

ЧЕТЫРЁХВОЛНОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА РЕЗОНАНСНОЙ И ТЕПЛОВОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЯХ

Акимов А.А., Воробьёва Е.В., Ивахник В.В.
Самарский государственный университет

Аннотация

В рамках скалярной теории исследовано взаимодействие четырёх монохроматических волн в схеме со встречными волнами накачки с учётом двух типов нелинейности: резонансной и тепловой. Получены зависимости модуля амплитуды объектной волны от толщины нелинейного слоя при условии неизменности температуры на гранях нелинейного слоя. В приближении плоских волн накачки исследована угловая зависимость амплитуды объектной волны.

Ключевые слова: четырёхволновое взаимодействие, тепловая нелинейность, резонансная нелинейность.

Введение

Важнейшей характеристикой любого четырёхволнового преобразователя излучения является соответствие между комплексными амплитудами падающей (сигнальной) и преобразованной (объектной) волн. Знание такого соответствия позволяет решить вопрос о целесообразности применения четырёхволновых преобразователей в системах нелинейной адаптивной оптики, в системах обработки и преобразования изображения и т. д. [1–3].

Как правило, изучение соответствия между комплексными амплитудами сигнальной и объектной волн при четырёхволновом взаимодействии происходит на нелинейности одного типа [4–8]. Учёт нескольких типов нелинейности существенно усложняет решение поставленной задачи [9–10].

При четырёхволновом взаимодействии в поглощающих средах, например, в средах с резонансной нелинейностью, существенный вклад в объектную волну может быть обусловлен наличием тепловой нелинейности [11, 12]. Поэтому представляет интерес изучение соответствия между комплексными амплитудами сигнальной и объектной волн при наличии как резонансной, так и тепловой нелинейностей.

1. Основная часть

Пусть в плоском слое с резонансной и тепловой нелинейностями толщиной l распространяются две волны накачки с комплексными амплитудами A_1 и A_2 и сигнальная волна с амплитудой A_3 . В результате четырёхволнового взаимодействия $\omega + \omega - \omega = \omega$ генерируется объектная волна с комплексной амплитудой A_4 .

Исходное скалярное волновое уравнение, описывающее четырёхволновое взаимодействие в нелинейной среде, есть

$$\left(\nabla^2 + k^2 + \frac{2k^2}{n_0} \frac{dn}{dT} \delta T - \frac{2ik\alpha_0}{1+bI} \right) (A + A^*) = 0. \quad (1)$$

Здесь $I = AA^*$, $A = \sum_{j=1}^4 A_j$, k – волновое число,

n_0 – среднее значение показателя преломления.

Уравнение (1) дополняется уравнением Пуассона [13]

$$\nabla^2 \delta T + \frac{\alpha_0 I}{\Lambda c_p v (1+bI)} = 0, \quad (2)$$

где δT – изменение температуры, обусловленное выделением тепла при поглощении излучения, c_p – теплоёмкость, Λ – температуропроводность, v – плотность вещества. В случае двухуровневой модели среды $\alpha_0 = N\sigma_{12}$ – начальный коэффициент поглощения, $b = (\sigma_{12} + \sigma_{21}) / \delta_{21}$ – параметр, представляющий собой комбинацию сечений поглощения (σ_{12}, σ_{21}) и скорости релаксации между энергетическими состояниями резонансной среды (δ_{21}), N – число частиц.

Будем рассматривать четырёхволновое взаимодействие при следующих условиях:

- 1) в нелинейной среде распространяются четыре волны;
- 2) справедливо приближение заданного поля по волнам накачки;
- 3) учитывается решётка, возникающая при интерференции первой волны накачки и сигнальной волны.

Изменение температуры можно представить в виде суммы быстро (δT_{31}) и медленно (δT_0) меняющихся в зависимости от координат составляющих $\delta T = \delta T_0 + \delta T_{31} + \delta T_{31}^*$.

