

УДК 537.523

DOI: 10.17223/00213411/63/8/139

П.А. БАБУШКИН^{1,3}, В.А. ДОНЧЕНКО², А.А. ЗЕМЛЯНОВ^{1,3},
В.К. ОШЛАКОВ¹, Р.В. РЯМБОВ³, А.В. ТРИФОНОВА³

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗРЕЗОНАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В НАНОДИСПЕРСНЫХ АКТИВНЫХ СРЕДАХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ФЕМТОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Приведены экспериментальные результаты измерений энергетических характеристик вынужденного излучения в растворах красителей кумарин-30 и родамин 6Ж с наночастицами при облучении фемтосекундными лазерными импульсами. Показано, что при двухфотонном поглощении пороги вынужденного излучения активной среды с наночастицами в 2.5 раза ниже, чем пороги вынужденного излучения чистой активной среды. При однофотонном поглощении пороги вынужденного излучения активной среды с наночастицами в 1.4 раза ниже, чем пороги вынужденного излучения чистой активной среды.

Ключевые слова: наночастицы, фемтосекундный импульс, пороги вынужденного излучения.

Введение

Получение лазерного излучения в случайно-неоднородных активных средах теоретически было обосновано В.С. Летоховым [1] в 1967 г. В своей работе он предложил возможный механизм формирования обратной оптической связи за счет сильного рассеяния в усиливающей среде. Экспериментально этот эффект был продемонстрирован В.М. Маркушевым [2]. Опыт был проведен на образцах диэлектрических порошков, активированных ионами неодима. Впоследствии лазерную генерацию получали и исследовали в различных случайно-неоднородных активных средах. Сейчас эффект генерации лазерного излучения в таких средах получил название «Random-lasing» или «случайный лазер» [3].

В «классическом лазере» генерация определяется, как правило, двумя факторами – оптическим усилением, которое создается инверсией населенности в возбужденном активном веществе, и формированием обратной связи, осуществляемой резонатором лазера. При этом явление светорассеяния играет в данной ситуации негативную роль и всегда сводится к минимуму. Однако в стохастическом лазере хаотичная сильно рассеивающая среда улучшает условия получения в ней лазерного эффекта.

В работе [4] автор Н. Сао дает определение стохастическому лазеру – это безрезонаторный лазер (в виду отсутствия внешних зеркал), в котором механизм положительной обратной связи осуществляется за счет рассеяния света в активной среде с оптическими неоднородностями.

По типу получения вынужденного излучения стохастический лазер можно разделить на два класса [3]. Первый – это стохастический лазер на основе растворов лазерных красителей с внедренными наночастицами различных веществ. В таких структурах эффект многократного рассеяния на малых неоднородностях увеличивает время нахождения фотонов вынужденного излучения в возбужденной активной среде. Ко второму классу относят стохастические лазеры, принцип генерации которых основан на возникновении вынужденного излучения в так называемых микрорезонаторах, зеркалами которых являются хорошо отражающие грани микрокристаллов. Замкнутые резонаторы образуются случайным образом во время действия импульса накачки. Композитные лазерно-активные среды привлекают внимание исследователей, в том числе и потому, что пороги генерации в таких активных средах существенно ниже, чем в активных средах без наночастиц [5].

В качестве накачки стохастических лазеров используются твердотельные лазеры наносекундной длительности, кроме того, известно использование в качестве накачки и фемтосекундных лазеров [6]. В силу малых величин длительности фемтосекундное излучение применяется для изучения быстропротекающих физических, химических и биологических процессов, а также в микроскопии и оптической когерентной томографии [7]. Фемтосекундные лазеры могут использоваться в качестве источников излучения для воздействия на живые объекты (ткани, клетки, клеточные органеллы) с целью изменения структур или функций последних не только в фундаментальных исследованиях, но и в клинической практике.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>