

Отклонение световых лучей физическими телами без контакта светового пучка с ними

Ю.И. Терентьев*

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Поступила в редакцию 1.08.2008 г.

Обнаружено отклонение световых лучей физическими телами без контакта с ними светового пучка, свидетельствующее о существовании взаимодействия фотонов с телами на расстоянии.

Ключевые слова: краевой свет, зона отклонения, дифракция света, фотон, взаимодействие; edge light, deflection zone, diffraction, photon, interaction.

Согласно строгому решению задачи дифракции Зоммерфельдом [1], краевой свет представляет собой, по сути, отраженный от края экрана свет. Однако приведенные в [2] результаты экспериментальных исследований показали, что край экрана не является единственным источником краевого света. Его основная часть образуется в области (зоне отклонения) над экраном, в которой происходит отклонение световых лучей приблизительно в равных количествах от экрана и на экран, независимо от того, является ли экран проводником или диэлектриком. Представление о ширине данной области и характере отклонения лучей в ней дает установленная экспериментально в [3, 4] зависимость

$$\varepsilon = 259,5 \frac{\lambda}{0,53} / (h_3 + 0,786) = 489,623\lambda / (h_3 + 0,786), \quad (1)$$

где ε — углы отклонения краевых лучей, мин; h_3 — расстояние от первоначальной траектории луча до экрана в зоне отклонения, мкм; 0,53 мкм — длина волны зеленого света; 0,786 — константа, мкм.

Рассчитанные в [4, 5], на основе данной зависимости и образования дифракционной картины от экрана вследствие интерференции краевого света с падающим, значения расстояний от полос до границы геометрической тени практически совпадают с их значениями по теории Френеля. Это обстоятельство наглядно свидетельствует о возможности получения, в частности, одинаковых результатов при различном объяснении сущности явления.

С использованием формулы (1) в [6] получены выражения, характеризующие интенсивность света в области тени экрана в близком соответствии с ее экспериментальными значениями и устанавливающие границы линейной зависимости амплитуды краевого света от $\text{tg}\varepsilon$, обнаруженной в [7].

В работе [8] экспериментально установлен действительный характер распределения интенсивности света по ширине изображения щели, сформированного ограниченным световым пучком, при освещении щели плоской монохроматической волной, принципиально отличающийся от его характера по классическим представлениям и проявляющийся в возникновении максимумов и минимумов интенсивности в центре и по ширине изображения с увеличением ширины щели и апертуры, вместо ее монотонного роста до установившегося значения. Применение формулы (1) позволило получить в [9] выражения, определяющие условия появления max и min в соответствии с экспериментом.

Известны две точки зрения, которые, казалось бы, можно привлечь для объяснения существования над поверхностью тел зоны отклонения: это гипотеза Ньютона о возможном взаимодействии световых частиц с телами на расстоянии [10], приводящем к их отклонению от первоначального направления, и предположение Юнга, Малюженца о диффузии амплитуды вдоль волнового фронта [11].

Противоречие диффузионной гипотезы экспериментальным фактам [2], отклонение краевых лучей на расстояниях от экрана во много раз больше λ на значительные углы, нереальность существования в области возникновения краевого света,

* Юрий Иванович Терентьев (bee@iao.ru).

из-за малой плотности воздуха, градиента показателя преломления, способного вызывать отклонение лучей на углы, характеризующие приведенной зависимостью, по-видимому, свидетельствуют о наличии истины в гипотезе Ньютона. С признанием этого становится ясной причина отклонения лучей в зоне отклонения, если понимать под лучом света траекторию, по которой распространяется световой квант (фотон) совместно со связанной с ним элементарной световой волной [12], а зону отклонения отождествлять с областью заметного действия сил между телом и фотонами.

Существование данных сил подтверждается осуществленным в [13] значительным ослаблением относительной интенсивности света в максимумах и ее усилением в минимумах дифракционной картины от практически непрозрачных экранов в случае уменьшения толщины края экрана или плотности вещества в нем до малых значений, при использовании в качестве экрана алюминиевой пленки толщиной $5,4 \cdot 10^{-2}$ мкм и слоя сажи толщиной 70 мкм. Происходящее при этом уменьшение углов отклонения и количества отклоненных лучей в области края экрана является естественным следствием зависимости отклоняющих сил (при их существовании) от количества вещества экрана в пределах его взаимодействия с фотонами.