С учётом сделанных приближений волновое уравнение (1) примет вид

$$\left(\nabla^2 + k^2 + \frac{2k^2}{n_0} \frac{dn}{dT} (\delta T_0 + \delta T_{31} + \delta T_{31}^*) - \frac{2ik\alpha_0}{1+bI_0} \left[1 - \frac{b(A_1 A_3^* + A_1^* A_3)}{1+bI_0} \right] \right) A = 0. \quad (3)$$

Здесь $I_0 = I_1 + I_2$, $I_j = A_j A_j^*$, $j = 1, 2$.

Пусть волны накачки плоские:

$$A_{1,2}(r) = \tilde{A}_{1,2}(z) \exp[-i\tilde{k}_{1,2} \vec{r}].$$

Сигнальную и объектную волны разложим по плоским волнам

$$A_j(\vec{r}) = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{A}_j(\vec{k}_j, z) \exp(-i\vec{k}_j \vec{r} - ik_{jz} z) d\vec{k}_j, \quad j = 3, 4. \quad (4)$$

Здесь \vec{k}_j и k_{jz} – поперечная и продольная составляющие волнового вектора \vec{k}_j .

Быстро осциллирующую составляющую температуры разложим по гармоническим решёткам

$$\delta T_{31}(\vec{r}) = \int_{-\infty}^{\infty} \delta \tilde{T}_{31}(\vec{k}_T, z) \exp(-i\vec{k}_T \vec{\rho}) d\vec{k}_T.$$

С учётом приближения медленно меняющихся амплитуд волновое уравнение (1) распадается на систему уравнений вида

$$\begin{aligned} \frac{d\tilde{A}_j}{dz} + \frac{k}{k_{jz}} \left(\frac{ik}{n_0} \frac{dn}{dT} \delta T_0 + \frac{\alpha_0}{(1+bI_0)} \right) \tilde{A}_j &= 0, \quad j=1 \div 3, \\ \frac{d\tilde{A}_4}{dz} + \frac{k}{k_{4z}} \left(\frac{ik}{n_0} \frac{dn}{dT} \delta T_0 + \frac{\alpha_0}{(1+bI_0)} \right) \tilde{A}_4 &= \\ &= -\frac{ik^2}{k_{4z} n_0} \frac{dn}{dT} \delta \tilde{T}_{31} \tilde{A}_2 \cdot \exp\{-iz(k_{2z} - k_{4z})\} + \\ &+ \frac{k\alpha_0 b \tilde{A}_1 \tilde{A}_2 \tilde{A}_3^* \cdot \exp(-i\Delta z)}{k_{4z} (1+bI_0)^2}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\Delta = (\vec{k}_1 + \vec{k}_2 - \vec{k}_3 - \vec{k}_4)_z$ – проекция волновой расстройки на ось Z.

Уравнение Пуассона распадается на два уравнения

$$\begin{aligned} \nabla^2 \delta T_0 + \frac{\alpha_0 I_0}{\Lambda c_p \nu (1+bI_0)} &= 0, \\ \left(\frac{d^2}{dz^2} - \kappa_T^2 \right) \delta \tilde{T}_{31} + \frac{\alpha_0 \tilde{A}_1 \tilde{A}_3^* \exp\{-iz(k_{1z} - k_{3z})\}}{\Lambda c_p \nu (1+bI_0)^2} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Системы уравнений (5), (6) записаны при условии равенства нулю проекций волновой расстройки на оси X и Y: $\vec{k}_1 + \vec{k}_2 - \vec{k}_3 - \vec{k}_4 = 0$ и при условии, что $\vec{k}_1 - \vec{k}_3 = \vec{k}_T$.

