

Влияние насыщения усиления на мощностные и динамические характеристики полупроводниковых лазеров с квантово-размерной активной областью

Е. Д. Кольхалова¹, В. В. Дюделев², М. В. Максимов², Г. С. Соколовский²

¹ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

² ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 292-79-14, эл. почта: amenemhet@inbox.ru

Полупроводниковые лазеры, в первую очередь, лазеры на основе квантово-размерных гетероструктур, выгодно отличающиеся от лазеров других типов своей компактностью и эффективностью, нашли широкое применение во многих областях науки и техники, включающих запись, хранение и передачу информации, накачку оптических усилителей и твердотельных лазеров. Следует особо отметить многочисленные новые применения таких лазеров в фотомедицине и биофотонике, в частности, фото-эпиляцию, лазерную липосакцию и генерацию белков теплового шока [1]. К сожалению, диктуемая новыми применениями необходимость дальнейшего повышения мощности их излучения сталкивается с трудностями, связанными с насыщением ватт-амперной характеристики, обусловленным насыщением усиления, перегревом активной области и нелинейными эффектами не только в непрерывном, но и в импульсном режиме. Поэтому особенно актуальным в настоящее время является изучение насыщения усиления в полупроводниковых лазерах на основе квантоворазмерных гетероструктур при накачке сверхкороткими импульсами тока, т.е. в условиях, исключающих проявление эффектов, связанных с перегревом активной области.

В данной работе на основе анализа скоростных уравнений показано, что даже незначительное отклонение ватт-амперной характеристики от линейной зависимости вследствие насыщения усиления при исключении температурных эффектов свидетельствует о многократном повышении концентрации носителей, необходимой для поддержания генерации, т.е. о повышении «эффективного» порога генерации. Эти выводы согласуются с результатами работ [2, 3], где был показан нетемпературный загиб ватт-амперной характеристики при накачке полупроводниковых лазеров с квантово-размерной областью короткими импульсами тока. Наблюдаемое в этих работах переключение генерации между квантовыми состояниями также говорит о значительном росте концентрации носителей заряда

в активной области. Сделанные нами оценки указывают на ускорение проявления эффектов, связанных с насыщением усиления, при уменьшении объём активной области полупроводникового лазера на основе наногетероструктур. Для подтверждения данной гипотезы нами были проведены комплексные исследования характеристик полупроводниковых лазеров с различным количеством слоёв квантовых точек в активной области. Эксперименты показали более раннее насыщение ватт-амперной характеристики у лазеров с меньшим объёмом активной области и, напротив, уменьшение влияния насыщения усиления при увеличении объёма активной области за счет увеличения количества квантовых слоев. В докладе будут также представлены результаты исследования динамических характеристик лазеров с различным количеством слоёв квантовых точек в активной области, демонстрирующие существенное влияние фактора заполнения на время включения лазера.

Литература

1. G.S.Sokolovskii et al., Int. Conf. Laser Optics, St Petersburg, Russia, 28 June - 2 July 2010.
2. Г.С.Соколовский и др., Письма в ЖТФ, 16, (2008).
3. G.S.Sokolovskii et al., Int. Conf. Laser Optics, St Petersburg, Russia, 24-27 June 2008.