Существование рассматриваемых сил подтверждается также почти полным ослаблением дифракции света на экране посредством уменьшения относительного показателя преломления сопряженных сред до единицы в случае использования в качестве экрана пластинок из оптических поглощающих стекол СС8, ТС2, ТС3, НС12, находящихся в различных прозрачных жидкостях [14], и ослаблением дифракции света, проходящего через щель между пластинками из сильнопоглощающего стекла НС12 при равном единице относительном показателе преломления [15]. Последнее характеризуется полным исчезновением боковых дифракционных полос, многократным уменьшением ширины дифракционной картины, уменьшением в 2,5 раза ширины центрального максимума и увеличением в 3,5 раза максимальной интенсивности в нем.

Как легко понять, в данных экспериментах отклонение световых лучей происходит в результирующей зоне отклонения, состоящей из перекрывающихся зон противоположно расположенных экрана и сопряженной среды, под действием результирующей противоположно направленных сил, обуславливающих уменьшение количества краевых лучей и углов их отклонения, усиливающееся с уменьшением различия в оптических плотностях сопряженных сред.

Принадлежа к единому целому, волновые и корпускулярные свойства света не могут быть изолированными друг от друга. Поэтому любое вызываемое им явление должно быть результатом

совместного проявления этих свойств, каждое из которых ответственно за разные стороны явления. Так, в дифракционных явлениях волновые свойства обуславливают возникновение дифракционных полос вследствие интерференции краевого света с падающим. Существование же света в виде корпускул-фотонов, способных взаимодействовать с телами на расстоянии, приводит к возникновению краевого света.

На основании [14] сила, действующая на фотон со стороны экрана, и импульс силы не зависят от его массы, частоты света ν и при $h_3 \gg 0,786$ уменьшаются обратно пропорционально h_3 ; угол отклонения краевых лучей обратно пропорционален ν .

Поэтому с ростом ν происходит сужение зоны отклонения, в пределах которой краевые лучи отклоняются в прежнем диапазоне углов, приводящее к ослаблению краевого потока и, следовательно, к известному ослаблению дифракции света с увеличением ν .

Согласно вышеизложенному существование зоны отклонения — основного источника краевого света, ослабление краевого света при уменьшении толщины и плотности вещества экрана до малых значений, при равенстве единице относительного показателя преломления сопряженных сред и росте ν естественно объясняются существованием сил, действующих на фотоны со стороны экрана. Однако перечисленные факты обнаружены при нахождении экранов в световом пучке, поэтому решающим доказательством существования рассмотренных сил является отклонение световых лучей без контакта светового пучка с экраном.

Осуществленные с этой целью эксперименты проводились по схеме (рис. 1), где S — щель шириной $t_1 = 30$ мкм, освещаемая параллельным пучком зеленого света $\lambda = 0,53$ мкм, сформированного из излучения лампы накаливания; S' — ее изображение шириной t_2 ; об. — объектив Вега-11У; О — окно высотой 4,8 мм и шириной 2,75 мм, ограничивающее пучок по \min_1 дифракционной картины от S , находящееся на расстоянии $l = 63,5$ мм от S ; $L = 33,5$ мм — расстояние между S' и плоскостью сканирования дифракционной картины от S' щелью Π_2 шириной 0,1 мм; Π_1 — стандартная щель с ценой деления 1 мкм, расположенная в плоскости S' симметрично оси светового пучка; a, δ — расстояния от центра объектива до S и S' , равные соответственно 95 и 103 мм; ФЭУ — фотоэлектронный умножитель.

Для определения t_2 изображение щели сканировалось Π_1 шириной $t_3 = 35$ мкм в интервале $\Delta\mu_1 = (t_2 + t_3)$. В случае $\Delta\mu_1$, соответствующего проходящему через Π_1 пороговому потоку, равному $3,2 \cdot 10^{-3}$ его максимальной величины, $t_2 = (\Delta\mu_1 - t_3) = 35$ мкм при $t_1 = 30$ мкм.