Системы уравнений (5), (6) необходимо дополнить граничными условиями:

– на амплитуды взаимодействующих волн

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1(z=0) &= \tilde{A}_{10}, \\ \tilde{A}_2(z=l) &= \tilde{A}_{20}, \\ \tilde{A}_3(\vec{k}_3, z=0) &= \tilde{A}_{30}(\vec{k}_3), \\ \tilde{A}_4(\vec{k}_4, z=l) &= 0; \end{aligned}$$

– на изменение температуры

$$\begin{aligned} \delta T_0(z=0) &= \delta T_0(z=l) = 0, \\ \delta T_{31}(z=0) &= \delta T_{31}(z=l) = 0. \end{aligned}$$

Граничные условия на изменения температуры записаны при условии неизменности температуры на гранях нелинейного слоя.

Решение первых трёх уравнений системы (5) есть

$$\begin{aligned} \tilde{A}_{1,3}(z) &= \tilde{A}_{10,30} \exp\{-C_{1,3}(z)\}, \\ \tilde{A}_2(z) &= \tilde{A}_{20} \exp\{-C_2(z) + C_2(l)\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь

$$C_j(z) = \frac{1}{k_{jz}} \int_0^z \left(\frac{ik^2}{n_0} \frac{dn}{dT} \delta T_0(z_1) + \frac{k\alpha_0}{(1+bI_0(z_1))} \right) dz_1.$$

Если интенсивность первой волны накачки намного превосходит интенсивность второй волны накачки, то изменение по толщине нелинейной среды интенсивности первой волны накачки описывается следующим выражением

$$\ln \frac{I_1(z)}{I_{10}} + b(I_1(z) - I_{10}) = -\frac{2\alpha_0 kz}{k_{1z}}, \quad (8)$$

где $I_{10} = I_1(z=0)$.

Сделаем замену

$$\tilde{A}_4 = \tilde{A}'_4 \cdot \exp\{-C_4(z)\}.$$

Тогда с учётом (7) уравнения, описывающие изменение комплексной амплитуды объектной волны, быстро изменяющейся составляющей температуры по толщине нелинейной среды, имеют вид

$$\begin{aligned} \frac{d\tilde{A}'_4}{dz} &= \frac{k\tilde{A}_{20} \exp(-C_2(z) + C_2(l) + C_4(z))}{k_{4z}} \times \\ &\times \left(-\frac{ik}{n_0} \frac{dn}{dT} \delta \tilde{T}_{31} \exp\{-iz(k_{2z} - k_{4z})\} + \right. \\ &+ \left. \frac{\alpha_0 b \tilde{A}_{10} \tilde{A}_{30}^*}{(1+bI_0)^2} \exp\{-C_1(z) - C_3^*(z) - i\Delta z\} \right), \\ \left(\frac{d^2}{dz^2} - \kappa_T^2 \right) \delta \tilde{T}_{31} &+ \frac{\alpha_0 \tilde{A}_{10} \tilde{A}_{30}^*}{\Lambda c_p \nu (1+bI_0)^2} \times \\ &\times \exp\{-iz(k_{1z} - k_{3z}) - C_1(z) - C_3^*(z)\} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Из уравнения (9) следует, что амплитуду объектной волны можно представить в виде суммы амплитуд волн, возникающих в результате четырёхволнового взаимодействия соответственно на тепловой и резонансной нелинейностях

$$\tilde{A}'_4(\vec{k}_4, z=0) = \tilde{A}'_{4T}(\vec{k}_4, z=0) + \tilde{A}'_{4R}(\vec{k}_4, z=0).$$

Здесь

$$\tilde{A}'_{4T}(\vec{k}_4, z=0) = -\frac{ik^2}{k_{4z} n_0} \frac{dn}{dT} \tilde{A}_{20} \exp\{C_2(l)\} \times$$

$$\times \int_0^l \delta \tilde{T}_{31} \exp\{-iz(k_{2z} - k_{4z}) - C_2(z) + C_4(z)\} dz,$$

$$\begin{aligned} \tilde{A}'_{4R}(\vec{k}_4, z=0) &= \frac{k\alpha_0 b \tilde{A}_{10} \tilde{A}_{20} \tilde{A}_{30}^* \exp\{C_2(l)\}}{k_{4z}} \times \\ &\times \int_0^l \frac{\exp\{-C_1(z) - C_2(z) - C_3^*(z) + C_4(z) - i\Delta z\}}{(1+bI_0)^2} dz. \end{aligned} \quad (12)$$

