

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.317.1

ОБ АНАМОРФОТНЫХ СВОЙСТВАХ ГОЛОГРАММНЫХ
ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Г. Н. Буйнов и К. С. Мустафин

Известно, что в ряде случаев голограммы могут успешно выполнять роль оптических элементов (для формирования изображений, коррекции аберраций оптических систем и т. д.). При этом следует иметь в виду, что голограммы, полученные по одноосевой схеме (одноосевые голограммы), могут существенно отличаться по своим свойствам от голограмм, полученных по двухосевой схеме (двухосевые голограммы). В частности, в отличие от одноосевых голограмм двухосевые голограммы как оптические элементы могут обладать свойствами анаморфотной оптики, т. е. разным угловым увеличением в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

В самом деле, полагая, что оси x, y лежат в плоскости голограммы и ее центр совпадает с началом координат, напишем выражения, определяющие угловые соотношения между точечным объектом и его изображением [1]

$$\cos \alpha_n = \cos \alpha_v \pm \mu (\cos \alpha_c - \cos \alpha_o), \quad (1)$$

$$\cos \beta_n = \cos \beta_v \pm \mu (\cos \beta_c - \cos \beta_o), \quad (2)$$

где $\cos \alpha$ и $\cos \beta$ — направляющие косинусы вектора, соединяющего центр голограммы с рассматриваемой точкой (в пространстве объекта или изображения) относительно осей x и y соответственно (направление вектора совпадает с направлением распространения фронта световой волны); индексы c, o, v , и при углах α и β относятся к объектной, опорной, восстанавливающей и реконструированной волнам соответственно; $\mu = \lambda/\lambda_0$, λ_0 и λ — длины волн света при голографировании и восстановлении соответственно.

При использовании голограмм в качестве оптических элементов углы $\alpha_c, \alpha_o, \beta_c$ и β_o являются величинами постоянными, определяемыми условиями голографирования.

Рассмотрим два случая.

1. Пусть $\beta_c = \beta_o = \alpha_c = \alpha_o = 90^\circ$, что соответствует случаю одноосевого голографирования. Из (1) и (2) для угловых увеличений M такого оптического элемента в двух взаимно перпендикулярных направлениях можно написать

$$M_\alpha = \frac{\Delta \alpha_n}{\Delta \alpha_v} = \frac{\sin \alpha_v}{\sin \alpha_n} = 1,$$

$$M_\beta = \frac{\Delta \beta_n}{\Delta \beta_v} = \frac{\sin \beta_v}{\sin \beta_n} = 1.$$

Таким образом, одноосевые голограммы имеют одинаковое увеличение во взаимно перпендикулярных плоскостях и не обладают свойствами анаморфотной оптики.

2. Пусть $\beta_c = \beta_o = 90^\circ$ и $\alpha_c \neq \alpha_o$, что соответствует двухосевой голограмме с углом голографирования, лежащим в плоскости xz . Для этого случая из (1) и (2) имеем

$$M_\alpha = \frac{\sin \alpha_v}{\sin \alpha_n},$$

$$M_\beta = 1.$$

Так как в общем случае $\sin \alpha_v \neq \sin \alpha_n$, то $M_\alpha \neq M_\beta$ и двухосевые голограммы обладают свойствами анаморфотной оптики.



Изображение участка миры № 5, полученное с помощью двухосевой голограммы точечного источника.

Различие в угловом увеличении двухосевых голограмм во взаимно перпендикулярных плоскостях может быть сведено до минимума только вблизи угла восстановления α_B , удовлетворяющего условию

$$\cos \alpha_B = \mp \frac{\mu}{2} (\cos \alpha_c - \cos \alpha_0). \quad (3)$$

В этом случае из (1) следует, что $\cos \alpha_B = -\cos \alpha_B$ или $\alpha_B = \pi - \alpha_B$ и $\sin \alpha_B = \sin \alpha_B$, следовательно, $M_\alpha = M_\beta = 1$.

