

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА

В. И. Лебедев, М. И. Марушенко

Могилевский государственный университет
им. А. А. Кулешова, Могилев
E-mail: vilebedev@newmail.ru

В работе [1] была продемонстрирована генерация регулярных фемтосекундных (фс) импульсов полосковым полупроводниковым лазером без использования методов пассивной или активной синхронизации мод. Спектр излучения такого лазера представляет собой оптическую частотную гребенку, а автокорреляционная функция (АКФ) демонстрирует присутствие единственного фс импульса, циркулирующего в лазерном резонаторе. Указанный режим возникает самопроизвольно при токах накачки ниже пороговых значений для стационарной генерации.

Настоящее сообщение посвящено исследованию особенностей формирования АКФ излучения фс полупроводниковых лазеров при малых токах накачки.

Исследовались стандартные полосковые полупроводниковые лазеры видимого диапазона спектра с длинами волн излучения 0,63 и 0,67 мкм. АКФ регистрировалась с помощью интерферометра Майкельсона с движущимся зеркалом и компьютерной регистрацией зависимости интенсивности излучения от разности хода лучей в интерферометре. Установка изолирована от технических флуктуаций пола лаборатории.

При минимальных токах накачки менее 10 мА АКФ содержит единственный максимум вблизи нулевой разности хода лучей в интерферометре. Ширина контура АКФ обратно пропорциональна ширине спектрального контура люминесценции активной среды лазера. Для больших токов накачки появляются дополнительные максимумы АКФ, возникающие при разности хода лучей, равной длине резонатора лазера (рис. 2, а).

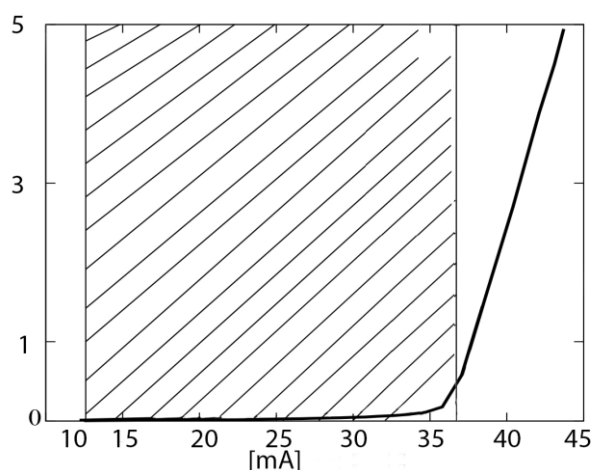


Рис. 1. Зависимость относительной выходной мощности излучения полупроводникового лазера от тока накачки. Заштрихована область сверхизлучения

Это свидетельствует о том, что в выходном излучении лазера появляется периодическая временная структура. Дальнейшее повышение тока накачки приводит к регулярным фемтосекундным пульсациям (рис. 2, б).

Для лазерной многочастотной генерации полупроводниковых лазеров характерна АКФ с последовательно затухающими максимумами, ширина которых монотонно увеличивается. Это свидетельствует о наличии фазовой модуляции несущей частоты излучения [2]. Незатухающий характер АКФ на рис. 2, б свидетельствует о малости фазовой модуляции ультракоротких импульсов, генерируемых лазером.

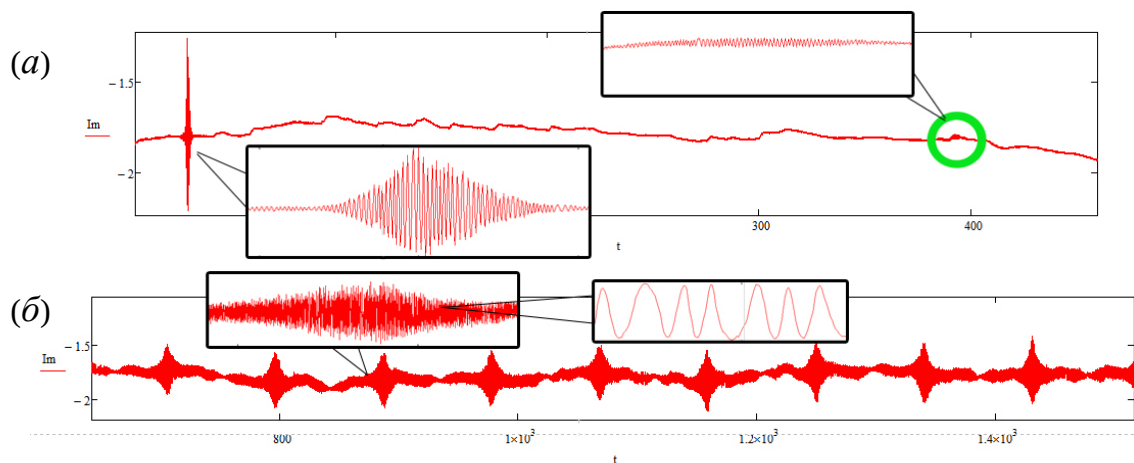


Рис. 2. Автокорреляционная функция излучения лазера при токе накачки $a - 15$ мА, $б - 33$ мА.

Приведенные результаты измерений АКФ позволяют сделать заключение о причине возникновения фемтосекундного импульса в лазере. Рассматриваемый режим генерации существует при токе накачке ниже порога стационарной генерации (рис.1). Это означает, что коэффициент усиления для непрерывного излучения существенно меньше коэффициента потерь излучения. В этих условиях невозможно существование наблюдаемых незатухающих пульсаций излучения. Ситуация существенно иная для эффекта сверхизлучения, когда учитывается кооперативный характер взаимодействия излучения с веществом. Расчеты показывают, что сверхизлучение происходит в виде предельно короткого для данной активной среды импульса. Коэффициент усиления для короткого импульса в этом случае существенно выше, чем для непрерывного излучения.

1. Lebedev V, Kotiashov E, Makarevich V. //Optics Communications. 2011. 284. P. 3008 – 3010.
2. Борисов В. И., Крол А. М., Лебедев В. И. // ЖПС. 1999. Т. 66, N 5. С 707 – 710.