На быстро изменяющуюся в пространстве составляющую температуры, а значит, и амплитуду волны, возникающей в результате четырёхволнового взаимодействия на тепловой нелинейности, существенное влияние оказывает изменение интенсивности волн накачки, обусловленное наличием резонансной нелинейности.

Как следует из (11), (12) с учётом (6), при четырёхволновом взаимодействии плоских волн в тонкой нелинейной среде основной вклад в объектную волну даёт резонансная нелинейность при условии, что

параметр $g = \frac{dn}{dT} \frac{1}{n_0 k \Delta c_p v b \sin^2 \theta}$ (θ – угол между первой волной накачки и сигнальной волной) на много меньше единицы. Если параметр $g \gg 1$, то основной вклад в объектную волну даёт тепловая нелинейность.

2. Обсуждение результатов

На рис. 1 приведены характерные графики зависимости модулей амплитуд объектной волны от толщины нелинейного слоя, полученные путём численного анализа выражений (10)–(12) при условии, что вклад тепловой и резонансной нелинейностей сравним.

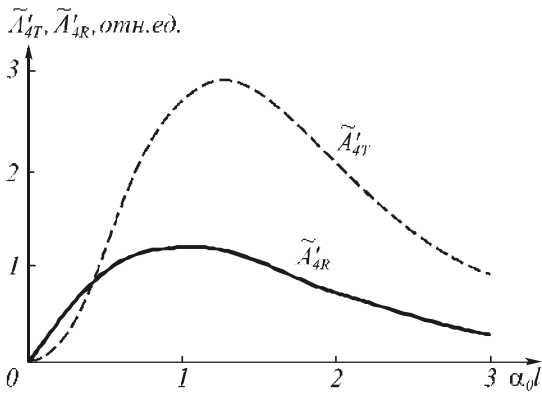


Рис. 1. Зависимость модуля амплитуды объектной волны от толщины нелинейного слоя ($\theta = 3$ град, $bI_{10} = 1$)

Графики построены при условии, что волны накачки распространяются строго вдоль оси Z и при следующих значениях параметров:

$$k/\alpha_0 = 100, \quad \frac{I_{10}}{v \Delta c_p \alpha_0 n_0} \frac{dn}{dT} = 1.$$

Значения амплитуд \tilde{A}'_{4T} и \tilde{A}'_{4R} с ростом толщины нелинейного слоя вначале возрастают, а затем уменьшаются. Причём оптимальные толщины нелинейной среды l_{optT} и l_{optR} , при которых значения амплитуд волн \tilde{A}'_{4T} и \tilde{A}'_{4R} достигают наибольшего значения, различны.

С увеличением интенсивности волны накачки происходит уменьшение коэффициента поглощения и, как следствие этого, увеличение оптимальных толщин l_{optT} и l_{optR} (рис. 2).

При этом растёт также и значение амплитуды объектной волны \tilde{A}'_{4R} , соответствующее l_{optR} . Рост значения l_{optT} приводит вначале к увеличению, а затем к уменьшению $\tilde{A}'_{4T}(l_{optT})$ (рис. 3).

