

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.

535.41(040)

А. М. Леонтович, А. М. Можаровский, Е. Д. Трифонов. Когерентное усиление, отражение и индуцированное сверхизлучение в активированных средах. Теоретически и экспериментально исследовано когерентное распространение световых импульсов в активированных кристаллах при сохранении фазовой памяти активных центров. Эволюция импульсов света в этом случае подчиняется существенно иным закономерностям, нежели в условиях, которые обычно реализуются в твердотельных лазерах, когда время фазовой релаксации среды меньше длительности импульсов. Исследованные явления относятся к классу переходных оптических процессов, протекающих за столь короткие времена, в течение которых не успевает установиться квази-

стационарное значение поляризации, соответствующей несущей частоте импульса. По этой же причине не возникает необратимое поглощение и наблюдается самоиндуцированная прозрачность.

Сохранение фазовой памяти означает также, что во взаимодействии с электромагнитным полем проявляются суперпозиционные (когерентные) состояния активных центров. В частности, это приводит к сложению дипольных моментов и образованию макроскопической поляризации среды, пропорциональной плотности излучателей. Поэтому в рассматриваемых процессах когерентностью обладает не только электромагнитное поле, но и состояние активной среды.

В результате выполненных исследований сформировалась общая физическая картина когерентных оптических процессов в инвертированных средах. В частности, прослежена связь когерентного усиления ультракоротких импульсов со сверхизлучением Дике.

Развиты методы нахождения общих решений уравнений Максвелла — Блоха, удовлетворяющих любым начальным и граничным условиям и точно описывающих эффекты распространения и запаздывания¹. При этом достаточно корректно были учтены как однородное, так и неоднородное уширения спектральной линии². Это позволило проводить расчеты импульсов сверхизлучения и когерентного усиления для ситуаций, достаточно близких к экспериментальным.

Теоретически исследовано резонансное нелинейное отражение. Показано, что полное отражение соответствует условию сохранения фазовой памяти в пограничном слое толщины $\sim \lambda$. При этом интенсивность падающего поля должна быть такой, чтобы период Раби не превышал времени сверхизлучения для этого слоя.

Проведено исследование когерентного распространения световых импульсов в активированных кристаллах (рубине и Nd : ИАГ) при 100 К различных площадях входных импульсов и различных соотношениях между характерным временем сверхизлучения, длительностью импульса и временем фазовой релаксации: индуцированное сверхизлучение, летаргическое усиление, когерентное усиление π -импульса. Наблюдались также аналоги этих режимов в неинвертированных средах: самоиндуцированная прозрачность и летаргическое поглощение.

В экспериментах по когерентному усилению обнаружены основные особенности автомоделного импульса. Наблюдались импульсы с осциллирующей огибающей³. Установлено, что осцилляции интенсивности соответствуют знакопеременным осцилляциям огибающей поля⁴. Зафиксировано сжатие временной структуры импульса при его усилении. В 3-каскадном усилителе на рубине получены импульсы длительностью 5—10 пс, что в 5—10 раз меньше обратной ширины линии усиливающего перехода⁵.

Теоретически предсказан⁶ и экспериментально зарегистрирован⁷ эффект расщепления спектра сверхизлучения и когерентного усиления. Дублетную структуру спектра можно рассматривать как проявление динамического эффекта Штарка в поле импульса. Величина расщепления имеет порядок частоты Раби, и это дает возможность делать оценки интенсивности излучения по его спектру.

Определены пороговые условия по усилению для развития сверхизлучения. Наличие процессов релаксации приводит к тому, что ниже порогового усиления кооперативный процесс подавляется. В этих условиях инверсия в активной среде может быть накоплена с помощью медленной накачки на интервале, значительно превышающем характерное время сверхизлучения. Показано, что в реальных условиях эксперимента возбуждение является допороговым и спонтанное развитие сверхизлучения невозможно. В этом случае импульс сверхизлучения может быть инициирован коротким импульсом малой площади. Этот эффект назван индуцированным сверхизлучением⁸. Импульс индуцированного сверхизлучения наблюдался

нами экспериментально, хотя он был сильно подавлен из-за быстрой фазовой релаксации.

Теоретически и экспериментально исследовано когерентное распространение импульсов малой площади, не меняющих существенным образом инверсию на усиливающем переходе⁹⁻¹¹. Получены отклонения от бэровского закона нарастания мощности излучения (так называемое летаргическое усиление). Прослежен переход к бэровскому усилению при увеличении длительности усиливаемого импульса. Зарегистрированы эффекты преобразования формы импульса, которые при временном описании можно объяснить интерференцией поля излучения и вторичного поля, вызываемого макроскопической поляризацией, которая создается в среде исходным полем. При спектральном описании полученные эффекты можно рассматривать как спектральную селекцию.

Исследованные новые оптические явления представляют значительный интерес в связи с разработкой новых типов лазерных сред, обладающих длительными временами фазовой релаксации, и созданием фемтосекундных лазеров, длительность импульсов в которых становится сравнимой с временами фазовой релаксации в конденсированных средах при комнатной температуре. Обнаруженные эффекты могут быть использованы в спектроскопии для исследования механизмов фазовой релаксации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев А. И., Маликов Р. Ф., Трифионов Е. Д. // ЖЭТФ. 1979. Т. 76. С. 65.
2. Маликов Р. Ф., Малышев В. А., Трифионов Е. Д. // Опт. и спектр. 1982. Т. 53. С. 652.
3. Варнавский О. П., Киркин А. Н., Леонтович А. М., Можаровский А. М., Сатаев И. Р. // Письма ЖЭТФ. 1983. Т. 37. С. 229.
4. Varnavsky O. P., Kirkin A. N., Leontovich A. M., Mozharovskiy A. M. // Opt. Commun. 1984. V. 49. P. 71.
5. Киркин А. Н., Леонтович А. М., Можаровский А. М. // Квант. электрон. 1978. Т. 5. С. 2640.
6. Маликов Р. Ф., Малышев В. А., Трифионов Е. Д. // Опт. и спектр. 1981. Т. 51. С. 406.
7. Варнавский О. П., Киркин А. Н., Леонтович А. М. и др. // ЖЭТФ. 1984. Т. 86. С. 1227.
8. Malikov R. F., Trifonov E. D. // Opt. Commun. 1984. V. 52. P. 74.
9. Бенедикт М. Г., Трифионов Е. Д. // Опт. и спектр. 1985. V. 59. P. 161.
10. Варнавский О. П., Головлев В. В., Киркин А. Н., Можаровский А. М. // Письма ЖЭТФ. 1985. Т. 41. С. 9.
11. Варнавский О. П., Головлев В. В., Киркин А. Н., Можаровский А. М. // Кр. сообщ. физ., ФИАН СССР. 1984. № 9. С. 24.