

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535.417

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ТОЛЩИН СЛОЕВ ТОНКОСЛОЙНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ СТРУКТУР НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А. В. Козарь, Е. В. Путрина

(кафедра радиофизики)

Проведено теоретическое изучение изменения показателя преломления согласуемой среды и длин волн, на которых происходит согласование, при вариации показателей преломления и толщин слоев тонкослойных интерференционных структур (ТИС) (оптическая толщина слоев меньше четвертьволновой) для ТИС с двумя и тремя слоями в периоде. Установлен ряд новых свойств таких структур, в частности инвариантность рассматриваемого изменения относительно числа периодов при вариации показателей преломления слоев. Получены простые аналитические соотношения, позволяющие адекватно определять смещение значений рассматриваемых параметров. Проведенный на ЭВМ численный анализ подтвердил результаты теории.

В работах [1, 2] сообщалось о возможности создания согласующих структур (ТИС) с новыми оптическими и структурными свойствами, к основным из которых можно отнести инвариантность их амплитудных характеристик и суммарной оптической толщины относительно числа слоев в них и возможность синтеза структур такого класса с толщинами слоев, существенно меньше четвертьволновых. В [3—6] была показана возможность решения целого ряда задач в различных диапазонах длин волн с помощью таких тонкослойных интерференционных согласователей с двумя и тремя (при одинаковых оптических толщинах) слоями в периоде структуры.

Рассмотрим влияние на оптические характеристики ТИС малых отклонений значений показателей преломления слоев от первоначально заданных, причем будем считать эти отклонения однородными по всему поперечному сечению слоев ТИС. При этом предполагаем, что падение волны нормально к плоскости слоев ТИС, волна не ограничена в плоскости, перпендикулярной направлению распространения, поглощение в слоях отсутствует, $dn_i/d\lambda=0$ (дисперсия не учитывается).

В работе [3] было показано, что все возможные решения задачи о нахождении толщин слоев произвольной слоистой структуры, обеспечивающих полное пропускание распространяющейся через нее волны, могут быть найдены из системы независимых уравнений, имеющей вид:

$$M_2 = M_{12}n_s n_L, \quad (1)$$

$$M_{11} = M_{22}n_s/n_L, \quad (2)$$

где M_{ij} — элементы характеристической матрицы, n_L — показатель преломления среды, в которой распространяется волна, n_s — показате-

тель преломления просветляемой среды, или, что то же самое, согласующая способность ТИС;

$$M_{11} = {}^N m_{11} U_{K-1}(X) - U_{K-2}(X), \quad M_{12} = {}^N m_{12} U_{K-2}(X), \\ M_{22} = {}^N m_{22} U_{K-1}(X) - U_{K-2}(X), \quad M_{21} = {}^N m_{21} U_{K-2}(X),$$

${}^N m_{ij}$ — элементы характеристической матрицы одного N -слойного периода структуры, $U_k(x)$ — полиномы Чебышева второго рода,

$$x = \frac{1}{2} ({}^N m_{11} + {}^N m_{22}).$$

В случае двухслойной и аналогично трехслойной ТИС из системы (1) — (2), подставляя в явном виде элементы матрицы M_{ij} , соответственно имеем:

$$\left\{ \begin{aligned} n_{s0} &= \frac{1 - (n_{20}/n_{10}) T_{10} T_{20}}{1 - (n_{10}/n_{20}) T_{10} T_{20}} n_L, \\ n_{s0} &= \frac{\sum_{i=1}^3 n_{i0} T_{i0}}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{n_{i0}} T_{i0}} \frac{1}{n_L}, \end{aligned} \right.$$

и

$$\left\{ \begin{aligned} n_{s0} &= \frac{\sum_{i=1}^3 n_{i0} T_{i0} - (n_{10} n_{30}/n_{20}) \prod_{i=1}^3 T_{i0}}{\sum_{i=1}^3 \frac{T_{i0}}{n_{i0}} - \frac{n_{20}}{n_{10} n_{30}} \prod_{i=1}^3 T_{i0}} \frac{1}{n_L}, \\ n_{s0} &= \frac{1 - (n_{30}/n_{10}) T_{10} T_{30} - (n_{30}/n_{20}) T_{20} T_{30} - (n_{20}/n_{10}) T_{10} T_{20}}{1 - (n_{10}/n_{30}) T_{10} T_{30} - (n_{20}/n_{30}) T_{20} T_{30} - (n_{10}/n_{20}) T_{10} T_{20}} n_L, \end{aligned} \right.$$

где $T_i \equiv \text{tg}(2\pi n_i d_i/\lambda)$, n_{s0} — значение показателя преломления просветляемой среды при заданных (неизменных) n_{i0} , $i=1, 2, 3$, n_{i0} — прилегающего к просветляемой среде, n_{20} , n_{30} — следующих за ним слоев.

