

О НОВОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ НЕПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА

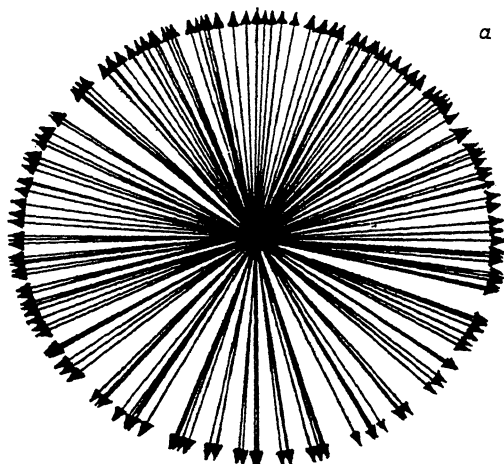
И. И. Ганчеренок, И. В. Шапочкина, В. А. Гайсенек

Известно, что неполяризованный (естественный) квази-монокроматический свет характеризуется определенной поляризационной микроструктурой и существует целый ряд как классических моделей такого света [1,2], так и недавно описанных состояний неполяризованного света в квантовой оптике [3]. При прохождении неполяризованного света через фазовые пластинки и оптически активные устройства его поляризационная микроструктура должна в общем случае измениться. Однако непосредственный поляризационный анализ не позволяет обнаружить эти изменения. С.И.Вавилов [1,2] впервые показал возможность выявления микроструктуры измененного таким путем света в интерференционно-эллипсометрическом эксперименте. Несомая неполяризованным светом информация о его поляризационной микроструктуре может быть зафиксирована и восстановлена поляризационно-голографическим методом [4-6]. В настоящем письме, следуя вавиловскому выводу [1] "о необходимости дифференциации и углубления понятия о естественном свете, о его микроструктуре", мы сообщаем о новой возможности изучения классических состояний полностью неполяризованного света, которые мы назвали "ежик" и "клубок". Компьютерные образы этих состояний показаны на рисунке, *a* и *b* соответственно. Состояние "ежик" представляет собой линейно поляризованный свет с равномерно распределенным азимутом, а "клубок" — эллиптическое состояние света со случайными азимутом и эллиптичностью [7].

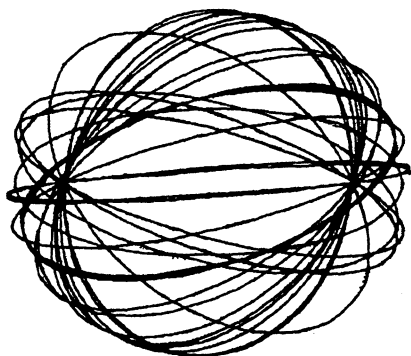
Наш подход основывается на положениях, развитых нами для нахождения параметров генерации лазеров на красителях с изотропным резонатором при относительно слабых уровнях возбуждения [8,9].

Дальнейшее наше исследование ограничим двумя наиболее часто реализуемыми в эксперименте вариантами геометрии накачки: продольным и поперечным.

Продольный вариант. В этом случае степень поляризации излучения генерации (определяемая как отношение



а



б

Компьютерные образы состояния неполяризованного света.

а — «ежик» (150 реализаций случайного азимута), б — «клубок» (20 реализаций случайного эллиптического состояния).

разности интенсивностей генерируемых поляризационных мод к их сумме) оказывается нечувствительной к характеру поляризационной микроструктуры неполяризованного света и так же, как в случае с излучением накачки циркулярной поляризации, тождественно равна нулю.

Поперечный вариант. Рассмотрим вначале случай, когда флуктуациями интенсивности накачки можно пренебречь [10]. Тогда, выполняя стандартную операцию усреднения как по ориентациям молекул красителя в растворе, так и по случайным параметрам поляризации накачки, для степени поляризации генерируемого излучения имеем следующее выражение для состояний:

“ежик”:

$$P_h = \frac{-7 - 12\alpha + 630\frac{\kappa}{\alpha}}{63 - 30\alpha - 840\frac{\kappa}{\alpha}}, \quad (1)$$

“клубок”:

$$P_t = \frac{-14 - 3\alpha + 1260\frac{\kappa}{\alpha}}{126 - 65\alpha - 1680\frac{\kappa}{\alpha}}, \quad (2)$$

где α — коэффициент нелинейности накачки, а κ представляет собой отношение безразмерных коэффициентов потерь и усиления.

