

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(26—27 марта 1986 г.)

26 и 27 марта 1986 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

26 марта

1. В. Е. Захаров. Полуклассическая теория сверхизлучения.
2. А. М. Леонтович, А. М. Можаровский, Е. Д. Трифонов. Когерентное усиление, отражение и индуцированное сверхизлучение в активированных средах.
3. В. В. Железняков, В. В. Кочаровский, Вл. В. Кочаровский. Волны поляризации и сверхизлучение.
4. С. Н. Андрианов, Ю. В. Набойкин, В. В. Самарцев, Н. Б. Силаева, Ю. Е. Шейбут. Оптическое сверхизлучение в кристалле дифенила с пиреном.

27 марта

5. М. Г. Щепкин. Майорановские нейтрино и двойной бета-распад.
6. О. Я. Зельдович, И. В. Кирпичников, А. С. Старостин. Двойной бета-распад: современное состояние эксперимента.
7. Л. А. Микаэлян. Нейтринные эксперименты на реакторе Ровенской атомной электростанции.

Краткое содержание пяти докладов публикуется ниже.

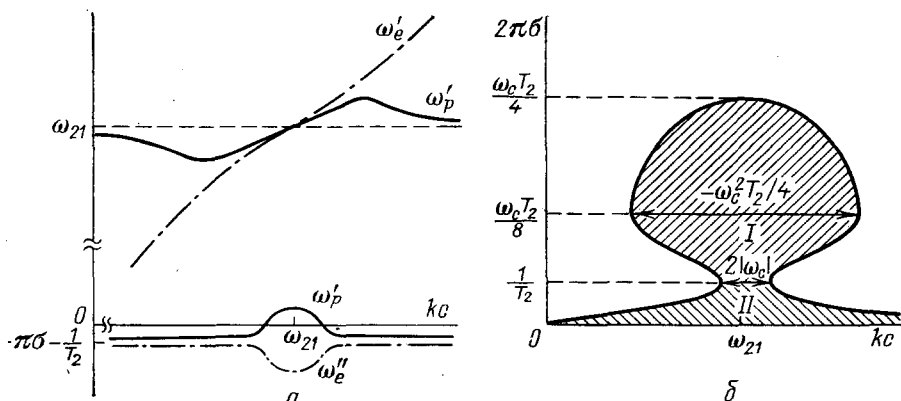
В. В. Железняков, В. В. Кочаровский, Вл. В. Кочаровский. В о л н ы п о л я р и з а ц и и и с в е р х и з л у ч е н и е. В докладе суммированы основные представления и результаты макроскопического подхода к проблеме описания нестационарных когерентных коллективных оптических процессов в активных средах и прежде всего сверхизлучения Дике. Для исследования физической природы сверхизлучения и его свойств в макроскопических образцах использован метод анализа нормальных волн активной среды и коллективных мод возбуждения ограниченных образцов. Он базируется на уравнениях так называемого полуклассического описания взаимодействия среды с электромагнитным полем. Указанный метод, обычный в электродинамике сплошных сред, оказался весьма плодотворным и в новой области своего приложения. Он позволил непосредственно учесть коллективный характер поведения молекул в самосогласованном поле.

В литературе по этому вопросу до последнего времени преобладал микроскопический подход, основанный на представлениях квантовой электродинамики системы отдельных молекул и поля в вакууме. Однако, как

известно, переход от этих исходных микроскопических представлений к непосредственному вычислению наблюдаемых макроскопических характеристик коллективных процессов сопряжен со значительными, в большинстве случаев непреодолимыми, трудностями.

Результаты макроскопического подхода к указанной проблеме, основанного на изучении собственных возбуждений активной среды и поля в рамках электродинамики сплошных сред, относятся, главным образом, к системам инвертированных двухуровневых молекул (см., в частности, ¹⁻⁵).