Пусть n_i определяется следующим образом: $n_i = n_{i0} + \Delta n_i$, причем выполняется соотношение $\Delta n_i/n_i \equiv \delta$, $i=1, 2, (3)$ для двух- и трехслойной ТИС соответственно. Решая полученную систему в первом приближении относительно изменения согласующей способности ТИС и длины волны, на которой реализуется режим согласования, в случае двух- и трехслойной ТИС получим соотношения

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \delta \left(1 + \frac{2n_{s0}}{F - L} \right), \quad (3)$$

$$n_s = n_{s0} \left[1 + 2\delta \left(1 - \frac{F}{F - L} \right) \right], \quad (4)$$

где

$$F = B_1 \left(\frac{c_1 n_{10} + c_2 n_{20}}{n_L} - \left(\frac{c_1}{n_{10}} + \frac{c_2}{n_{20}} \right) n_{s0} \right),$$

$$L = B_2 (c_1 T_{10} + c_2 T_{20}) \left(n_{s0} \frac{n_{10}}{n_{20}} - n_L \frac{n_{20}}{n_{10}} \right),$$

$$B_1 = \left(\frac{T_{10}}{n_{10}} + \frac{T_{20}}{n_{20}} \right)^{-1}, \quad B_2 = \left(1 - \frac{n_{10}}{n_{20}} T_{10} T_{20} \right)^{-1},$$

$$c_i = (1 + T_{i0})^2 \arctg T_{i0}.$$

В частности, в случае одинаковых оптических толщин ($c_i \equiv c$, $i = 1, 2, 3$), (4) переходит в простое соотношение

$$n_{s0} = n_{s0}(1 + 2\delta) \quad (5)$$

и для изменения длины волны имеем

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \delta \left(1 - \frac{B_2}{T_0 c (n_{10}/n_{20} - n_L^2/n_{10}^2)} \right). \quad (6)$$

Для трехслойной ТИС в случае одинаковых оптических толщин слоев аналогично получим

$$\Delta n_s = 2\delta \frac{C}{2A} \left(1 \pm \frac{B+C-2AD/C}{[(B+C)^2 - 4AD]^{1/2}} \right), \quad (7)$$

где

$$A = SM - \frac{n_{20}}{n_{10}n_{30}}, \quad \Sigma = \sum_{i=1}^3 n_{i0}, \quad S = \sum_{i=1}^3 \frac{1}{n_{i0}}$$

$$B = \left(SN - \frac{n_{20}}{n_{10}n_{30}} \right) n_L, \quad C = \left(M\Sigma - \frac{n_{10}n_{30}}{n_{20}} \right) \frac{1}{n_L}, \quad (8)$$

$$D = N\Sigma - \frac{n_{10}n_{30}}{n_{20}}, \quad M = \frac{n_{10}}{n_{20}} + \frac{n_{10} + n_{20}}{n_{30}}, \quad N = \frac{n_{30}}{n_{20}} + \frac{n_{20} + n_{30}}{n_{10}},$$

$$T^2 = T_0^2 \frac{1 + 2\delta f(n_{10}, n_{30}) / (n_{s0} - n_L)}{1 + 2\delta f(n_{10}, n_{s0}) / (n_{s0}M - n_L N)}, \quad (9)$$

где $i = 1, 2, 3$; $f(n_{i0}, n_{s0}) = \frac{[(n_{s0}/n_L)M - N]\Sigma - (n_{10}n_{30}/n_{20})(n_{s0}/n_L - 1)}{2n_{s0}A - B - C}$.