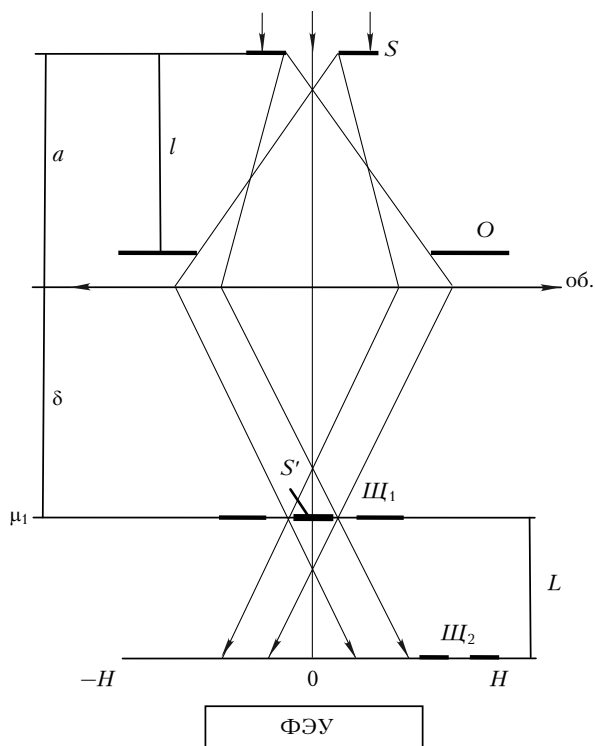


Рис. 1. Схема для регистрации отклонения световых лучей телами без контакта светового пучка с ними

При указанных значениях l и ширины апертуры интенсивность света уменьшалась от центра S' к периферии [8, 9].

Благодаря рассмотренному ограничению пучка окном O дифракционная картина от S' в плоскости ее сканирования по оси H представлена в отсутствие μ_1 только центральным мах с угловой полушириной, приблизительно равной $80'$.

Значение t_2 близко к значению h_3 , на котором, согласно (1), еще происходит заметное отклонение лучей в области края экрана.

В процессе экспериментов ширина μ_1 изменялась от 35 мкм — значения ширины S' — до 65 мкм .

Вследствие близкой к нулевой интенсивности света на краях S' из-за равенства перекрываемого экранами μ_1 светового потока $6,4 \cdot 10^{-3}$ его полной величины, проходящий через μ_1 шириной, равной ширине S' , световой пучок практически не ограничен ею. Тем не менее при этом происходит значительное падение интенсивности света на его оси, удаленной на $17,5 \text{ мкм}$ от краев μ_1 , появляется свет за пределами центрального мах, образующегося в отсутствие μ_1 , усиливается интенсивность на его периферии. В результате пучок оказывается расширенным в несколько раз, что видно из рис. 2, а, характеризующего распределение интенсивности I по оси H .

На нем кривая 1 характеризует распределение интенсивности при ширине μ_1 , равной 65 мкм , близкое к ее распределению без щели; кривая 2 —

распределение интенсивности в случае μ_1 шириной 35 мкм .

Существенное отличие кривой 2 от кривой 1 в условиях неизменной ширины волнового фронта в плоскости μ_1 , вследствие равенства ширины μ_1 ширине S' , наглядно демонстрирует существование взаимодействия световых лучей проходящего через μ_1 светового пучка с экранами щели на расстоянии, приводящего к их отклонению от первоначального направления.

Еще регистрируемая на $H = 2,1 \text{ мм}$ интенсивность соответствует отклонению краевых лучей на угол $\varepsilon = (2,1 - 0,8) 3438' / L = 133'$, если считать $\varepsilon = 0$ на $H = 0,8 \text{ мм}$. Согласно (1) отклонение лучей на данный угол происходит при расстоянии от их первоначальной траектории до края μ_1 , равном $1,16 \text{ мкм}$. Лучи, приходящие в интервал H между $0-2,1 \text{ мм}$, отклоняются с постепенно увеличивающимся расстоянием от края μ_1 по мере уменьшения H .

По обе стороны центрального мах на кривой 2 видны боковые мах, возникающие вследствие интерференции краевых лучей, отклоненных в зонах противоположных экранов μ_1 . Из-за сравнительно широкой сканирующей щели, большого шага сканирования, равного $0,1 \text{ мм}$, и малого L полосы более высоких порядков сглажены. При наблюдении же с каждой стороны центрального мах видно по 5–6 постепенно слабеющих полос.