В приближении плоских волн накачки угловая зависимость амплитуды объектной волны, возникающей в результате четырёхволнового взаимодействия на резонансной нелинейности, отсутствует [8]. Амплитуда волны, возникающей в результате четырёхволнового взаимодействия на тепловой нелинейности, с увеличе-

нием угла между сигнальной волной и первой волной накачки, уменьшается. Для характеристики угловой зависимости амплитуды \tilde{A}'_{4T} введём понятие ширины полосы углов ($\Delta\theta$), определяемое из соотношения

$$|\tilde{A}'_{4T}(\theta = \Delta\theta)| = \frac{1}{2} |\tilde{A}'_{4T}(\theta = 0)|.$$

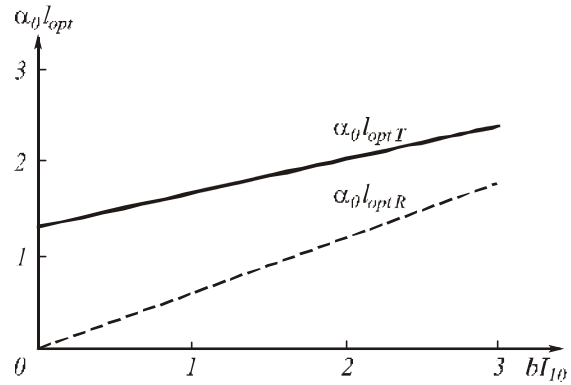


Рис. 2. Зависимость оптимальных толщин от интенсивности волны накачки ($\theta = 1$ град)

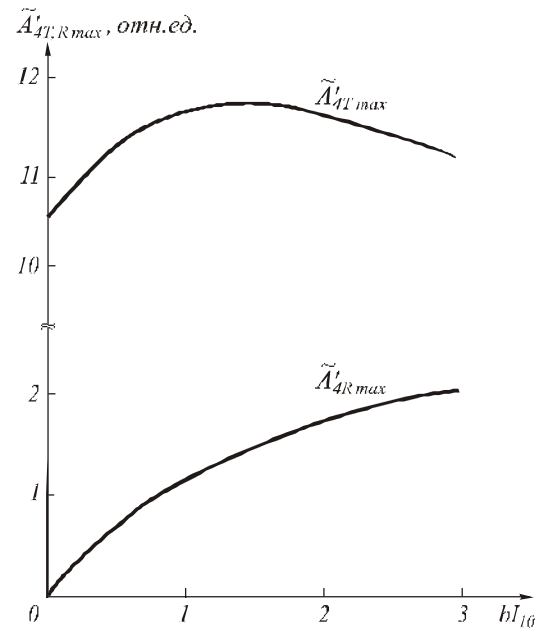


Рис. 3. Зависимость модуля амплитуды объектной волны, соответствующего оптимальной толщине среды, от интенсивности волны накачки ($\theta = 1$ град)

Ширина полосы углов, соответствующая оптимальной толщине нелинейной среды $\Delta\theta_1 = \Delta\theta(l_{optT})$, с увеличением интенсивности волны накачки монотонно уменьшается (рис. 4).

При фиксированной толщине нелинейной среды увеличение интенсивности волн накачки слабо влияет на угловую зависимость амплитуды \tilde{A}'_{4T} . Так, при изменении нормированной интенсивности волн накачки bI_{10} в пределах от 0,1 до 3, относительное изменение ширины полосы углов при $\alpha_0 l = 0,8$ составляет 0,4%, при $\alpha_0 l = 4 - 3,6\%$.

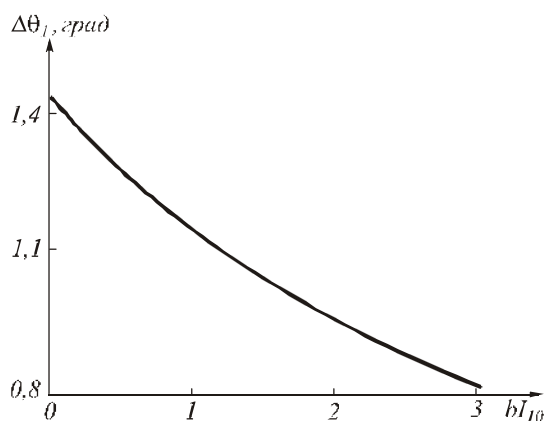


Рис. 4. Зависимость ширины полосы углов, соответствующей оптимальной толщине среды, от интенсивности волны накачки