Свойства собственных возбуждений активной среды двухуровневых молекул детально изучены в работах ^{1,5}, где показано, что наряду с волнами электромагнитного типа, близкими к волнам в вакууме, существуют



a — Дисперсионные ветви $\omega_{e,p}(k) = \omega'_{e,p} + i\omega''_{e,p}$ нормальных волн $\propto \exp(ikz - i\omega t)$ в инвертированной двухуровневой среде с однородным уширением спектральной линии $1/T_2$ и «фоновой» электропроводностью σ . При $1/T_2 < 2\pi\sigma < -\omega_c^2 T_2^2/4$ инкрементом $\omega''_p > 0$ обладает волна поляризации, а электромагнитная волна затухает ($\omega''_e < 0$). Величина ω_c называется кооперативной частотой двухуровневой среды и определяется плотностью разности населенностей $\Delta N = N_1 - N_2$, частотой ω_{21} и дипольным моментом d двухуровневого перехода: $\omega_c^2 = 8\pi d^2 \Delta N \omega_{21} / 3\hbar$. *б* — Области диссипативной неустойчивости волны поляризации (I) и мазерной неустойчивости электромагнитной волны (II)

нормальные волны других типов. К их числу относятся волны поляризации, в которых относительная амплитуда колебаний поляризации активной среды значительно больше, чем в электромагнитной волне (см. рисунок). В инвертированной среде волна поляризации обладает отрицательной энергией. Поэтому, как показывает решение начальной задачи, при наличии диссипативных потерь энергия волны поляризации с течением времени уменьшается, становясь все более отрицательной, т. е. амплитуда волны поляризации растет. В результате возникает диссипативная неустойчивость волны поляризации, тогда как обычная мазерная неустойчивость электромагнитной волны положительной энергии при этом исчезает.

При изучении ограниченных образцов в форме плоского слоя и шара установлено, что физическим механизмом сверхизлучения, реализующегося в инвертированной среде в условиях слабой некогерентной релаксации, является диссипативная неустойчивость волны поляризации отрицательной энергии, развивающаяся благодаря потерям энергии на излучение через границы активного образца ^{1,2}. Сильное влияние на свойства сверхизлучения оказывают малые отражения. Обычно коэффициента отражения $R \sim 10^{-2} - 10^{-4}$ достаточно для перехода от режима сверхизлучения волн с непрерывным спектром к режиму сверхизлучения поляритонных мод с дискретным спектром. Для последнего характерно меньшее время задержки и синхронное сверхизлучение одинаковых импульсов из противоположных торцов протяженного образца. На форму и интенсивность импульса сверх-

излучения влияет также наличие распределенных потерь. Их увеличение переводит сверхизлучение из осцилляторного в одноимпульсное. Благодаря диссипативной неустойчивости волны поляризации за счет объемных омических потерь в инвертированной среде может развиваться процесс сверхпоглощения^{1,2,4}, аналогичный сверхизлучению и приводящий к импульсному переходу в тепло запасенной в среде внутренней энергии молекул. Существует аналогия между процессами сверхизлучения в квантовой радиофизике и диссипативной неустойчивости в классической электронике и физике плазмы.

Развито описание квантово-статистических свойств нестационарных коллективных процессов, основанное на феноменологическом квантовании собственных возбуждений активной среды и поля (нормальных волн или мод в активном образце)^{2,3}. Наблюдаемые флуктуации параметров сверхизлучения связаны с тем, что в процессе развития диссипативной неустойчивости происходит перенос квантовых флуктуаций коллективных возбуждений молекул и поля на макроскопический уровень. Зависимость статистики сверхизлучения от формы образца определяется числом диссипативно неустойчивых поляритонных мод, а не конкретной геометрией образца^{2,3}.

Указанные представления позволили дать новую интерпретацию эффекта сверхизлучения Дике, связав его с диссипативной неустойчивостью волны поляризации. Эти представления могут быть использованы для более полного макроскопического описания свойств нестационарных коллективных оптических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железняков В. В., Кочаровский В. В., Кочаровский Вл. В. // ЖЭТФ. 1984. Т. 87. С. 1565.
2. Кочаровский В. В., Кочаровский Вл. В. Квантовая динамика диссипативной неустойчивости поляритонных мод: Препринт ИПФ АН СССР № 110. — Горький, 1984.
3. Kocharovskiy V. V., Kocharovskiy V. V. // Opt. Commun. 1985. V. 53. P. 345.
4. Кочаровский В. В., Кочаровский Вл. В. // Изв. вузов. Сер. «Радиофизика». 1985. Т. 28. С. 1099.
5. Железняков В. В., Кочаровский В. В., Кочаровский Вл. В. Пространственная дисперсия в газе двухуровневых молекул: Препринт ИПФ АН СССР № 126. — Горький, 1985.