В условиях распространения светового пучка через щель отклонение его лучей происходит одновременно в двух противоположных зонах отклонения. Поэтому углы отклонения имеют меньшую величину, чем по формуле (1). На основании [9] они характеризуются формулой

$$\varepsilon_1 = \varepsilon \left(\frac{t_3 - 2h_3}{t_3 - h_3 + 0,786} \right), \quad (2)$$

где ε — углы отклонения лучей по формуле (1).

На рис. 2, б–г дано сравнение распределения интенсивности света по оси H при последовательном увеличении ширины μ_1 до $40, 45, 50 \text{ мкм}$ и прежней ширине S' , характеризуемого кривыми 2, с его распределением для μ_1 шириной 65 мкм , характеризуемым по-прежнему кривой 1.

Как видно, увеличение расстояния r между краями S' и μ_1 от 0 до $2,5; 5; 7,5 \text{ мкм}$ (рис. 2) сопровождается постепенным уменьшением углов отклонения лучей, их I и светового потока на периферии распределения, увеличением I на оси пучка, еще продолжающимися и при $r > 7,5 \text{ мкм}$.

Осознание фундаментальности экспериментально установленного отклонения света телами на расстоянии, без контакта с ними, должно стимулировать развитие более глубоких представлений о сущности света и характере его взаимодействия с веществом.

