

Лазер с длиной волны 1.6 мкм на кристалле иттрий-алюминиевого граната для задач дальнометрии

Мумряев Алексей Юрьевич

Студент (магистр)

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Институт физики и химии,
Саранск, Россия

E-mail: aleksey_mumriaev@mail.ru

Лазерные импульсные дальнометры и лидары нашли широкое применение в различных областях науки и техники. Перспективным является использование диапазона длин волн 1.5–1.8 мкм, который соответствует одному из окон прозрачности атмосферы. Указанная область излучения считается безопасной для глаз, и по международным стандартам соответствует большим допустимым значениям энергии одиночного распространяющегося в атмосфере импульса. Использование больших энергий импульса позволяет увеличить дальность работы дальнометра и соотношение сигнал/шум. Одним из способов получения лазерной генерации в указанном диапазоне является использование электронного перехода ${}^4I_{13/2} - {}^4I_{13/2}$ ионов эрбия в матрице иттрий-алюминиевого граната ($Y_3Al_5O_{12}:Er$).

В докладе будут представлены результаты, направленные на разработку компактного лазера на кристалле иттрий-алюминиевого граната, легированного ионами Er^{3+} , генерирующего излучение в области 1,5 мкм.

Проведено исследование условий накачки на уровень ${}^4I_{13/2}$ ионов Er^{3+} лазерным диодом. Проведено сопоставление оптических спектров излучения лазерного диода накачки, полученных при различных температурах диода, и спектра поглощения кристалла $Y_3Al_5O_{12}:Er$. Исследована температурная зависимость выходной мощности лазера от температуры лазерного диода.

Построена математическая модель лазера с использованием скоростных уравнений. При построении модели использовалась квазитрехуровневая схема, а также приближение идеального совпадения мод накачки и генерации и пространственно-независимое приближение. Для реализации модели использовался пакет прикладных математических программ Scilab. С помощью модели исследована временная зависимость инверсии населенностей лазерных уровней, числа фотонов в резонаторе и выходной мощности лазера. В результате моделирования определены порог генерации и эффективность наклона (дифференциальный КПД). Порог генерации составил 10,1 Вт, а эффективность по наклону 18%. Модель предсказывает, что при мощности накачки в 21,6 Вт можно получить выходную мощность 2,08 Вт, что соответствует 24 мДж при частоте повторения 80 Гц.

Был проведен генерационный эксперимент. На кристалле $Y_3Al_5O_{12}:Er$ получена лазерная генерация на длине волны 1645 нм при накачке лазерным диодом с длиной волны 1455 нм. Выполнено сравнение параметров лазерной генерации, полученных экспериментально с данными моделирования.