В работе [6] было показано, что отличительной особенностью тонкослойных структур с трехслойным периодом является возможность одновременного просветления двух сред с различными показателями преломления на двух различных длинах волн. Большее значение длины волны назовем основным пиком согласования, а меньшее — дополнительным. Знак «+» в (7) соответствует основному пику согласования, знак «-» — дополнительному. В частности, легко показать, что при выполнении следующего соотношения между показателями преломления слоев:

$$\frac{n_{20}}{n_{10}n_{30}} \Sigma = \frac{n_{10}n_{30}}{n_{20}} S \quad (10)$$

и при одинаковом их относительном изменении значение показателя преломления согласуемой на дополнительном пике среды не изменится.

В случае периодических структур с двумя слоями в периоде, используя соотношение для толщины слоя в зависимости от числа периодов [3, 5, 8]:

$$d_2 = \frac{\lambda}{2\pi n_2} \operatorname{arctg} [K(P + Q(K-1))]^{-1/2},$$

получим простые соотношения для изменения длины волны и для нового значения согласующей способности среды:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \delta, \quad (11)$$

$$n_s = n_{s0}(1 + 2\delta). \quad (12)$$

К аналогичным выражениям приходим и в случае трехслойной ТИС, используя соотношение для зависимости T^2 от числа периодов [6]:

$$T^2 = \frac{1}{[(K+1)^2 - 4] + (1/2)K(K-1)(N+M)} \quad \text{для } K = 2p + 1,$$

$$p = 0, 1, 2, \dots,$$

$$T^2 = \frac{1}{[(K+1)^2 - 3] + (1/2)K(K-1)(N+M)} \quad \text{для } K = 2p; p = 1, 2, \dots$$

Оценка точности полученных аналитических соотношений была проведена с помощью численного эксперимента на ЭВМ для длин волн, лежащих в среднем ИК-диапазоне ($\lambda_0 = 12$ мкм), и для значений показателей преломления слоев ТИС от 2 до 4 (наиболее характерных в этом диапазоне) при вариации их параметров, не превышающей 10%. Результаты численного эксперимента дали хорошее, с ошибкой не более 1% для основного пика согласования и не более 4% для дополнительного, совпадение экспериментальных и теоретических данных.

Рассмотрим теперь влияние вариации толщин слоев трехслойной ТИС на ее характеристики. Поскольку изменение толщины слоев ведет непосредственно лишь к изменению значений T , то введем разнотолщинную ТИС, задав следующим образом T_j :

$$T_j = T + \Delta_j.$$

Тогда, используя для решения задачи систему уравнений (1) — (2), приходим к уравнению связи в общем виде:

$$\frac{1 \pm H\chi_{ij}}{1 \pm P\chi_{ji}} = \frac{1 \mp V\psi_{ij}}{1 \mp W\psi_{ji}}, \quad i, j = 1, 2, 3, \quad (13)$$

где

$$\chi_{ij} = \sum_i \Delta_i n_i - q \left(T^2 \sum_i \Delta_i + T_i \sum_{i \neq j} \prod_{ij} + \prod_i \Delta_i \right),$$

$$\chi_{ji} = \sum_i \frac{\Delta_i}{n_i} - q \left(T^2 \sum_i \Delta_i + T \sum_{i \neq j} \prod_{ij} + \prod_i \Delta_i \right),$$

$$\psi_{ij} = n_{21}(T\Sigma_{12} + \Pi_{12}) + n_{31}(T\Sigma_{31} + \Pi_{31}) + n_{32}(T\Sigma_{32} + \Pi_{32}),$$

$$\psi_{ji} = n_{12}(T\Sigma_{12} + \Pi_{12}) + n_{13}(T\Sigma_{13} + \Pi_{13}) + n_{23}(T\Sigma_{23} + \Pi_{23}),$$

$$H = \left[T \left(\sum_i n_i - \frac{1}{q} T^2 \right) \right]^{-1}, \quad P = \left[T \left(\sum_i \frac{1}{n_i} - q T^2 \right) \right]^{-1},$$

$$V = [1 - T^2(n_{21} + n_{31} + n_{32})]^{-1}, \quad W = [1 - T^2(n_{12} + n_{13} + n_{23})]^{-1},$$

$$n_{ij} = n_i/n_j, \quad \Pi_{ij} = \Delta_i \Delta_j, \quad \Sigma_{ij} = \Delta_i + \Delta_j, \quad q = \frac{n_2}{n_1 n_3}.$$