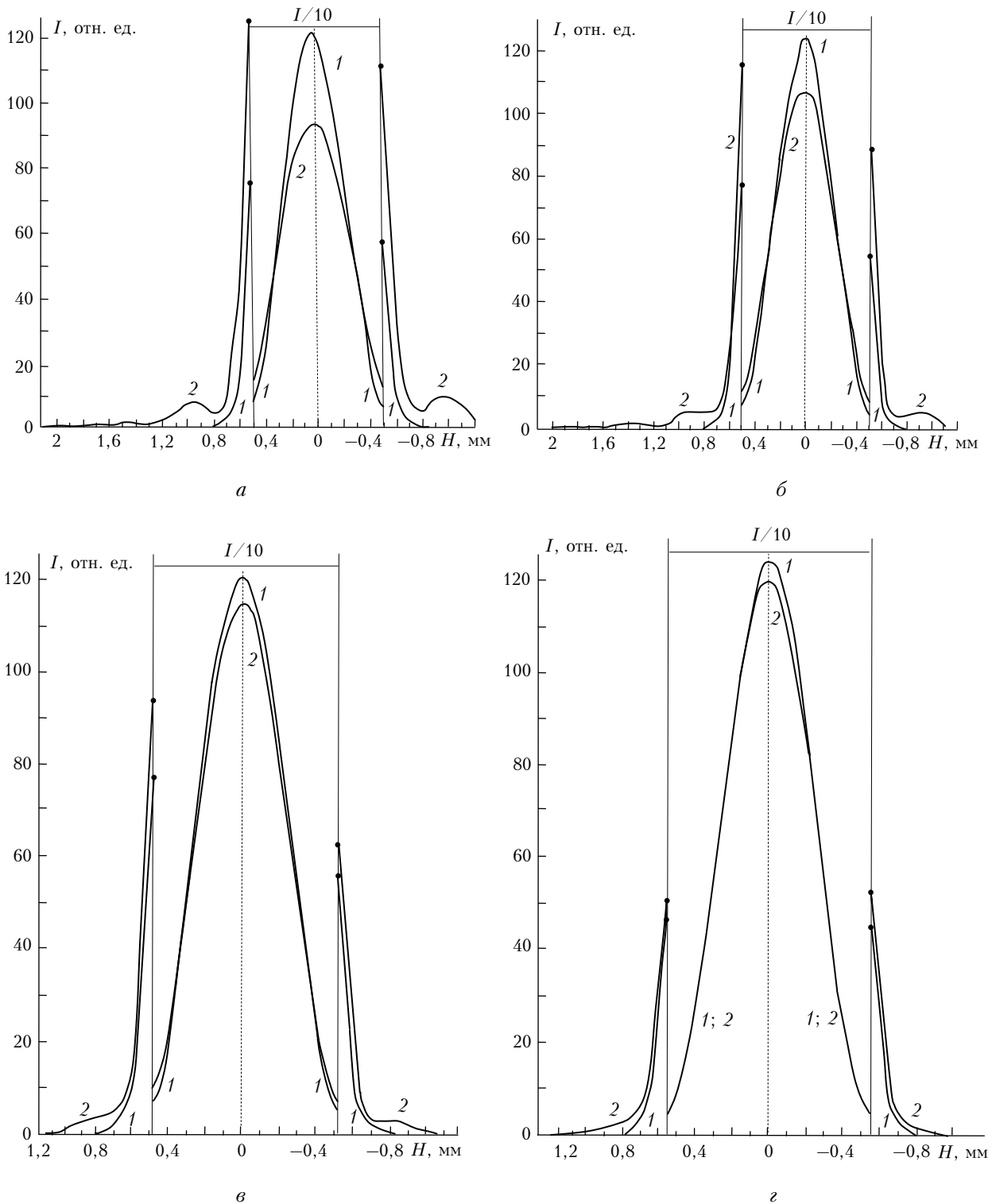


Рис. 2. Распределение интенсивности света в дифракционных картинах от S' шириной 35 мкм при $t_3 = 35$ (2), 65 (1) (а); 40 (2), 65 (1) (б); 45 (2), 65 (1) (в); 50 (2), 65 (1) мкм (г)

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 719 с.

2. Терентьев Ю.И. О причинах возникновения краевой волны, влиянии на нее поглощающей способности, толщины и формы края дифрагирующего экрана

// Оптика атмосф. и океана. 1995. Т. 8. № 4. С. 510–520.

3. Терентьев Ю.И. Характер зависимости углов дифракции лучей краевого света от расстояния между их первоначальными траекториями и прямолинейным

- краем тонкого экрана // Оптика атмосфер. и океана. 1998. Т. 11. № 12. С. 1269–1273.
4. *Терентьев Ю.И.* Зависимость углов отклонения лучей краевого света от длины волны // Оптика атмосфер. и океана. 2004. Т. 17. № 7. С. 540–542.
 5. *Терентьев Ю.И.* Экспериментальное исследование дифракции света на тонком экране с прямолинейным краем // Оптика атмосфер. и океана. 1999. Т. 12. № 5. С. 411–413.
 6. *Терентьев Ю.И.* Зависимость интенсивности света в геометрической тени непрозрачного экрана от углов отклонения световых лучей в области у его края // Оптика атмосфер. и океана. 2005. Т. 18. № 11. С. 956–962.
 7. *Терентьев Ю.И.* К вопросу о дифракции света на плоском тонком экране с прямолинейным краем // Оптика атмосфер. 1989. Т. 2. № 11. С. 1141–1146.
 8. *Терентьев Ю.И.* Характер распределения интенсивности света по ширине изображения щели, освещаемой плоской монохроматической волной, при формировании изображения ограниченным световым пучком. Ч. I // Оптика атмосфер. и океана. 1999. Т. 12. № 8. С. 694–698.
 9. *Терентьев Ю.И.* Характер распределения интенсивности света по ширине изображения щели, освещаемой плоской монохроматической волной, при формировании изображения ограниченным световым пучком. Ч. II // Оптика атмосфер. и океана. 1999. Т. 12. № 12. С. 1105–1110.
 10. *Франкфурт У.И.* Творцы физической оптики. М.: Наука, 1973. 351 с.
 11. *Физико-энциклопедический словарь.* Т. 1. М.: ГНИ, 1960.
 12. *Ландсберг Г.С.* Оптика. М.: ГИТ-ТЛ, 1957. 759 с.
 13. *Терентьев Ю.И.* Особенности дифракции света на экране с прямолинейным краем при малых значениях толщины, плотности вещества экрана // Оптика атмосфер. и океана. 2003. Т. 16. № 4. С. 311–316.
 14. *Терентьев Ю.И.* Ослабление дифракции света при близких к единице значениях относительного показателя преломления. Ч. II // Оптика атмосфер. и океана. 2007. Т. 20. № 11. С. 959–965.
 15. *Терентьев Ю.И.* Значительное ослабление дифракции света на щели между пластинками сильнопоглощающего стекла НС12 при равном единице относительном показателе преломления // Оптика атмосфер. и океана. 2008. Т. 4. № 3. С. 203–206.

Yu.I. Terent'ev. **Light rays deflection by solids without contact with light beam.**

Light rays deflection by solids without contact with light beam, indicating the existence of interaction between photons and solids over a distance, is observed.