

УДК 621.3.038.825.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ АКТИВНЫХ СРЕД ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА СПЕКТРА

Горбаченя К. Н., Полубок С. В., Ардашев В. С.

Белорусский национальный технический университет

Филиал БНТУ НИПИ

Национальный детский технопарк

E-mail: gorby@bntu.by

**Summary.** *The spectroscopic properties of novel crystalline materials for solid-state lasers emitting in the IR spectral range were demonstrated. The absorption and luminescence spectra as well as luminescence kinetics were investigated.*

Разработка новых активных сред твердотельных лазеров ближнего инфракрасного диапазона является актуальным вопросом. Твердотельные лазеры на основе кристаллов с ионами редкоземельных элементов переживают мощный подъем в последнее время [1]. В данной работе проведено исследование спектроскопических и генерационных свойств новых кристаллических активных сред твердотельных лазеров ближнего ИК спектрального диапазона.

Исследование абсорбционных свойств проводилось при использовании образцов кристаллов, изготовленных в виде полированных плоскопараллельных пластинок. Измерение производилось при комнатной температуре на двухлучевом спектрофотометре Cary 5000 в спектральных областях 300–900 нм для ионов  $\text{Nd}^{3+}$  и 800–1050 нм для ионов  $\text{Yb}^{3+}$ . Измерение спектров люминесценции проводилось по методу синхронного детектирования. В качестве источника возбуждения люминесценции использовался InGaAs полупроводниковый лазерный диод с волоконным выводом излучения на длине волны около 980 нм. Излучение лазерного диода фокусировалось на исследуемый образец. Излучение люминесценции собиралось на входной щели монохроматора МДР-23. Сигнал с фотоприемника обрабатывался синхронным усилителем. Измерения времени жизни проводились с использованием параметрического генератора света, накачиваемого третьей гармоникой Nd:YAG лазера, работающего в режиме активной модуляции добротности. Затухание люминесценции регистрировалось с помощью фотодиода InGaAs и цифрового осциллографа с частотой 500 МГц.

В качестве объектов исследования выступали кристаллы  $\text{Nd}:\text{LaAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$ ,  $\text{Yb}:\text{GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ ,  $\text{Er}, \text{Yb}:\text{YMgB}_5\text{O}_{10}$ . Спектры поглощения данных кристаллов представлены на рисунке 1. Спектр поглощения кристалла  $\text{Nd}:\text{LaAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$ , зарегистрированный в спектральной области 300–900 нм, представлен на рисунке 1а. Максимальное значения коэффициента поглощения на длине волны 803 нм достигает  $3,5 \text{ см}^{-1}$ , полуширина указанной полосы составляет 19 нм. Спектры поглощения кристалла  $\text{Er}, \text{Yb}:\text{YMgB}_5\text{O}_{10}$ , были измерены в спектральной области 850–1050 нм, для трех поляризация  $E//N_m$ ,

$E//N_g, E//N_p$  (рисунок 1, б). В спектрах наблюдаются две интенсивные полосы поглощения с пиками на длинах волн 937 нм и 975 нм (переход  ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$ ). Спектры поглощения кристалла  $\text{Yb:GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$  были зарегистрированы в спектральной области 900–1025 нм для двух поляризация ( $\sigma$  и  $\pi$ -поляризация) (рисунок 1, в). В спектрах наблюдаются две интенсивные полосы поглощения с пиками на длинах волн 934 нм и 976 нм (переход  ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$ ).

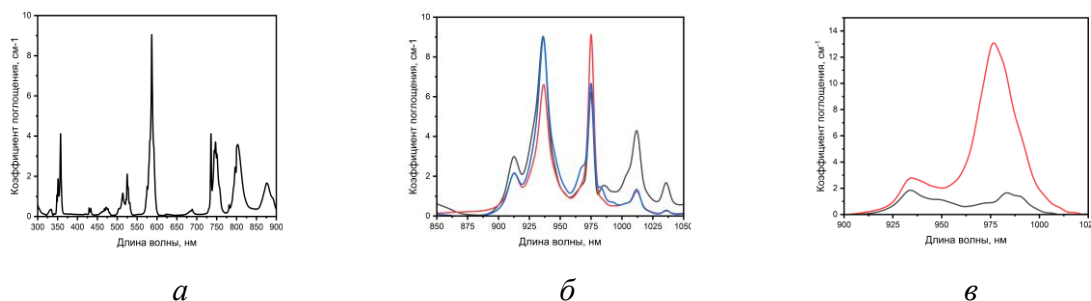


Рисунок 1 – Спектры поглощения кристаллов: а – Nd:  $\text{LaNdAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$ , б – Er, Yb:  $\text{YMgB}_5\text{O}_{10}$ , в – Yb:  $\text{GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$

На рисунке 2 представлена кинетика затухания люминесценции кристалла  $\text{Nd:LaAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$ , которая достаточно хорошо аппроксимируется моноэкспоненциальной функцией с постоянным временем 160 мкс. Спектр люминесценции кристалла Nd (6 ат. %):  $\text{LaAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$  в неполяризованном свете в области около 1 мкм, измеренный при комнатной температуре, представлен на Рисунке 3. В спектре наблюдаются три полосы люминесценции, соответствующие переходам  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$ ,  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$  и  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ . Максимальное значение интенсивности люминесценции находится на длине волны 1064 нм, а ширина полосы на полувысоте составляет 13 нм.

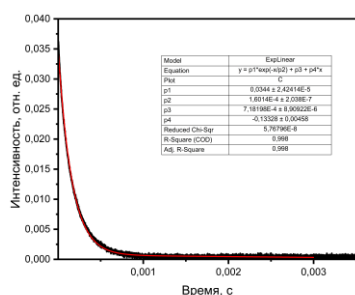


Рисунок 2 – Зависимость затухания люминесценции

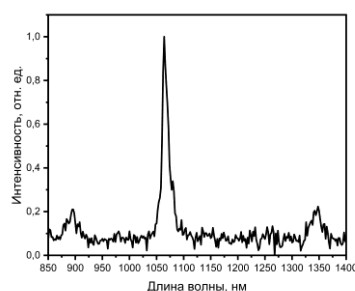


Рисунок 3 – Спектр люминесценции кристалла Nd:  $\text{LaAl}_2\text{B}_3\text{O}_9$

При использовании кристалла  $\text{Er, Yb:YMgB}_5\text{O}_{10}$  получена лазерная генерация на длине волны 1570 нм в непрерывном режиме, максимальная выходная мощность в микрочип конфигурации резонатора составила 700 мВт.

#### Список использованных источников

- Кулешов, Н. В. Активные среды твердотельных лазеров: учеб.-метод. пособие / Н. В. Кулешов, А. С. Ясюкевич. – М.: Беларус. нац. техн. ун-т, 2010. – 134 с.