

Ю.И. Терентьев

**ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ГЛУБИНЫ
ОБЛАСТИ ОТКЛОНЕНИЯ КРАЕВЫХ ЛУЧЕЙ СВЕТА**

На основании экспериментов по дифракции параллельного светового пучка на толстом экране сделана оценка глубины области, расположенной над поверхностью различных тел, в которой происходит отклонение падающего света по обе стороны от первоначального направления распространения.

В работе [1] были получены новые данные о краевых лучах света. Благодаря им осуществлено количественное описание дифракционных картин от экрана [2], щели [3], а также интенсивности на оси пучка, ограниченного щелью переменной ширины, [4] на основе интерференции краевых лучей между собой либо с падающим светом.

Согласно [3], источником краевого света является в основном область у края экрана. При сопоставлении данного факта с экспериментами, свидетельствующими о существовании над поверхностью тел зоны отклонения световых лучей [5–8], становится очевидным, что помимо рассеяния падающего света на крае экрана причиной появления краевых лучей является отклонение падающих лучей по обе стороны от первоначального направления распространения в указанной зоне.

Осознание этого позволило произвести оценку глубины зоны отклонения с помощью экспериментов по дифракции света на толстом экране.

Как показано в [9], при замене стоящего на пути расходящегося светового пучка от узкой щели тонкого экрана (лезвия) толстым происходит резкое усиление интенсивности дифракционных полос, объясняющееся увеличением интенсивности интерферирующих с падающим светом краевых лучей, за счет наложения без разности фаз на краевые лучи, распространяющиеся от экрана, краевых лучей, первоначально распространявшихся в сторону экрана (в область тени, если бы экран был тонким), но после отражения от него изменивших направление движения. В этом случае результирующая интенсивность краевых лучей по данным табл. 1 [9] в 3,5 – 4 раза превышает интенсивность краевого света от тонкого экрана в максимумах различных порядков.

Иная картина наблюдается при дифракции на толстом экране параллельного пучка, схема которой приведена на рисунке. Здесь экран (прямоугольная стеклянная призма с длиной катетных граней, равной 10,6 мм) развернут относительно падающего пучка на угол $i = 0,075^\circ$ для перехода падающих лучей 1, 2 в краевые 1', 2' в области переднего ребра A в таких же условиях, как это имеет место в экспериментах с расходящимся падающим пучком.

Таблица 1

Полоса	$\lambda = 0,53 \text{ мкм}; L = 99,5 \text{ мм}$							
	$h_3, \text{ мм}$	$J_c, \text{ отн. ед.}$	J_d/J_c	J_{II}/J_c	$J_{г.п.}/J_{г.л.}$	δ'	$p, \text{ мкм}$	$K_{4'1'}$
max ₁	0,191	38,55	1,42	1,55	1,634	11,1	34	0,51
max ₂	0,376	24,51	1,26	1,41	2,43	–	–	0,85
max ₃	0,489	15,89	1,24	1,42	2,84	21,4	65	1,14
max ₄	0,586	10,15	1,25	1,42	2,655	–	–	1,42
max ₅	0,667	6,25	1,26	1,55	3,36	27,3	83	1,68
max ₆	0,737	3,79	1,33	1,575	2,7	–	–	2,08
max ₇	0,806	2,2	–	1,69	2,67	–	–	–

Результаты экспериментов приведены в табл. 1, где h_3 – экспериментальные значения расстояния от полос дифракционной картины до границы тени; J_{Π}, J_{Δ} – интенсивности полос соответственно при толстом и тонком экранах; J_c – интенсивность падающего света в плоскости наблюдения дифракционной картины; $J_{г.п}, J_{г.л}$ – интенсивности краевых лучей в дифракционных полосах соответственно от призмы и лезвия; p – расстояние от заднего ребра призмы B до краевых лучей I' ; ε – угол отклонения краевых лучей от первоначального направления; $\delta = (i + \varepsilon)$. Согласно им, усиление результирующей интенсивности краевых лучей в рассматриваемой схеме дифракции сильно зависит от порядка полос и имеет наименьшую величину в \max_1 , несмотря на те же условия их образования и, следовательно, то же усиление лучей I' лучами $2'$, как при расходящемся падающем пучке.

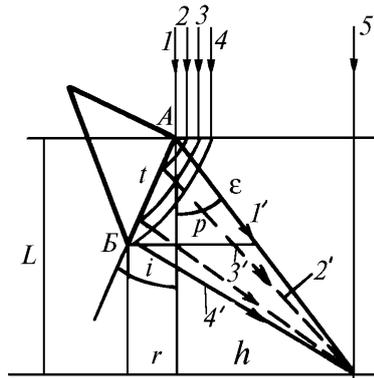


Схема дифракции параллельного пучка света на толстом экране

Значит, при последующем распространении в пределах призмы лучи I' и $2'$ испытывают ослабляющее воздействие. Его источником является в основном область у заднего ребра призмы, так как эксперименты показали, что зона отклонения над толстым экраном наиболее эффективна вблизи его ребер. Причина ослабления лучей I' и $2'$, по-видимому, состоит в их рассеянии и изменении разности фаз между ними в процессе отклонения в зоне ребра B .