Проанализируем, далее, полученное уравнение связи для случая малой вариации толщин двух слоев:

$$\Delta_2 = 0, \quad \Delta_i = k\Delta_3 \ll T,$$

и трех слоев:

$$\Delta_1 = k_1 \Delta_3, \quad \Delta_2 = k_2 \Delta_3, \quad \Delta_j \ll T.$$

В первом случае получим, что коэффициент связи k является константой, определяемой значениями T и n_i :

$$k = k_0(T, n_i),$$

и мы имеем линейную зависимость между варьируемыми толщинами

$$\Delta d_1 = \frac{n_3}{n_1} \Delta d_3 k_0 \quad (14)$$

и между изменениями показателей преломления просветляемой среды и вариацией толщины одного из слоев:

$$\Delta_3 = \Delta n_3 \frac{1}{\gamma n_{30}}, \quad (15)$$

$$\gamma = k_0 (H_{\xi_1}^{\xi_1} - P_{\xi_2}^{\xi_2}) + H_{\xi_1}^{\xi_1} - P_{\xi_2}^{\xi_2},$$

$$\xi_1 = n_1 - \frac{1}{q} T^2, \quad \xi_2 = \frac{1}{n_1} - q T^2, \quad \zeta_1 = n_3 - \frac{1}{q} T^2, \quad \zeta_2 = \frac{1}{n_3} - q T^2.$$

Как видно из уравнения связи и их соотношения для k , величина k_0 при переходе к дополнительному пику согласования изменяется. Для выполнения условия согласования необходимо в случае дополнительного пика λ_p при изменении толщин слоев ТИС изменять длину волны. Для величины этого смещения $\Delta \lambda$ в первом из рассматриваемых случаев получим соотношение

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta D_3}{\Delta D} \frac{k'_0 - k_0}{k'_0 - 1} \equiv \frac{\Delta D_1}{D_1} \frac{(k'_0/k_0) - 1}{k'_0 - 1}, \quad (16)$$

где $D = d_i n_i$, k_0 и k'_0 находятся из выражений для k при заданных T , T_p и n_i .

Для определения значения показателя преломления среды, которая может быть согласована на дополнительном пике, можно воспользоваться соотношением (15) с заменой λ и λ_p и т. д.

В случае изменения толщин всех трех слоев уравнение связи имеет вид

$$k_1 = Q - k_2 R, \quad (17)$$

где

$$Q = \frac{Vt_3 + Pt_2 - Ht_1 - Wt_4}{Hq_1 + Wq_4 - Pq_2 - Vq_3}, \quad R = \frac{Hr_1 + Wr_4 - Pr_2 - Vr_3}{Hq_1 + Wq_4 - Pq_2 - Vq_3},$$

$$q_1 = n_1 - \frac{1}{q} T^2, \quad r_1 = n_2 - \frac{1}{q} T^2, \quad t_1 = n_3 - \frac{1}{q} T^2,$$

$$q_2 = \frac{1}{n_1} - q T^2, \quad r_2 = \frac{1}{n_2} - q T^2, \quad t_2 = \frac{1}{n_3} - q T^2,$$

$$q_3 = n_{21} + n_{31}, \quad r_3 = n_{21} + n_{32}, \quad t_3 = n_{31} + n_{32},$$

$$q_4 = n_{12} + n_{13}, \quad r_4 = n_{12} + n_{23}, \quad t_4 = n_{13} + n_{23},$$

т. е. нет явной зависимости от Δ_j . В этом случае выбор значений k_1 и k_2 обусловлен лишь требованиями к величинам показателя прелом-

ления согласуемой среды и длины волны дополнительного пика, для которых легко получить следующие соотношения в зависимости от вариации толщин слоев:

$$\frac{\Delta n_s}{n_{s0}} = \Delta_3 (k_2 X + Y), \quad (18)$$

$$\frac{\Delta \lambda_p}{\lambda_p} = \frac{1}{D} \frac{Q' \Delta D_3 - (\Delta D_1 + \Delta D_2)}{Q' - R' - 1}, \quad (19)$$

