

УДК 621.373

А.С.Наривончик (5 курс, каф. КЭ), В.А.Парфенов, к.т.н., доц.

ИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР НА ОСНОВЕ КГВ

ABSTRACT: One of the important section in laser technique is creation of the lasers for distance measurements. The paper is devoted the problem of creation lasers on KGW:Nd³⁺ crystal for impulse distance measurements.

Одним из применений лазеров, востребованных на сегодняшний момент, является их использование в различного рода дальномерах, которые, в свою очередь, входят в состав измерительных комплексов. Известны фирмы, прежде всего из Интернета, которые производят и рекламируют такие изделия. Среди дальномеров, нашедших применение, выделяется импульсный дальномер. Важно отметить, что конкурентоспособным остается решение на основе ламповой накачки с воздушным охлаждением.

В этой связи было интересным проанализировать вопросы реализации подобного устройства на основе лазера на кристалле КГВ, легированного ионами неодима. Согласно литературным данным [2,3], лазеры на кристалле КГВ обладают более высокой эффективностью по сравнению с гранатовыми, в них легко может быть реализован режим модуляции добротности.

Решение поставленной задачи подразумевало знакомство со схемой импульсного дальномера, проведение самостоятельной оценки его измерительных возможностей, имея в виду источник излучения на КГВ, экспериментальное исследование характеристик имевшегося в наличии макета лазера, участие в разработке для него схемы источника питания.

Устройство импульсный дальномера показано на рис. 1. Коллимирующая оптическая система (телескоп) преобразует излучение многомодового лазера в луч малой расходимости, который направляется в сторону объекта. Небольшая часть энергии излучения лазера направляется на специальный фотоприемник для формирования опорного импульса, запускающего измеритель временного интервала. Приемник обычно представляет собой лавинный или р-і-n фотодиод.

Отраженный свет, проходя через те же линзы, что и излучаемый свет, отражается полупрозрачным зеркалом в сторону другого фотоприемника, также построенного на основе фотодиода. На входе фотоприемника установлен специальный объектив, фокусирующий отраженное от объекта излучение на приемную площадку фотодиода. Формируемый при этом импульс останавливает измеритель временных интервалов. Длительность зарегистрированного временного интервала легко пересчитывается в расстояние. Если не ограничивать дальномер габаритами, то следует использовать отдельную приемную оптическую систему.

Так же в составе дальномера в том или ином виде имеется оптический интерференционный фильтр с узкой полосой пропускания (но не уже ширины линии излучения лазера). Он позволяет значительно снизить уровень шумового сигнала, вызванного рассеянием атмосферой солнечного излучения.

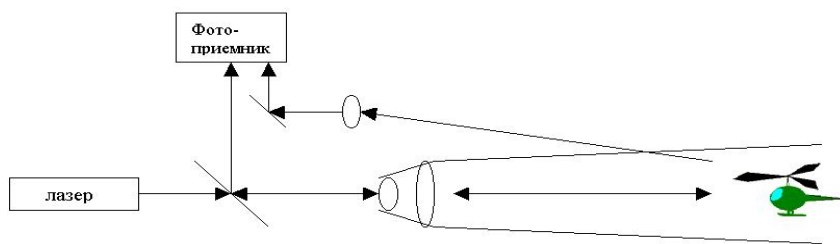


Рис. 1

Оценка измерительных возможностей дальномера с лазером на КГВ:Nd^{3+} производилась путем вычисления отношения сигнал/шум на выходе типового фотодиода при зондировании объекта на дальности 1 - 10 км. Имевшийся в распоряжении макет лазера, работал в многомодовом режиме с модуляцией добротности резонатора насыщающимся фильтром [4, 5] и позволял получать при этом импульсы излучения длительностью 2 нс с энергией от 3 до 20 мДж, в зависимости от плотности используемого затвора.

Для оценки уровня сигнала прежде всего выяснялось, какая часть излучаемой в пространство энергии, отразившись от объекта, попадает на фотоприемник. Для этого учитывалась расходимость зондирующего луча, включая возможность превышения его сечением размеров объекта на соответствующем расстоянии. Отраженное от объекта излучение рассматривалось как равномерно рассеянное в полупространство. Поэтому в отношении полезного сигнала вопрос сводился к выяснению, из какого телесного угла рассеянного от цели, излучение попадет в приемный объектив. Рассеивающие свойства среды не учитывались. Их можно всегда учесть как дополнительное поглощение сигнала.

Далее рассчитывалась мощность излучения атмосферы на $\lambda = 1.06$ мкм, попадающая в приемную систему. Для этого использовалась средняя спектральная плотность мощности солнечного излучения днем на верхней границе атмосферы [1], на $\lambda = 1.06$ мкм, приходящаяся на каждый квадратный сантиметр поверхности, в соответствующей полосе длин волн ($\Delta\lambda = 4$ нм). Для входного отверстия объектива площадью $S = 10 \text{ см}^2$, была получена мощность шумов атмосферы $3 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$.

При сделанных достаточно грубых оценках уровень сигнала в фотоприемнике от объекта превышал уровень сигнала, соответствующего излучению атмосферы примерно в 10 раз. Значение сигнального тока фотодиода значительно превышало значение его темнового тока. Из приведенных расчетов можно сделать вывод о возможности использования данного устройства для измерения дальности в несколько километров.

Ограничения, накладываемые воздушным охлаждением лазера, не позволяют проводить непрерывные измерения с большой частотой. В зависимости от энергии выходного импульса доступная частота повторения измерений составляет по нашим данным одно измерение в 3 – 10 сек. С другой стороны, серия измерений числом 10-20 может быть проведена с частотой 1-2 Гц.

Еще одна проблема, которая возникает при реализации данного лазера, связана с коротким временем жизни верхнего рабочего уровня. Оно составляет по разным оценкам 90-100 мкс [2, 3]. Реализация накачки за времена 50-60 мкс, по нашим оценкам, неизбежно сопряжена с учетом предельных возможностей как электронных компонентов, так и самой лампы накачки.

Полученные на настоящий момент результаты позволяют продолжить работу по изучению возможностей данного лазера путем оптимизации схемы накачки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Физические величины: Справочник/ А. Н. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др.; Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М.; Энергоатомиздат, 1991, 1232 с.
2. Applied optics, 1996, Vol. 35, No 18, p. 3203 – 3205.

3. Optics letters, 1995, Vol. 20, No 14, p. 1538 – 1540.
4. Страховский Г. М., Успенский А. В. – Основы квантовой электроники: Учеб. пособие для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1979, 303 с.
5. Дудкин В. И., Пахомов Л. Н. – Основы квантовой электроники: Учеб. пособие. СПб.: СПбГТУ, 2001, 307 с.