В рамках параксиального приближения угловой поворот второй волны накачки относительно первой при фиксированной толщине нелинейного слоя не меняет ширину углового спектра волны, возникающей при четырёхволновом взаимодействии на тепловой нелинейности, при этом резко уменьшается ширина углового спектра волны, возникающей при четырёхволновом взаимодействии на резонансной нелинейности. Однако вплоть до значений $k/\alpha_0 < 2000$ и $\alpha_0 l < 2$ ширина углового спектра волны \tilde{A}'_{4T} меньше ширины углового спектра волны \tilde{A}'_{4R} .

Тот факт, что объектная волна представляет сумму двух волн с различной пространственной селективностью, позволяет использовать четырёхволновой преобразователь с учётом двух типов нелинейности для динамической фильтрации неоднородностей в системе «нелинейная среда – четырёхволновой преобразователь – нелинейная среда». Изменяя интенсивность волны накачки, можно увеличивать долю «резонансной» составляющей волны \tilde{A}'_{4R} и, тем самым, компенсировать мелкие неоднородности или, наоборот, увеличивать долю «тепловой» составляющей волны \tilde{A}'_{4T} и компенсировать крупные неоднородности.

Благодарности

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Государственный контракт № 14.740.11.0063).

Литература

1. **Воронин, Э.С.** Использование вырожденных параметрических процессов для коррекции волновых фронтов (обзор) / Э.С. Воронин, В.М. Петникова, В.В. Шувалов // Квантовая электроника. – 1981. – Т. 8, № 5. – С. 917-935. – ISSN 0368-7147.
2. **Бень, В.Н.** О передаче изображения через неоднородные среды с помощью ОВФ / В.И. Бень, С.В. Бондаренко, Е.В. Ивакин, А.И. Кицак, К. Пушкарова, А.С. Рубанов // Физические основы и прикладные вопросы голографии: сб. статей. – Л.: 1984. – С. 110–119.

3. **Дмитриев, В.Г.** Нелинейная оптика и обращение волнового фронта / В.Г. Дмитриев – М.: Физматлит, 2003. – 256 с.
4. **Воронин, Э.С.** Компенсация фазовых искажений при вырожденном четырёхчастотном взаимодействии / Э.С. Воронин, И.В. Ивахник, В.М. Петникова, В.С. Соломатин, В.В. Шувалов // Квантовая электроника. – 1979. – Т. 6, № 9. – С. 2009-2015. – ISSN 0368-7147.
5. **Ивахник, В.В.** Точность обращения волнового фронта (ОВФ) при четырёхфотонном параметрическом взаимодействии / В.В. Ивахник, Г.Э. Некрасова, В.И. Никонов // Оптика и спектроскопия. – 1990. – Т. 68, № 3. – С. 620-624. – ISSN 0030-4034.
6. **Ивахник, В.В.** Функция размытия точки четырёхволнового «ОВФ-зеркала» на тепловой нелинейности / В.В. Ивахник, В.И. Никонов // Оптика и спектроскопия. – 1997. – Т. 82, № 1. – С. 55-59. – ISSN 0030-4034.
7. **Ивахник, В.В.** Четырёхволновое преобразование излучения на тепловой нелинейности в двумерном многомодовом световоде / В.В. Ивахник, В.И. Никонов, Т.Г. Харская // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 5-11. – ISSN 1810-3189.
8. **Ivakhnik, V.V.** Angular dependence of diffraction of a dynamic hologram in a reversible photochromatic medium / V.V. Ivakhnik, V.I. Nikonov, E.V. Shilnikova // Компьютерная оптика. – 2002. – Вып. 24. – С. 94-98. – ISSN 0134-2452.
9. **Туморин, В.В.** О роли тепловой нелинейности при вырожденных взаимодействиях в насыщенных лазерных средах / В.В. Туморин, Н.Н. Ильичев // Квантовая электроника. – 2007. – Т. 37, № 9. – С. 821-826. – ISSN 0368-7147.
10. **Жердиенко, В.В.** Попутное четырёхпучковое взаимодействие в резонансных средах с тепловой нелинейностью / В.В. Жердиенко, С.А. Лесник, А.И. Хижняк // Украинский физический журнал. – 1985. – Т. 30, № 12. – С. 1788-1792. – ISSN 0503-1265.
11. **Ивакин, Е.В.** Обращение волнового фронта световых пучков в растворах сложных органических красителей / Е.В. Ивакин, В.В. Кабанов, А.М. Лазарук. – Минск: Препринт ИФ АН БССР, 1982. – № 258. – 30 с.
12. **Кабанов, В.В.** Энергетическая эффективность обращения волнового фронта при вырожденном четырёхволновом взаимодействии в растворах красителей / В.В. Кабанов, А.С. Рубанов // Квантовая электроника. – 1982. – Т. 9, № 6. – С. 1277-1280. – ISSN 0368-7147.
13. **Васильев, Л.А.** Обращение волнового фронта при четырёхволновом взаимодействии в среде с тепловой нелинейностью / Л.А. Васильев, М.Г. Галушкин, А.М. Серёгин, Н.В. Чебуркин // Квантовая электроника. – 1982. – Т. 9, № 8. – С. 1571-1575. – ISSN 0368-7147.