В случае, когда интенсивность излучения накачки (I) является случайной величиной и подчиняется закону распределения [7],

$$f(I) = \frac{4I}{\langle I \rangle^2} \exp \left\{ -\frac{2I}{\langle I \rangle} \right\}, \quad 0 \leq I < \infty. \quad (3)$$

Соответствующие выражения для степени поляризации принимают вид

$$P'_h = \frac{-7 - 18\alpha + 630\frac{\kappa}{\alpha}}{63 - 45\alpha - 840\frac{\kappa}{\alpha}}, \quad (4)$$

$$P'_t = \frac{-14 - \frac{9}{2}\alpha + 1260\frac{\kappa}{\alpha}}{126 - \frac{15}{2}\alpha - 1680\frac{\kappa}{\alpha}}. \quad (5)$$

Приведем теперь численные оценки значений P_i и P'_i ($i = h, t$) (см. таблицу), сохранив в результате две значащие цифры и воспользовавшись для параметров α и κ оценками, приведенными в работе [9].

Интенсивность	Поляризация	
	“Ежик”	“Клубок”
Const	0.41	0.59
Случайная	0.41	0.78

Анализ выражений (1), (2), (4), (5) и таблицы показывает, что степень поляризации излучения генерации лазера на красителе в ортогональной геометрии возбуждения может служить параметром-индикатором поляризационной микроструктуры полностью неполяризованного излучения накачки. Следует также отметить, что при накачке полностью поляризованным (циркулярно) излучением перпендикулярно оси резонатора выражения для степени поляризации при

регулярной и случайной (распределение подчиняется экспоненциальному закону [7]) интенсивности накачки имеют вид

$$P_c = \frac{-7 - 8\alpha + 630\frac{\alpha}{\alpha}}{63 - 20\alpha - 840\frac{\alpha}{\alpha}}, \quad (6)$$

$$P'_c = \frac{-7 - 16\alpha + 630\frac{\alpha}{\alpha}}{63 - 40\alpha - 840\frac{\alpha}{\alpha}}, \quad (7)$$

так что в качестве численных оценок имеем: $P_c \approx 0.41$ и $P'_c \approx 0.44$. Значение P_c совпадает с тем, что получено для P_h и P'_h .

Таким образом, нами предсказывается зависимость степени поляризации генерируемого лазерами на красителе излучения от поляризационной микроструктуры полностью деполаризованной поперечной накачки. Изучение такой зависимости может позволить углубить знания о поляризационных особенностях неполяризованного света, "приготовленного" различными способами (см., например, [11,12]).

Список литературы

- [1] Вавилов С.И. Микроструктура света. М., 1950. С. 117-120.
- [2] Вавилов С.И. // Изв. АН СССР. 1932. Сер. 7. В. 10. С. 1451-1458.
- [3] Карасев В.П., Масалов А.В. // Оптика и спектроскопия. 1993. Т. 74. В. 5. С. 928-936.
- [4] Какичашвили Ш.Д. // ЖТФ. 1989. Т. 59. В. 2. С. 26-34.
- [5] Какичашвили Ш.Д., Вардосанидзе З.В. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В. 19. С. 1180-1183.
- [6] Вардосанидзе З.В. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 10. С. 35-39.
- [7] Barakat R. // Optica Acta. 1985. V. 32. N 3. P. 295-312.
- [8] Ганчеренок И.И. // ЖПС. 1990. Т. 52. В. 6. С. 921-925.
- [9] Ганчеренок И.И., Жвалевский А.В., Клищенко А.П., Козлов И.Н. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 12. С. 28-31.
- [10] Азманов С.А., Чиркин А.С. Статистические явления в нелинейной оптике. М., 1971. С. 16-20.
- [11] Бергнер Й. А. с. 1083146 СССР. МКИ³ G 02 В 5/30. Оpubл. в Б.И., 1984. № 2.
- [12] Гаерилук В.В., Самарцев А.А. А. с. 1545182 СССР. МКИ³ G 02 В 5/30. Оpubл. в Б.И., 1990. № 7.

Поступило в Редакцию
21 февраля 1994 г.

В окончательной редакции
27 августа 1994 г.