На рисунке приведено изображение участка миры № 5, полученное с помощью двухосевого голограммного фокусирующего элемента при следующих условиях: $\alpha_0 = 41^\circ$, $\alpha_c = 90^\circ$, $\beta_0 = \beta_c = 90^\circ$, плоская опорная волна, $\lambda_0 = 632.8$ нм. Изображение получалось при $\alpha_B = 41^\circ \pm 1^\circ$ и $\lambda = \lambda_0$.

Из рисунка видно заметное искажение изображения, обусловленное анаморфотным свойством двухосевой голограммы. Измерения показывают, что величины искажений согласуются с расчетными данными.

Таким образом, двухосевая голограмма как оптический элемент, эквивалентный линзе, может вносить значительные искажения в формируемое изображение, и это обстоятельство необходимо учитывать при конструировании голограммных оптических элементов. В одних случаях анаморфотные свойства голограммных оптических элементов могут найти полезное применение (например, в кинематографии), а в других случаях они окажутся нежелательными. В частности, различные схемы голографических мультипликаторов изображений с использованием двухосевых голограмм, предложенные в работах [2], должны применяться на практике с большой осторожностью ввиду неизбежных искажений в получаемых при этом изображениях. Поэтому для целей мультипликации изображений наиболее подходящими являются одноосевые голограммы [3].

Литература

- [1] E. B. Champagne. J. Opt. Soc. Am., 57, 51, 1969.
 [2] Sun Lu. Proc. IEEE, 56, 116, 1968; G. Groh. Appl. Optics, 7, 1643, 1968; S. Lowenthal, A. Werts, M. Rembault. Compt. Rend., 267, B-120, 1968; M. Rousseau, M. D. Canals-Frau. Compt. Rend., 268, B-543, 1969; Н. Г. Власов, Ю. С. Мосякин. Репрография, оперативная полиграфия, промышленная фотография. Материалы семинара, М., 1969.
 [3] Г. Н. Буйнов, К. С. Мустафин. Опт. и спектр., 34, 932, 1973.

Поступило в Редакцию 5 июля 1972 г.

УДК 535.34+535.37.-32

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ОСНОВАНИЙ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ (110 ÷ 300 нм) И ИХ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ, ВОЗБУЖДАЕМАЯ В ВАКУУМНОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТИ

И. П. Виноградов, В. В. Земских и Н. Я. Додонова

В настоящем сообщении приводятся данные о спектрах люминесценции ($\lambda_{\text{возб.}} = 160$ нм), поглощения и выходов люминесценции в зависимости от длины волны возбуждающего света урацила, тимина, цитозина, аденина и гуанина в области 110 ÷ 300 нм. Цель исследования — изучение электронно-возбужденных состояний молекул (S_n) для оценки возможных фотопроцессов, происходящих в молекулах при возбуждении $S_0 \rightarrow S_n$.

Под S_n нужно понимать совокупность электронных уровней, соответствующих переходам на высокие возбужденные состояния — π -электронов C=C-связей, π — π -переходам CONH группы, и возбужденные состояния σ -электронов, поглощающих в этой области спектра.

Все измерения проводились в тонких слоях, полученных сублимацией в вакууме, методика измерений описана ранее [1, 2]. Полученные нами спектры поглощения показаны на рис. 1. Две длинноволновые полосы этих соединений — около 270 и 210 нм хорошо известны и изучались многими авторами, подробный обзор этих работ дан в [3, 4]. На основании измеренных значений молярных коэффициентов экстинкции, поляризационных измерений поглощения считается установленным, что эти полосы производных пуринов и пиримидинов определяются в основном π — π -переходами, хотя n — π -переходы тоже дают, хотя и незначительный, вклад в длинноволновую полосу. Как видно на рис. 1, в области спектра короче 200 нм наблюдаются четыре полосы