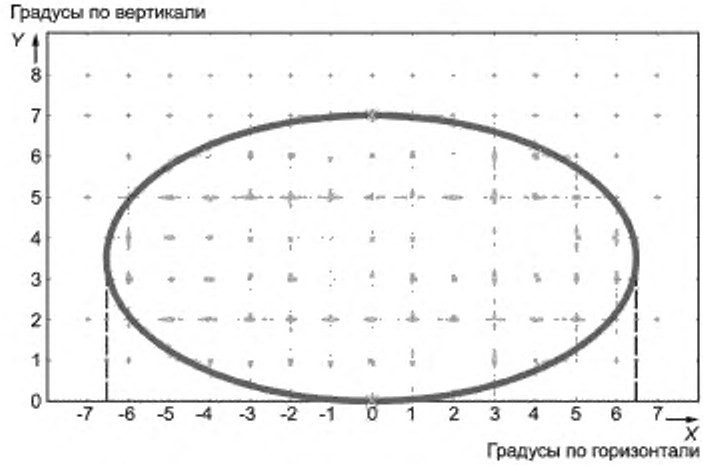
Цветные квадратики с цифрами — диапазоны значений силы света, кд; черные линии — изоканделы, соответствующие границам нормируемых диапазонов

Рисунок Е.1 — Пример представления результатов измерений распределения силы света огней

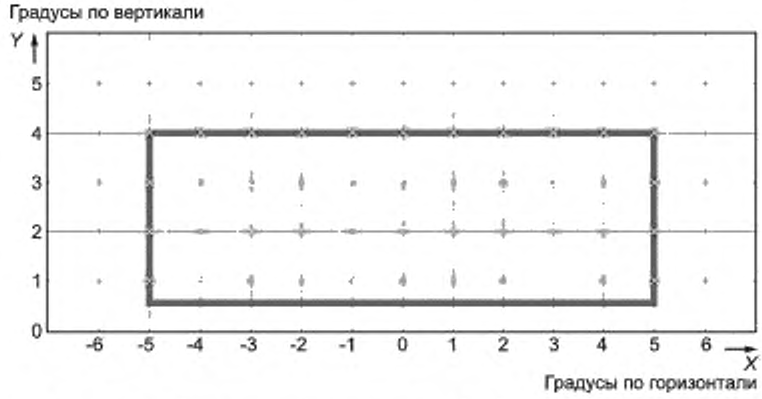
Приложение Ж
(обязательное)

Расположение узлов координатной сетки для вычисления средней силы света основного пучка

Примеры расположения узлов координатной сетки, учитываемых при вычислении средней силы света основного пучка, ограниченного изоканделами в форме эллипса (см. рисунок Ж.1 а) и прямоугольника (см. рисунок Ж.1 б) представлены на рисунке Ж.1.



а — основной пучок ограничен изоканделой в форме эллипса



б — основной пучок ограничен изоканделой в форме прямоугольника

x — узлы координатной сетки, предназначенные для вычисления средней силы света

Рисунок Ж.1 — Примеры расположения узлов координатной сетки

Приложение И
(обязательное)

Диаграмма координат цветности излучения огней

Диаграмма координат цветности излучения огней со светодиодами в соответствии с [7] приведена на рисунке И.1.