References

1. **Voronin, E.S.** Use of degenerate parametric processes for wave front correction (review) / E.S. Voronin, V.M. Petnikova, V.V. Shuvalov // Soviet Journal of Quantum Electronics. – 1981. – V. 11, No. 5. – P. 551-561. – ISSN 0049-1748. – (in Russian).
2. **Ben', V.N.** About transfer of the image through nonuniform medium by means of wavefront reversal // V.N. Ben', S.V. Bondarenko, E.V. Ivakin, A.I. Kitsak, K. Pushkarova, A.S. Rubanov // Physical bases and applied questions of holography. – Leningrad, 1984. – P. 110-119. – (in Russian).
3. **Dmitriev, V.G.** Nonlinear Optics and WaveFront Reversal / V.G. Dmitriev – Moscow: "Fizmatlit" Publisher, 2003. – 256 p. – (in Russian).

4. **Voronin, E.S.** Compensation of phase distortions in degenerate four-frequency interaction / E.S. Voronin, V.V. Ivakhnik, V.M. Petnikova, V.S. Solomatin, V.V. Shuvalov // Soviet Journal of Quantum Electronics. – 1979. – V. 9, No. 9. – P. 1180-1184. – ISSN 0049-1748. – (in Russian).
5. **Ivakhnik, V.V.** Precision of reversed wave front under four-photon parametric interaction / V.V. Ivakhnik, G.E. Nekrasova, V.I. Nikonov // Optics and Spectroscopy. – 1990. – V. 68, No. 3. – P. 620-624. – ISSN 0030-4034. – (in Russian).
6. **Ivakhnik, V.V.** The point spread function of four - wave phase - conjugating mirror on the basis of thermal nonlinearity / V.V. Ivakhnik, V.I. Nikonov // Optics and Spectroscopy. – 1997. – V. 82, No. 1. – P. 47-51. – ISSN 0030-4034. – (in Russian).
7. **Ivakhnik, V.V.** The four-wave radiation converter on thermal nonlinearity in optical waveguide / V.V. Ivakhnik, V.I. Nikonov, T.G. Harskaya // Physics of Wave Processes and Radiotechnical Systems. – 2006. – V. 9, No. 1. – P. 5-11. – ISSN 1810-3189. – (in Russian).
8. **Ivakhnik, V.V.** Angular dependence of diffraction of a dynamic hologram in a reversible photochromatic medium / V.V. Ivakhnik, V.I. Nikonov, E.V. Shilnikova // Computer Optics. – 2002. – V. 24. – P. 94-98. – ISSN 0134-2452.
9. **Tumorin, V.V.** On the role of thermal nonlinearity in degenerate interactions in saturated laser media / V.V. Tumorin, N.N. Il'ichev // Quantum Electronics. – 2007. – V. 37, No. 9. – P. 821-826. – ISSN 0049-1748.
10. **Zherdienko, V.V.** Forward four-wave mixing in resonant media with thermal nonlinearity / V.V. Zherdienko, S.A. Lesnik, A.I. Khizhnyak // Ukrainian Journal of Physics. – 1985. – V. 30, № 12. – P. 1788-1792. – ISSN 0503-1265.
11. **Ivakin, E.V.** Wavefront reversal of light beams in complex organic dye solutions / E.V. Ivakin, V.V. Kabanov, A.M. Lazaruk. – Minsk: Preprint IP AS BSSR, 1982. – No. 258. – 30 p. – (in Russian).
