

О МНОГОЧАСТОТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ Er:YLF-ЛАЗЕРА С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ И ПАССИВНЫМ Fe:ZnSe-ЗАТВОРОМ

В.С. Жилина, Д.Ю. Сачков, В.Ю. Храмов

Теоретически исследуются спектрально-энергетические параметры лазерной генерации в кристалле Er:YLF в режиме пассивной модуляции добротности, реализуемой затворами на основе кристаллов Fe:ZnSe.

Ключевые слова: лазер, эрбиевые кристаллы, пассивная модуляция добротности.

Увеличение импульсной мощности лазеров, излучающих в области 3 мкм, способно существенно улучшить результаты воздействия на твердые и мягкие биологические ткани. Одним из возможных способов увеличения импульсной мощности лазера является использование режима модуляции добротности.

В рамках настоящей работы создана теоретическая модель Er:YLF-лазера с диодной накачкой и пассивной модуляцией добротности Fe:ZnSe-затвором. Модель позволяет описать одновременную генерацию на произвольном числе дискретных спектральных линий трехмикронного перехода иона Er^{3+} с учетом процессов нелинейного межзонного взаимодействия по кросс-релаксационным схемам. В работе учитывалась генерация только на трех длинах волн, соответствующих основным максимумам сечения вынужденного излучения кристалла Er:YLF (2,66 мкм, 2,71 мкм и 2,81 мкм [1]), для которых реализована генерация излучения при проведении экспериментальных исследований. Параметры кристалла Fe:ZnSe для этих длин волн заимствованы из работы [2]. Результаты расчетов находятся в хорошем согласии с предварительными данными, полученными на лабораторном макете Er:YLF-лазера с Fe:ZnSe-затвором.

Как и следовало ожидать исходя из данных о сечениях вынужденного излучения и поглощения [1], генерация начинается на длине волны 2,66 мкм, для которой отношение сечения усиления активной среды к сечению поглощения в пассивном затворе является максимальным. После излучения нескольких импульсов на этой длине волны следующие импульсы генерации происходят на длине волны 2,71 мкм, а затем на длине волны 2,81 мкм. Данный эффект смещения длины волны генерации в неселективном резонаторе, в первую очередь, связан с заселением нижнего лазерного уровня $^4T_{13/2}$ и качественно соответствует основным положениям работы [3].

Теоретическое моделирование показало, что существует нетривиальная спектральная зависимость энергии пиков генерации от величины начального коэффициента пропускания пассивного затвора T_0 . В области высоких значений T_0 энергия генерации пика излучения на длине волны 2,66 мкм превышает энергию пиков генерации на больших длинах волн. При уменьшении величины начального пропускания затвора T_0 характер энергетической зависимости меняется на противоположный.

Результаты работы показывают, что в импульсно-периодическом режиме Er:YLF-лазера возможно управление спектром его генерации за счет изменения длительности импульса накачки, средней мощности излучения накачки и скважности следования импульсов. В частности, в неселективном резонаторе осуществим режим генерации в виде последовательности чередующихся по спектру генерации импульсов излучения на длинах волн 2,66 и 2,81 мкм, причем импульсы генерации на длине волны 2,66 мкм могут завершать последовательность импульсов генерации в пачке. Данный режим может найти применение при решении ряда медицинских задач, для которых важен больший коагуляционный эффект при облучении биоткани коротковолновым излучением при завершении хирургических операций.

1. Labb'e C., Doualan J.-L., Girard S., Moncorg'e R., Thuau M. Absolute excited state absorption cross section measurements in $Er^{3+}:\text{LiYF}_4$ for laser applications around 2,8 μm and 551 nm // J. Phys.: Condens. Matter. – 2000. – V. 12. – P. 6943–6957.
2. Kernal J., Fedorov V.V., Gallian A., Mirov S.B., Badikov V.V. 3,9–4,8 μm gain-switched lasing of Fe:ZnSe at room temperature // Optics Express. – 2005. – V. 13. – I. 26. – P. 10608–10615.
3. Иночкин М.В., Назаров В.В., Сачков Д.Ю., Хлопонин Л.В., Храмов В.Ю. Динамика спектра генерации трехмикронного Er:YLF-лазера при полупроводниковой накачке // Оптич. журнал. – 2009. – Т. 76. – № 11. – С. 62–67.

Жилина Вера Сергеевна – СПбГУ ИТМО, студ., vera-sergeevna@yandex.ru; *Сачков Дмитрий Юрьевич* – СПбГУ ИТМО, аспирант, dsachkov@gmail.com; *Храмов Валерий Юрьевич* – СПбГУ ИТМО, д.т.н., проф., зав. кафедрой, vkhramov@gmail.com