где

$$X = Q(Hq_1 - Pq_2) + Ht_1 - Pt_2,$$

$$Y = H(r_1 - q_1 R) + P(r_2 - q_2 R).$$

Таким образом, получены соотношения, показывающие связь между вариациями толщин слоев трехслойной ТИС и показателем преломления среды, которая может быть согласована, а также определяющие однозначно смещение длины волны дополнительного пика согласования при неизменной длине волны основного пика. Кроме того, можно отметить некоторые особенности зависимости изменения значения согласуемой среды от вариации толщин слоев, к основным из которых можно отнести то, что в обоих рассматриваемых случаях существует линейная зависимость между Δ_i и Δ_j ($i, j=1, 2, 3$) и соответствующая зависимость между Δ_i и n_s , причем в случае изменения двух слоев при заданном Δ_i указанные зависимости однозначно заданы, в случае же вариации всех толщин слоев структуры мы имеем две переменные при жестко связанной третьей (Δ_k или n_s), определяемой полученным условием связи.

Далее, при малом изменении всех толщин рассмотренной ТИС при определенном соотношении между вариациями толщин, а именно

$$\begin{cases} \Delta D_2 X = -\Delta D_3 Y, \\ \Delta D_1 = \Delta D_3 \left(Q + \frac{Y}{X} R \right), \end{cases} \quad (20)$$

будет иметь место компенсация изменения значения показателя преломления согласуемой среды.

Во всех случаях при вариации толщин слоев структуры на неизменной длине волны основного пика согласования изменяется значение длины волны на дополнительном пике, которое может быть найдено из соотношений (16), (19).

Проведенный на ЭВМ численный эксперимент показал, что в случае вариации оптических толщин на величину не более 20% при расчете в зависимости от этой вариации расхождение экспериментальных и теоретических результатов не более 1,6%. При вычислении зависимости $\Delta_{i,j}$ и n_s от вариации оптической толщины Δ_k , не превышающей 40%, расхождение экспериментальных и теоретических результатов не более 10% для $\Delta_{i,j}$ и не более 6% для n_s .

В частности, при изменении всех трех толщин, когда $\Delta_i = \Delta_j \neq \Delta_k$, (т. е. изменяем толщину одного из слоев, одинаковым образом подстраивая оставшиеся два), для оптических толщин слоев может быть проведен расчет с применением точных формул и получены более точные результаты. В этом случае задаем вариацию оптических толщин следующим образом:

$$T_k = aT, \quad T_i = T_j \equiv T.$$

Подставляя эти значения $T_{i,j,k}$ в систему (1)–(2) и решая ее относительно T и n_s при заданных a и $n_{1,2,3}$, получим следующие соотношения для искоемых величин:

$$T^2 = \{an_L q - (a/n_L q) \mp [(an_L q - a/n_L q)^2 - 4\Gamma\Phi]^{1/2}\} / 2\Gamma, \quad (21)$$

$$T^2 = \frac{Z \mp [Z^2 - 4(SM - aq)(\Sigma N - a/q)]^{1/2}}{2(SM - aq)}, \quad (22)$$

где

$$\Gamma = Nn_L a q - \frac{Ma}{n_L q},$$

$$\Phi = Mn_L S - \frac{M\Sigma}{n_L},$$

$$Z = n_L(SN - aq) + \frac{1}{n_L} \left(\Sigma M - \frac{a}{q} \right), \quad q = \frac{n_2}{n_1 n_3},$$

S, Σ, M, N определяются соотношениями (8). Из (21), (22) имеем две пары решений для T и n_s . При $a=1$ они соответствуют случаям согласования на основном (знак « $-$ ») и дополнительном (знак « $+$ ») пиках длин волн. Если теперь при $a=1$ необходимо с помощью одной структуры согласовать две среды при неизменной, например, длине волны основного пика, то для вычисления смещения дополнительного пика и величины показателя преломления согласуемой на нем среды из соотношения (21) найдем соответствующие данному a толщины слоев и из (22) вычислим значение нагрузки, согласуемой на основном пике. Далее, при условии малой вариации толщин определим с помощью соотношения (19) новое значение длины волны дополнительного пика λ_p и из исходного условия

$$T_k = aT, \quad \text{где } T \equiv \text{tg} \frac{2mn_i d_i}{\lambda_p} = \text{tg} \frac{2\pi n_j d_j}{\lambda_p},$$

