

РАСЧЁТ ПРЕЛОМЛЯЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ В ВИДЕ ОТРЕЗКА

Дмитриев А.Ю.¹, Досколович Л.Л.^{1,2}

¹ Учреждение Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН,

² Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Аннотация

Рассмотрен расчёт преломляющей поверхности для формирования диаграммы направленности (ДН) в виде отрезка с заданным распределением интенсивности. Расчёт сведён к решению обыкновенного дифференциального уравнения, разрешённого относительно производной. Рассчитаны преломляющие поверхности, формирующие отрезок с постоянным распределением освещённости и диаграмму направленности в виде отрезка с постоянным распределением интенсивности.

Ключевые слова: геометрическая оптика, преломляющая поверхность, диаграмма направленности, лучи.

Введение

Формирование заданных диаграмм направленности является актуальным для задач лазерной оптики, радиофизики и светотехники. Расчёт оптического элемента для формирования заданной ДН состоит в определении формы преломляющей (отражающей) поверхности оптического элемента из условия, что преломлённые (отражённые) лучи имеют заданные направления.

Для формирования ДН в виде линии, заданной параметрически, разработан ряд методов. В [1-3] приведено общее решение задачи расчёта зеркала для формирования ДН в виде линии. Поверхность зеркала в [1-3] имеет вид огибающей семейства параболоидов вращения. В [4, 5] рассмотрен расчёт зеркала для формирования ДН в виде отрезка.

В [6] рассмотрена конструкция преломляющего оптического элемента для формирования ДН в виде отрезка. В конструкции элемента используются поверхности, работающие по принципу полного внутреннего отражения. Это позволяет достичь высокой энергетической эффективности (порядка 90%). Однако подход [6] эффективен только при формировании ДН в виде отрезка с большим угловым размером (90-100° и больше).

В [7] приведено общее решение задачи расчёта преломляющего элемента для формирования ДН в виде линии. Тем не менее, работа [7] не содержит законченного аналитического решения практически важной задачи формирования ДН в виде отрезка.

В данной работе рассматривается расчёт преломляющей поверхности для формирования ДН в виде отрезка с заданным распределением интенсивности. С использованием специальных криволинейных координат решение данной задачи сведено к решению обыкновенного дифференциального уравнения, разрешённого относительно производной. С помощью предложенного подхода были рассчитаны преломляющие поверхности, формирующие ДН в виде отрезка с постоянной интенсивностью, и отрезок с постоянным распределением освещённости.

1. Расчёт преломляющей поверхности для формирования ДН в виде линии

Для полноты изложения приведём основные результаты, полученные в [7] для задачи расчёта преломляющей поверхности из условия формирования ДН в виде линии. Геометрия задачи представлена на рис. 1. Поверхность Q является границей раздела двух сред с показателями преломления $n_1 = n$ и $n_2 = 1$. Точечный (компактный) источник находится в начале координат в среде с показателем преломления n . Лучи, исходящие из источника, преломляются на поверхности Q . Задача состоит в расчёте формы преломляющей поверхности из условия, что направления преломлённых лучей описываются заданной единичной векторной функцией одного аргумента

$$\mathbf{p}(\sigma) = (p_x(\sigma), p_y(\sigma), p_z(\sigma)), |\mathbf{p}(\sigma)| = 1, \quad (1)$$

где σ – некоторый параметр. Следуя работам [1-7], будем называть функцию (1) ДН в виде линии.

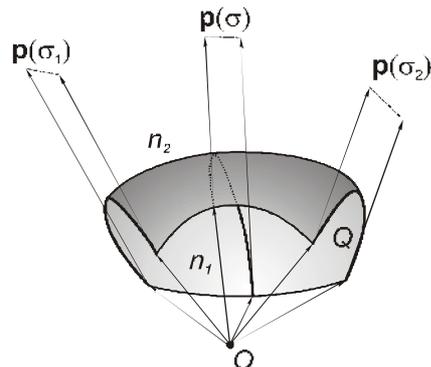


Рис. 1. Геометрия задачи формирования ДН

Преломляющая поверхность имеет вид огибающей семейства поверхностей $S(u, v; \sigma)$, каждая из которых преобразует сферический пучок от источника в плоский пучок с направлением $\mathbf{p}(\sigma)$, где (u, v) – некоторые криволинейные координаты [7] на поверхности. Поверхность $S(u, v; \sigma)$ является эллипсоидом вращения с первым фокусом в начале координат и направлением большой оси $\mathbf{p}(\sigma)$. Огибающая поверхность имеет вид [7]:

$$\begin{cases} \mathbf{S}(u, v; \sigma) = \mathbf{e}(u, v) \cdot \frac{\psi(\sigma)}{1 - (1/n)(\mathbf{e}(u, v), \mathbf{p}(\sigma))}, \\ \left(\mathbf{e}(u, v), \frac{\mathbf{v}(\sigma)}{|\mathbf{v}(\sigma)|} \right) = \cos(\alpha(\sigma)), \end{cases} \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{v}(\sigma) &= \left(\mathbf{p}(\sigma) \frac{d\psi(\sigma)}{d\sigma} - \frac{d\mathbf{p}(\sigma)}{d\sigma} \psi(\sigma) \right), \\ \cos(\alpha(\sigma)) &= n \frac{d\psi(\sigma)}{d\sigma} / |\mathbf{v}(\sigma)|, \end{aligned} \quad (3)$$

$\mathbf{e}(u, v)$ – единичный вектор направления из точки O в точку (u, v) на поверхности, $1/n$ – эксцентриситет эллипсоида, $\psi(\sigma)$ – его фокальный параметр. Второе уравнение в (3) является уравнением кругового конуса с вершиной в начале координат. Таким образом, при фиксированном σ уравнения (2) определяют кривую $\mathbf{L}(u, \sigma)$, которая соответствует пересечению поверхности $\mathbf{S}(u, v; \sigma)$ с конусом

$$(\mathbf{e}(u, v), \mathbf{a}(\sigma)) = \cos(\alpha(\sigma)), \quad (4)$$

где $\mathbf{a}(\sigma) = \mathbf{v}(\sigma) / |\mathbf{v}(\sigma)|$ – единичный вектор оси, а $\alpha(\sigma)$ – угол при вершине конуса. Это позволяет рассматривать поверхность (2) как семейство кривых $\mathbf{L}(u, \sigma)$ по параметру σ , на каждой из которых преломлённые лучи имеют направление $\mathbf{p}(\sigma)$.

Отметим, что вектор $\mathbf{e}(u, v)$ в (2) можно рассматривать как единичный вектор луча. Связав криволинейные координаты с положением луча на конусе, огибающую поверхность можно представить в параметрическом виде:

$$\begin{aligned} \mathbf{S}(u, \sigma) &= \mathbf{e}(u, \sigma) \cdot d(u, \sigma) = \\ &= \mathbf{e}(u, \sigma) \cdot \frac{\psi(\sigma)}{1 - \frac{1}{n}(\mathbf{e}(u, \sigma), \mathbf{p}(\sigma))}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\mathbf{e}(u, \sigma)$ – единичный вектор луча на поверхности конуса, а функция $d(u, \sigma)$ определяет расстояние по направлению $\mathbf{e}(u, \sigma)$ от точечного источника до эллипсоида. Вектор $\mathbf{e}(u, \sigma)$ определён в координатах (u, σ) , где параметр σ определяет конус, а параметр u выделяет луч на поверхности конуса.

Функция $\psi(\sigma)$ в (2), (5) определяет распределение интенсивности вдоль ДН и рассчитывается из условия формирования заданной интенсивности $I(\sigma)$ на ДН. Функция распределения интенсивности $I(\sigma)$ понимается как следующий предел

$$I(\sigma) = \lim_{\Delta\sigma \rightarrow 0} \frac{\Delta\Phi(\sigma)}{\Delta\beta}, \quad (6)$$

где $\Delta\Phi(\sigma)$ – световой поток, направляемый в элемент ДН $\Delta\mathbf{p}(\sigma)$ с угловым размером $\Delta\beta = |\mathbf{dp}(\sigma)/d\sigma| \Delta\sigma$. По построению поверхности световой поток $\Delta\Phi(\sigma)$ равен световому потоку от точечного источника, заключённому между конусами (4) при значениях σ и $\sigma + \Delta\sigma$. Таким образом, получаем

$$I(\sigma) \left| \frac{d\mathbf{p}(\sigma)}{d\sigma} \right| = \int I_0(u, \sigma) \left| \frac{\partial \mathbf{e}(u, \sigma)}{\partial u} \times \frac{\partial \mathbf{e}(u, \sigma)}{\partial \sigma} \right| du, \quad (7)$$

где $I_0(u, \sigma)$ – интенсивность точечного источника. При заданной функции $I(\sigma)$ функция $\psi(\sigma)$ ищется из уравнения (7). Отметим, что функция $\psi(\sigma)$ входит в (7) в неявном виде через выражение для вектора $\mathbf{e}(u, \sigma)$. Более конкретный вид уравнения (7) зависит от выбора параметра u и параметризации единичного вектора $\mathbf{e}(u, \sigma)$ в (5). Согласно уравнениям (3)-(5), уравнение (7) является дифференциальным уравнением второго порядка относительно функции $\psi(\sigma)$.

2. Расчёт преломляющей поверхности для формирования ДН в виде отрезка

ДН в виде отрезка определим в виде [4, 5]

$$\mathbf{p}(\sigma) = (\sin(\beta(\sigma)), 0, \cos(\beta(\sigma))), \quad |\mathbf{p}(\sigma)| = 1, \quad (8)$$

где $\beta(\sigma)$ – угол, который составляет преломлённый луч с осью Oz .

Аналогично [4, 5, 7], предлагается расчёт трёхмерной поверхности $\mathbf{S}(u, \sigma)$ для формирования ДН (2) проводить через расчёт цилиндрического профиля, являющегося сечением поверхности плоскостью $y=0$. Геометрия задачи расчёта цилиндрического профиля $r(\sigma)$ из условия формирования заданной функции лучевого соответствия, определяющей угол преломлённого луча $\beta(\sigma)$ в зависимости от угловой координаты σ падающего луча, представлена на рис. 2.

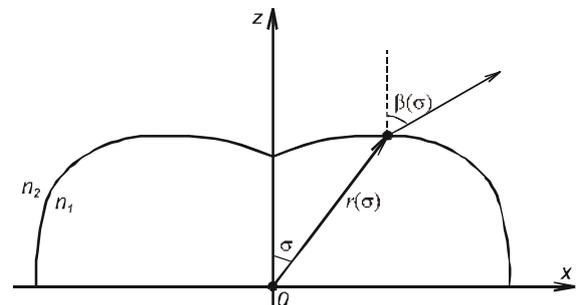


Рис. 2. Цилиндрический профиль

Функция радиус-вектора профиля $r(\sigma)$ определяется из дифференциального уравнения, разрешённого относительно производной [8, 9]

$$\frac{dr(\sigma)}{d\sigma} = -r(\sigma) \frac{\sin(\sigma - \beta(\sigma))}{n - \cos(\sigma - \beta(\sigma))}. \quad (9)$$

Функция $\psi(\sigma)$ определяется в виде [7]:

$$\psi(\sigma) = r(\sigma) \cdot \left(1 - \frac{1}{n} \cos(\sigma - \beta(\sigma)) \right). \quad (10)$$

Ранее было показано, что поверхность $\mathbf{S}(u, \sigma)$ может быть рассмотрена как семейство кривых $\mathbf{L}(u, \sigma)$, которые являются пересечениями эллипсоидов с конусами. В рассматриваемом случае косинус угла при вершине конуса в (2)-(4) и единичный вектор оси находятся из геометрии задачи в виде:

$$\cos(\alpha(\sigma)) = \frac{n \sin(\sigma - \beta(\sigma))}{\sqrt{n^2 - 2n \cos(\sigma - \beta(\sigma)) + 1}}, \quad (11)$$

$$\mathbf{a}(\sigma) = (\sin(\tau(\sigma)), 0, \cos(\tau(\sigma))), \quad (12)$$

где $\tau(\sigma) = \alpha(\sigma) + \sigma$.

Проведём расчёт функции $\beta(\sigma)$ из условия формирования заданной интенсивности $I(\sigma)$ на основе закона сохранения светового потока с учётом френелевских потерь:

$$I(\sigma) \frac{d\beta}{d\sigma} = \int I_0(u, \sigma) T(u, \sigma) \times \left| \frac{\partial \mathbf{e}(u, \sigma)}{\partial u} \times \frac{\partial \mathbf{e}(u, \sigma)}{\partial \sigma} \right| du, \quad (13)$$

где $T(u, \sigma)$ – коэффициент пропускания Френеля для неполяризованного света, $\mathbf{e}(u, \sigma)$ – единичный вектор луча на поверхности конуса с параметрами (11), (12). Коэффициент пропускания Френеля $T(u, \sigma)$ для неполяризованного света равен среднему арифметическому коэффициентов пропускания для базовых поляризаций (случай, когда вектор электрического поля перпендикулярен или параллелен плоскости падения) и зависит от углов падения $\theta_i(\sigma)$ и преломления $\theta_t(\sigma)$ луча [10]:

$$T(u, \sigma) = (T_{\parallel}(u, \sigma) + T_{\perp}(u, \sigma)) / 2, \quad (14)$$

$$T_{\perp}(u, \sigma) = \frac{n_2 \cos(\theta_t)}{n_1 \cos(\theta_i)} \left| \frac{2n_1 \cos(\theta_i)}{n_2 \cos(\theta_i) + n_1 \cos(\theta_t)} \right|^2, \quad (15)$$

$$\mathbf{e}(u, \sigma) = \begin{pmatrix} \sin(\alpha(\sigma)) \sin(\tau(\sigma)) \cos(u) + \cos(\alpha(\sigma)) \cos(\tau(\sigma)) \\ \sin(u) \sin(\alpha(\sigma)) \\ -\sin(\alpha(\sigma)) \cos(\tau(\sigma)) \cos(u) + \cos(\alpha(\sigma)) \sin(\tau(\sigma)) \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Подставив (20) в (13) и проведя преобразования, получим

$$I(\beta(\sigma)) \frac{d\beta(\sigma)}{d\sigma} = \int_0^{g(\sigma)} I_0(u, \sigma) \times \sin(\alpha(\sigma)) \left(\frac{d\alpha(\sigma)}{d\sigma} - \cos(u) \frac{d\tau(\sigma)}{d\sigma} \right) du, \quad (21)$$

где верхний предел интегрирования $g(\sigma)$ есть некоторая функция, определяющая размер поверхности по переменной u .

Из (11) и (21) получим для расчёта функции $\beta(\sigma)$ дифференциальное уравнение первого порядка, разрешённое относительно производной:

$$\frac{d\beta(\sigma)}{d\sigma} = \frac{W(u, \sigma, \beta(\sigma)) + F_2(u, \sigma)}{-W(u, \sigma, \beta(\sigma)) - I(\beta(\sigma)) / \sin(\alpha(\sigma))}, \quad (22)$$

где

$$W(u, \sigma, \beta(\sigma)) = K(\sigma, \beta(\sigma)) [F_1(u, \sigma) - F_2(u, \sigma)], \quad (23)$$

$$K(\sigma, \beta(\sigma)) = \frac{(1 - \varepsilon^2 \cos(\sigma - \beta(\sigma)))}{1 - 2\varepsilon \cos(\sigma - \beta(\sigma)) + \varepsilon^2}, \quad (24)$$

$$F_1(u, \sigma) = \int_0^{g(\sigma)} I_0(u, \sigma) T(u, \sigma; \beta(\sigma)) du, \quad (25)$$

$$F_2(u, \sigma) = \int_0^{g(\sigma)} I_0(u, \sigma) T(u, \sigma; \beta(\sigma)) \cos(u) du. \quad (26)$$

$$T_{\parallel}(u, \sigma) = \frac{n_2 \cos(\theta_t)}{n_1 \cos(\theta_i)} \left| \frac{2n_1 \cos(\theta_i)}{n_1 \cos(\theta_i) + n_2 \cos(\theta_t)} \right|^2. \quad (16)$$

Величины $\cos(\theta_i(\sigma))$ и $\cos(\theta_t(\sigma))$ в (15), (16) можно получить в виде:

$$\cos(\theta_i(u, \sigma)) = (\mathbf{h}_n(u, \sigma), \mathbf{e}(u, \sigma)), \quad (17)$$

$$\cos(\theta_t(u, \sigma)) = \sqrt{1 - \frac{n_1^2}{n_2^2} \sin^2(\theta_i(u, \sigma))}, \quad (18)$$

где

$$\mathbf{h}_n(u, \sigma) = \frac{\mathbf{p}(\sigma) - (n_1/n_2) \mathbf{e}(u, \sigma)}{|\mathbf{p}(\sigma) - (n_1/n_2) \mathbf{e}(u, \sigma)|} \quad (19)$$

– нормаль к поверхности в точке преломления луча. Выражения (17), (18) получены из закона Снеллиуса по известным векторам падающего $\mathbf{e}(u, \sigma)$ и преломлённого $\mathbf{p}(\sigma)$ лучей.

Определим параметр u в (5) как полярный угол в плоскости, перпендикулярной оси конуса. Угол u описывает положение точки на окружности в основании конуса и отсчитывается от плоскости XOZ . В этом случае единичный вектор луча на поверхности конуса имеет вид:

Формулы (5), (9), (10), (20), (22) представляют законченное решение задачи формирования ДН вида (8). С точки зрения численной реализации, расчёт поверхности сводится к решению обыкновенных дифференциальных уравнений (9), (22), разрешённых относительно производной. При этом начальное условие для (22) – $\beta(0) = 0$, а начальное условие для (9) – $r(0) = \forall$, т.к. это влияет только на размер поверхности Q , но не на её форму.

С использованием полученных формул была рассчитана преломляющая поверхность для формирования ДН в виде отрезка с угловым размером 150° , т.е. $\sigma \in [-75^\circ; +75^\circ]$. Показатель преломления материала поверхности $n = 1,5$; $r(0) = 10$. Расчёт производился для ламбертовского источника, излучающего в полусферу $z > 0$. Рассчитанная поверхность представлена на рис. 3. Максимальные размеры поверхности вдоль осей координат Ox , Oy , Oz составляют 22,3 мм, 10,4 мм и 10 мм, соответственно.

Для подтверждения правильности расчётов было выполнено моделирование работы оптического элемента на рис. 3 с использованием специализированной программы по светотехнике TracePro [11]. На рис. 4 приведено расчётное распределение интенсивности, формируемое при компактном ламбертовском источнике с диаметром 0,5 мм.

Результат моделирования показывает высокое качество ДН и подтверждает правильность и работоспособность предложенного метода расчёта.

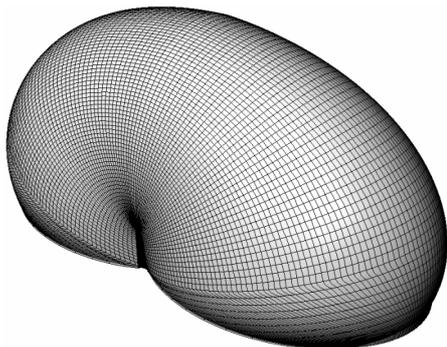


Рис. 3. Преломляющая поверхность для формирования ДН в виде отрезка с угловым размером 150°

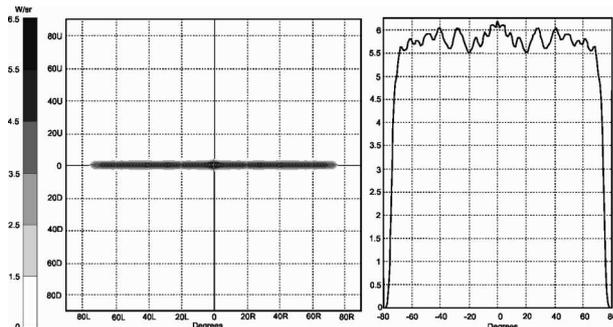


Рис. 4. Распределение интенсивности вдоль ДН, формируемой поверхностью на рис. 3

Во многих задачах светотехники требуется формирование не ДН, а некоторого распределения освещённости в плоскости. Предложенный в работе метод был применён для решения задачи формирования отрезка с равномерной освещённостью в плоскости. В случае, когда размерами поверхности по сравнению с расстоянием до этой плоскости можно пренебречь, для формирования отрезка необходимо, чтобы преломляющая поверхность формировала ДН следующего вида:

$$I(\beta) = E_0 \frac{1}{\cos^2(\beta)}, \quad (27)$$

где E_0 – константа.

В качестве примера была рассчитана поверхность для формирования освещённости в виде равномерного отрезка размером 20 м в плоскости, находящейся на расстоянии 3 м от источника. Рассчитанная поверхность приведена на рис. 5. Максимальные размеры поверхности вдоль осей координат Ox , Oy , Oz составляют 35,8 мм, 16,2 мм и 11,3 мм, соответственно.

На рис. 6 приведён результат моделирования работы рассчитанной поверхности в программе TracePro. Результат моделирования показывает высокое качество формируемого отрезка.

Заключение

Задача расчёта преломляющей поверхности для формирования ДН в виде отрезка с заданным распределением интенсивности сведена к решению обыкновенного дифференциального уравнения, разрешённого относительно производной. Проведён расчёт преломляющей поверхности для формирова-

ния ДН в виде равномерного отрезка с угловым размером 150°. С использованием предложенного метода проведён расчёт преломляющей поверхности для формирования распределения освещённости в плоскости в виде отрезка.

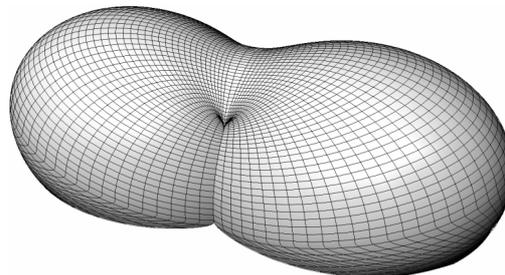


Рис. 5. Поверхность для формирования распределения освещённости в виде равномерного отрезка

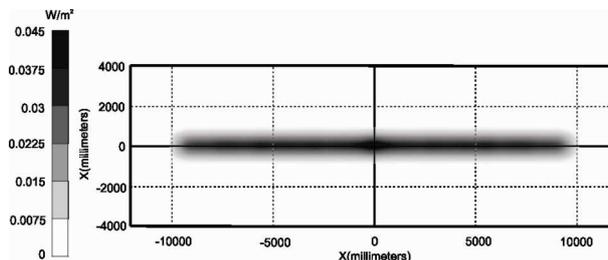


Рис. 6. Распределение освещённости в плоскости, формируемое поверхностью на рис. 5

Благодарности

Работа выполнена при поддержке российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (грант CRDF PG08-014-1), Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ 09-07-12147-офи_м), гранта Президента РФ поддержки ведущих научных школ (НШ-7414.2010.9).

Литература

1. Досколович, Л.Л. Расчёт зеркала для формирования однопараметрической диаграммы направленности / Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский // Автотметрия. – 2004. – Т. 40, № 5. – С. 104-111.
2. Doshkolovich, L.L. Designing reflectors to generate a line-shaped directivity diagram / L.L. Doshkolovich, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, P. Perlo, S. Bernard // Journal of Modern Optics. – 2005. – V. 52, No. 11. – P. 1529-1536.
3. Досколович, Л.Л. Расчёт формы поверхности зеркал для формирования изображения в виде линии / Л.Л. Досколович, С.И. Харитонов // Оптический журнал. – 2005. – Т. 72, № 4. – С. 34.
4. Doshkolovich, L.L. Designing a mirror to form a line-shaped directivity diagram / L.L. Doshkolovich, N.L. Kazanskiy, S. Bernard // Journal of Modern Optics. – 2007. – V. 54, No. 4. – P. 589-597.
5. Досколович, Л.Л. Расчёт зеркала для формирования диаграммы направленности в виде отрезка / Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский, М.А. Тренина // Автотметрия. – 2006. – Т. 42, № 4. – С. 67-75.
6. Досколович, Л.Л. Расчёт преломляющего оптического элемента, формирующего диаграмму направленности в виде отрезка / Л.Л. Досколович, М.А. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2008. – Т. 32, № 4. – С. 366-369.
7. Дмитриев, А.Ю. Расчёт преломляющей поверхности для формирования диаграммы направленности в виде