12. **Kabanov, V.V.** Energy efficiency of wavefront reversal in degenerate fourwave interaction in dye solutions / V.V. Kabanov, A.S. Rubanov // Soviet Journal of Quantum Electronics. – 1982. – V. 12, No. 6. – P. 810-812. – ISSN 0049-1748.– (in Russian).
13. **Vasil'ev, L.A.** Wavefront reversal in four-wave interaction in a medium with a thermal nonlinearity / L.A. Vasil'ev, M.G. Galushkin, A.M. Seregin, N.V. Cheburkin // Soviet Journal of Quantum Electronics. – 1982. – V. 12, No. 8. – P. 1007-1009. – ISSN 0049-1748.– (in Russian).

FOUR-WAVE INTERACTION WITH ALLOWANCE FOR THERMAL AND RESONANT NONLINEARITIES

A.A. Akimov, E.V. Vorobjeva, V.V. Ivakhnik
Samara State University

Abstract

The interaction of four monochromatic waves in counter pumping waves scheme and with allowance for thermal and resonant nonlinearities is investigated within the limits of the scalar theory. Dependence of the object wave amplitude module on a thickness of a nonlinear layer under condition of temperature invariance on sides of a nonlinear layer is obtained. The angular selectivity of four-wave converter is investigated.

Key words: four-wave interaction, thermal nonlinearity, resonant nonlinearity.

Сведения об авторах

Акимов Александр Александрович, 1988 года рождения. Инженер кафедры оптики и спектроскопии Самарского государственного университета. Область научных интересов: нелинейная оптика, динамическая голография.
E-mail: alexakimov50@mail.ru

Aleksandr Aleksandrovich Akimov (b. 1988). Engineer of Chair of Optics and Spectroscopy of Samara State University. Research interests include nonlinear optics and dynamic holography.

Воробьева Елена Владимировна, 1977 года рождения. Кандидат физико-математических наук, ведущий инженер кафедры оптики и спектроскопии Самарского государственного университета. Область научных интересов: динамическая голография.

E-mail: loginovaely@mail.ru

Elena Vladimirovna Vorobjeva (b. 1977). Candidate in Physics & Maths, lead engineer of Chair of Optics and Spectroscopy of Samara State University. Research interests include dynamic holography.

Ивахник Валерий Владимирович, 1951 года рождения. Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой оптики и спектроскопии, декан физического факультета Самарского государственного университета. Область научных интересов: нелинейная оптика, динамическая голография.

E-mail: ivakhnik@ssu.samara.ru

Valery Vladimirovich Ivakhnik (b.1951). Doctor in Physics & Maths, professor, Head of Chair of Optics and Spectroscopy, Dean of Faculty of Physics of Samara State University. Research interests include nonlinear optics and dynamic holography.

Поступила в редакцию 11 октября 2010 г.