находим значение a^* и (из соотношения (22)) n_{sc} , соответствующие дополнительному пику согласования при неизменной длине волны основного пика и вариации толщин слоев, соответствующих данному a . В этом случае толщины слоев структуры, значение показателя преломления среды n_{sf} , согласуемой на основном пике, рассчитаны по точным формулам и дают согласование с точностью до 10^{-4} . Ошибка в определении λ_p (и соответственно n_{sc}) по-прежнему не превышает 1,6%.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы. 1. В случае вариации показателя преломления слоев двух- и трехслойной ТИС существует линейная зависимость длины волны, на которой происходит согласование, и показателя преломления просветляемой среды от варьируемых характеристик. С помощью полученных соотношений (7), (9), (11), (12) можно находить необходимые для согласования значения этих характеристик. 2. При большом числе периодов изменения значений длины волны и показателя преломления согласуемой среды не зависят от числа периодов. 3. Для трехслойной ТИС в случае выполнения соотношения (10) между показателями преломления слоев возможно, при их вариации, менять значение показателя преломления согласуемой на основном пике среды, оставляя постоянным значение показателя преломления среды, согласуемой на до-

полнительном пике. 4. Аналогично, при вариации толщин слоев ТИС, существует линейная зависимость между Δ_i и Δ_j ($i, j=1, 2, 3$) и соответственно между n_s и Δ_i . В этом случае при изменении толщин всех трех слоев ТИС мы имеем две переменные при жестко связанной третьей (Δ_k или n_s), определяемой полученным условием связи. 5. При малом изменении всех толщин трехслойной ТИС и при выполнении для одного из пиков согласования условия (20), значение показателя преломления согласуемой на этой длине волны среды будет неизменным. 6. Во всех случаях при вариации толщин слоев структуры на неизменной длине волны основного пика согласования изменяется значение длины волны на дополнительном пике, которое может быть найдено из соотношений (16), (19). Кроме того, полученные соотношения позволяют находить необходимые для согласования изменения длин волн и величин показателей преломления согласуемых сред при вариации показателей преломления и толщин слоев у ТИС с двумя и тремя слоями в периоде.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Козарь А. В. // Тез. докл. на Всесоюз. науч. семинаре «Методы синтеза и применение многослойных интерференционных систем». М., 1984. С. 118. [2] Козарь А. В. // Тез. докл. на Всесоюз. науч.-техн. конф. «Проектирование и применение радиосэлектронных устройств на диэлектрических волноводах и резонаторах». Саратов, 1983. С. 136. [3] Козарь А. В. // Опт. и спектр. 1985. 59, № 5. С. 1132. [4] Козарь А. В. // Тез. докл. на Всесоюз. науч. семинаре «Методы синтеза и применение многослойных интерференционных систем». М., 1984. С. 116. [5] Козарь А. В. // Междунар. симп. «Прикладная оптика 89». Прага, 1989. Т. 1. С. 59. [6] Козарь А. В., Рязанова Е. Л. // Вестн. Моск. ун-та. Физ. Астрон. 1990. 31, № 5. С. 52.

Поступила в редакцию
19.07.91

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1992. Т. 33, № 5

УДК 535.3:551.463

ЭФФЕКТ НАСЫЩЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПРИРОДНОГО РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

С. В. Пацаева, В. В. Фадеев, Е. М. Филиппова, В. В. Чубаров,
В. И. Южаков

(кафедра общей физики для физического факультета)

Исследуются особенности проявления эффекта насыщения флуоресценции растворенного органического вещества в воде при возбуждении азотным лазером ЛГИ-505 ($\lambda=337$ нм, $\tau=8$ нс) с плотностью потока фотонов $F=10^{26}$ см⁻².с⁻¹. Полученные экспериментальные результаты обсуждены с точки зрения модельных представлений о природе полосы флуоресценции природного растворенного органического вещества.

Природное растворенное органическое вещество (РОВ) является одним из важнейших компонентов водных экосистем, и поэтому разработка новых методов мониторинга РОВ представляет собой актуальную проблему. Одним из таких методов является лазерная флуориметрия с калибровкой по сигналу комбинационного рассеяния воды [1, 2]. Однако под действием достаточно мощного лазерного излучения могут происходить изменения характеристик полос флуоресценции РОВ, связанные с фотохимическими процессами и эффектом насыщения флуоресценции [1—3]. Эти изменения необходимо учитывать при качествен-