- линии / А.Ю. Дмитриев, Л.Л. Досколович // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 3. – С. 297-301.
8. **Elmer, W.B.** Optical design of reflectors / W.B. Elmer. – N.Y.: Wiley, 1985.
 9. **Досколович, Л.Л.** Расчёт радиально-симметричных преломляющих поверхностей с учётом френелевских потерь / Л.Л. Досколович, М.А. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2008. – Т. 32, № 2. – С. 201-203.
 10. **Борн, М.** Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – М.: Наука, 1973.
 11. http://www.lambdaires.com/software_products/tracepro/

References

1. **Doskolovich, L.L.** Designing reflectors to generate a line-shaped directivity diagram / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy // Avtometriya. – 2004. – V. 40, No. 5. – P. 104-111. – (in Russian).
2. **Doskolovich, L.L.** Designing reflectors to generate a line-shaped directivity diagram / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, P. Perlo, S. Bernard // Journal of Modern Optics. – 2005. – V. 52, No. 11. – P. 1529-1536.
3. **Doskolovich, L.L.** Designing a mirror to form a line-shaped directivity diagram / L.L. Doskolovich, S.I. Kharitonov // Optics journal. – 2005. – V. 72, No. 4. – P. 34. – (in Russian).
4. **Doskolovich, L.L.** Designing a mirror to form a line-shaped directivity diagram / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, S. Bernard // Journal of Modern Optics. – 2007. – V. 54, No. 4. – P. 589-597.
5. **Doskolovich, L.L.** Designing a mirror to form a line-segment directivity diagram / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, M.A. Trenina // Avtometriya. – 2006. – V. 42, No. 4. – P. 67-75. – (in Russian).
6. **Doskolovich, L.L.** Designing a refractive elements to form a line-segment directivity diagram / L.L. Doskolovich, M.A. Moiseev // Computer Optics. – 2008. – V. 32, No. 4. – P. 366-369. – (in Russian).
7. **Dmitriev, A.Yu.** Designing of reafrecting surface to generate a line-shaped directivity diagram / A.Yu. Dmitriev, L.L. Doskolovich // Computer Optics. – 2010. – V. 34, No. 3. – P. 297-301. – (in Russian).
8. **Elmer, W.B.** Optical design of reflectors / W.B. Elmer. – N.Y.: Wiley, 1985.
9. **Doskolovich, L.L.** Designing a radial-symmetric refractive elements taking into account Fresnel losses / L.L. Doskolovich, M.A. Moiseev // Computer Optics. – 2008. – V. 32, No. 2. – P. 201-203. – (in Russian).
10. **Born, M.** Principles of optics / M. Born, E. Wolf. – Moscow: "Nauka" Publisher, 1973. – (in Russian).
11. http://www.lambdaires.com/software_products/tracepro/

DESIGN OF REFRACTING SURFACE TO GENERATE A LINE-SEGMENT DIRECTIVITY DIAGRAM

A. Yu. Dmitriev¹, L.L. Doskolovich^{1,2}

¹Image Processing Systems Institute of the RAS,

²S. P. Korolyov Samara State Aerospace University

Abstract

A method of designing a refracting surface to generate a directivity diagram represented as a vector function of one argument is presented. A design of a refracting surface that generates a line-segment directivity diagram with specified intensity distribution is reduced to solving of a first-order differential equation solved for the derivative. We design a refracting surface to generate a wide angle size line-segment directivity diagram.

Key words: geometric optics, refractive freeform surface, directivity diagram, rays.

Сведения об авторах



Дмитриев Антон Юрьевич, стажёр-исследователь Учреждения Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН. Учёной степени не имеет. Область научных интересов: геометрическая оптика, дифракционная оптика.

E-mail: tonydm@yandex.ru

Anton Yurievich Dmitriev, apprentice-researcher of the Image Processing Systems Institute of the RAS. Academic degree: none. Research interests: geometric optics, diffraction optics.



Досколович Леонид Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва; ведущий научный сотрудник Учреждения Российской академии наук Институт систем обработки изображений РАН. Область научных интересов: дифракционная оптика, лазерные информационные технологии, нанофотоника.

E-mail: leonid@smr.ru

Leonid Leonidovich Doskolovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences; Professor of the Samara State Aerospace University named after S.P. Korolyov. Leading researcher of the Image processing systems institute of the RAS. Research interests: diffraction optics, laser information technologies, nanophotonics.

Поступила в редакцию 10 ноября 2010 г.