В случае расходящегося пучка полосы дифракционной картины находятся в $\sqrt{(L + t)/l}$ раз на большем расстоянии от границы тени по сравнению с их положением при параллельном пучке, когда значения L одинаковы [1]. При этом вследствие соответственного увеличения углов $\varepsilon = 57,3^\circ h/L$, приводящего к росту p , краевые лучи $I', 2'$ распространяются в более слабой части зоны ребра B и менее подвергаются ослаблению.

Достоверность изложенного подтверждается ростом усиления результирующей интенсивности краевых лучей (например, в первом максимуме дифракционной картины (табл. 2)) с увеличением p при увеличении i до некоторого значения, происходящего несмотря на уменьшение интенсивности падающих на грань призмы и отражающихся от нее лучей $2'$, обусловленное увеличением угла их отклонения от направления движения прямопроходящего света и обратно пропорциональной зависимостью амплитуды краевых лучей от угла отклонения.

Таблица 2

Полоса	$\lambda = 0,53 \text{ мкм}; L = 99,5 \text{ мм}$							
	$h_3, \text{ мм}$	$J_c, \text{ отн. ед.}$	J_{Δ}/J_c	i'	$p, \text{ мкм}$	J_{Π}/J_c	$J_{г.п}/J_{г.л}$	$K_{4'1'}$
\max_1	0,191	38,55	1,42	0	19	1,53	1,55	-0,61
\max_1	0,191	38,55	1,42	4,5	34	1,55	1,634	0,51
\max_1	0,191	38,55	1,42	9	47,6	1,58	1,82	0,63
\max_1	0,191	38,55	1,42	13,5	61,4	1,59	1,87	0,76

Зависимость усиления результирующей интенсивности краевых лучей $I', 2'$ от зоны ребра B четко прослеживается также по ее уменьшению, например в \max_1 , с уменьшением p из-за увеличения L (табл. 3).

Таблица 3

Полоса	$\lambda = 0,53$ мкм; $i = 9'$						
	L , мм	h , мм	J_c , отн. ед.	$J_{1'}/J_c$	$J_{г.л.}/J_{г.л.}$	p , мкм.	$K_{4'1'}$
max ₁	99,5	0,191	38,55	1,583	1,821	47,6	0,631
max ₁	279,5	0,32	41,4	1,54	1,397	39,5	0,466

Помимо краевых лучей $1'$, $2'$ на падающий свет накладываются отклоняемые в зоне ребра B лучи $3'$, отклоненные первоначально на грань в зоне ребра A и отразившиеся от грани вблизи ребра B , а также лучи $4'$, не успевшие упасть на призму после отклонения у ребра A и отклонившиеся в зоне ребра B в освещенную область. Однако они не являются причиной рассматриваемого ослабления результирующей интенсивности краевого света. В этом нетрудно убедиться на основании следующих соображений. Благодаря потере полуволны при отражении, лучи $3'$ ослабляют лучи $4'$. Как показывают эксперименты с чернением грани сажей [9], поглощающей лучи $3'$, остаточный поток сравнительно мал и представлен лучами $4'$. Существующая между ними и лучами $1'$ разность хода, характеризующаяся числом $\lambda/2$, определяется выражением

$$K_{4'1'} = \frac{(r^2 + 2hr)L + h^2t + 0,31\lambda L(L-t)}{\lambda L(L-t)},$$

где коэффициент 0,31 учитывает запаздывание луча $4'$ на $0,31\lambda/2$ во время отклонения его в зоне ребра A [1].

Согласно приведенным таблицам, значения разности хода не оказывают заметного влияния на рост усиления результирующей интенсивности краевых лучей. Рассматриваемые лучи наблюдаются также в случае дифракции расходящегося пучка, тем не менее их влияние на усиление результирующей интенсивности не ощущается.

Судя по данным таблиц, наибольшему усилению результирующей интенсивности краевых лучей в max₁ соответствует $p = 61,4$ мкм, а наибольшее усиление ее с ростом порядка полос происходит при $p = 83$ мкм (max₅). Эти значения p дают ориентировочное представление о глубине зоны отклонения света, являющейся, как видно, во много раз большей λ .

1. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1989. Т. 2. N 11. С. 1141–1146.
2. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1989. Т. 2. N 11. С. 1147–1153.
3. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1990. Т. 3. N 9. С. 965–975.
4. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1991. Т. 4. N 4. С. 353–363.
5. Терентьев Ю. И. // Изв. вузов. Физика. 1977. N 8. С. 48–54.
6. Терентьев Ю. И. // Изв. вузов. Физика. 1987. N 12. С. 55–58.
7. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1988. Т. 1. N 1. С. 130–133.
8. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1988. Т. 1. N 2. С. 111–112.
9. Терентьев Ю. И. // Оптика атмосферы. 1991. Т. 4. N 5. С. 462–467.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
18 декабря 1992 г.

Yu. I. Terent'ev. **On the Experimental estimation of the Depth of the Edge Rays Deflection Regions.**

From the experiments on diffraction of a parallel light beam on a thick screen an estimation of the depth of a region over surfaces of different bodies, where the incident light diverges from the initial direction, is made.