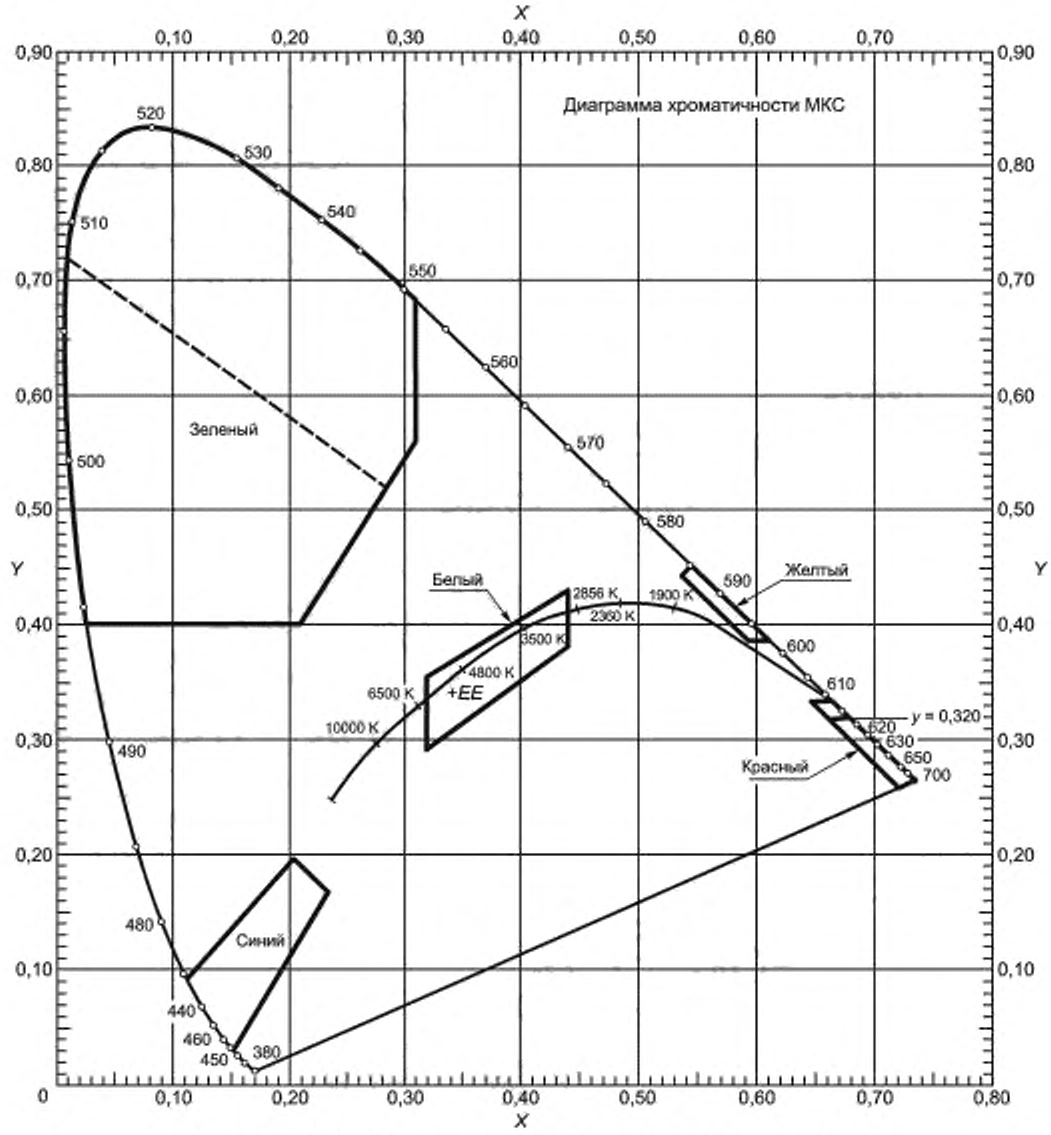


Рисунок И.1 — Диаграмма координат цветности излучения огней

Границы областей координат цветности излучения огней для каждого установленного цвета согласно [7] определяют следующими уравнениями:

а) Красный цвет:

граница пурпурного цвета $y = 0{,}980 - x$,

граница желтого цвета $y = 0{,}335$;

б) Желтый цвет:

граница красного цвета	$y = 0,387$,
граница белого цвета	$y = 0,980 - x$,
граница зеленого цвета	$y = 0,727x + 0,054$;

в) Зеленый цвет:

граница желтого цвета	$x = 0,310$,
граница белого цвета	$x = 0,625y - 0,041$,
граница синего цвета	$y = 0,400$;

г) Синий цвет:

граница зеленого цвета	$y = 1,141x - 0,037$,
граница белого цвета	$x = 0,400 - y$,
граница пурпурного цвета	$x = 0,134 + 0,590y$;

д) Белый цвет или переменно-белый цвет:

граница желтого цвета	$x = 0,440$,
граница синего цвета	$x = 0,320$,
граница зеленого цвета	$y = 0,150 + 0,643x$,
граница пурпурного цвета	$y = 0,050 + 0,757x$.

Библиография

[1] Рекомендации МКО 53:1982 Методы оценки характеристик радиометров и фотометров (Methods of Characterizing the Performance of Radiometers and Photometers)

[2] Рекомендации МКО 69:1987 Методы оценки характеристик люксметров и яркомеров: работа, характеристики, спецификации (Methods of Characterizing Illuminance Meter and Luminance Meter: Performance, Characteristics, Specifications)

[3] Рекомендации МКО 127:2007 Измерения светодиодов (Measurement of LEDs)

[4] Рекомендации МКО 121:1996 Фотометрия и гониофотометрия светильников (The Photometry and Goniophotometry of Luminaires)

[5] Рекомендации МКО 15:1971 Колориметрия (Colorimetry)

[6] Авиационные правила, часть 170 (АП-170, том II), Сертификация оборудования аэродромов и воздушных трасс, том II, Сертификационные требования к оборудованию аэродромов и воздушных трасс

[7] Международные стандарты и рекомендуемая практика ИКАО. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации. Аэродромы. Том I. Проектирование и эксплуатация аэродромов. Издание восьмое, июль 2018 года

УДК 721:535.241.46:006.354 ОКС 91.160

Ключевые слова: аэродромный светосигнальный огонь, система фотометрирования, методы измерений светотехнических характеристик, изокандела, координаты цветности, гониофотометр, измерение силы света, ближняя зона

Редактор *Г.Н. Симонова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 26.08.2021. Подписано в печать 02.09.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,55.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru