

Научно- исследовательская работа

Физика

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО СТЕНДА ДЛЯ СБОРКИ И
ЮСТИРОВКИ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ЛАЗЕРОВ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ**

Выполнили:

Данилин Иван Владимирович

Учащийся 11 класса

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Дмитриев Илья Александрович

Учащийся 11 класса

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Матвиенко Диана Алексеевна

Учащаяся 11 класса

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Руководитель:

Соловьёва Наталья Сергеевна

Учитель физики и математики

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Вступление

Актуальность: использование лазеров в приборах интерферометрии, спектроскопии, микроскопии предъявляет высокие требования к степени пространственной и временной когерентности, монохроматичности и модовому составу излучения [1-6]. Доступные на рынке лазерные указки не обеспечивают стабильных параметров излучения ввиду быстрого нагрева лазерного диода накачки активного элемента. Одночастотные лазеры для научных исследований весьма дороги для образовательных учреждений.

Цель работы: спроектировать инновационный стенд для сборки и юстировки излучателей одночастотных лазеров с диодной накачкой и удвоением частоты.

Задачи:

1. Реализовать методику сборки и юстировки на примере ванадатного лазера с накачкой двумя полупроводниковыми лазерными диодами и удвоителем частоты.
2. Исследовать оптические характеристики лазерного излучателя с применением ПЗС-камеры и компьютера.

Основная часть

В рамках проекта, в исследовательской лазерной лаборатории МАОУ СОШ № 2 имени Н.А. Тимофеева г.о. Бронницы разработан инновационный стенд для сборки и юстировки лазерных излучателей с диодной накачкой.

Функциональная схема стенда приведена на рис.1.

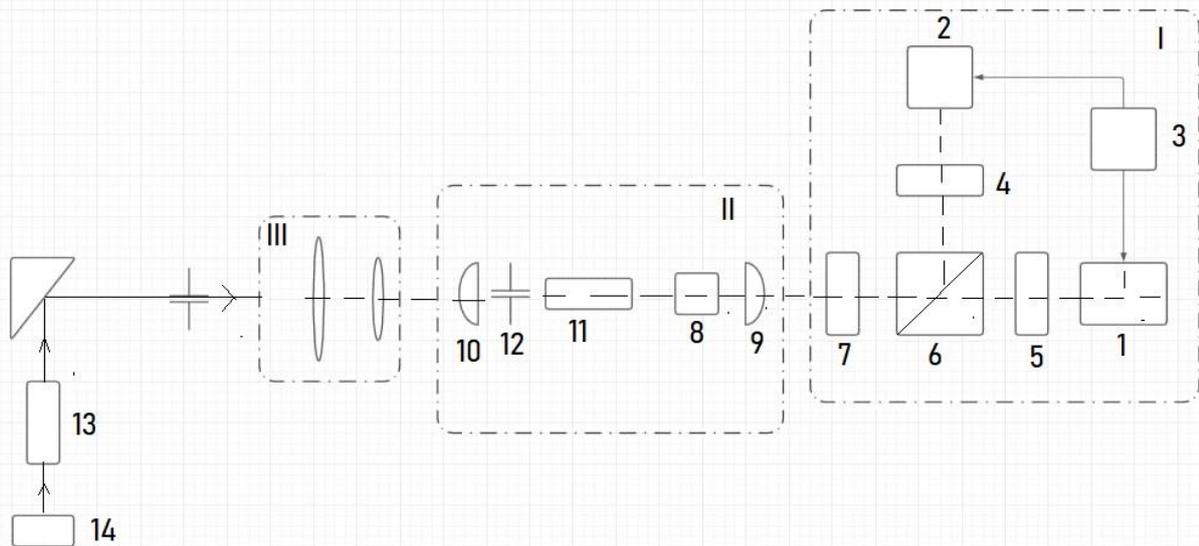


Рис. 1 Функциональная схема инновационного стенда для сборки и юстировки лазерных излучателей с диодной накачкой.

1,2 - полупроводниковые лазерные диоды накачки;

3 - стабилизированный блок питания 5V;

4,5 - конденсоры;

6 - призма-куб;

7 - объектив;

8 - кристалл ванадата с Nd^{3+} 4x4x4 мм;

9 - входное зеркало резонатора;

10 - выходное зеркало резонатора;

11 - нелинейный кристалл ниобата лития;

12 - диафрагма;

I, II, III - соответственно корпуса осветителя, резонатора, телескопа;

13 - юстировочный лазер (532 нм, 1 мВт);

14 - блок питания 5V;

15 - призма;

Конструктивно лазерный излучатель выполнен в комбинации корпуса осветителя, корпуса резонатора и корпуса телескопа. Корпуса осветителя резонатора размещены на элементах Пельтье. В корпусе осветителя установлены два полупроводниковых лазерных диода (1 и 2), которые при юстировке могут в небольших пределах перемещаться относительно конденсоров (4 и 5). Излучение обоих диодов с помощью призмы-куба и объектива (7) фокусируется на кристалле ванадата с примесью Nd^{3+} (4x4x4 мм) в медной оправке, приклеенной к основанию корпуса резонатора. В корпусе резонатора установлены также зеркала резонатора в специальных оправках. Одно из зеркал (9) - входное с коэффициентом отражения 0.98 для линии второй гармоники, второе полупрозрачное с коэффициентом 0,4-0,6. Нелинейный кристалл ниобата лития (11) ориентирован вдоль оптической оси излучателя.

Диафрагма (12) позволяет отсекалть поперечные моды резонатора более высоких порядков.

Двухкомпонентный телескоп предназначен для формирования необходимых геометрических параметров лазерного пучка - диаметра пучка на выходе лазера и его угловой расходимости.

2. Методика сборки и юстировки.

1. Включить питание юстировочного лазера (13) (532 нм) и с помощью призмы (15) и диафрагмы (16) направить зеленый луч лазера строго в направлении оптической оси стенда на одной и той же высоте и по нему отъюстировать платформу излучателя перпендикулярно юстировочному лучу. При этом отраженные лучи от плоскопараллельной пластины, прижатой к платформе излучателя, должны попадать в отверстие диафрагмы (16).
2. Закрепить на платформе корпуса осветителя и резонатора.
3. Отъюстировать оптические элементы осветителя. Сначала найти правильное положение призмы-куба, чтобы отраженный от него пучок

попал в отверстие диафрагмы (16). Далее в отверстие диафрагмы с лазерными диодами (1) и (2) добиться правильного креста в центре выходного отверстия, установить объектив и добиться фокусировки излучения на выходное окно активного элемента (8).

4. Отъюстировать лазерный резонатор. Входные и выходные зеркала в оправках с помощью специальных подвижек опускают в корпус резонатора так, чтобы отраженные от них лучи собирались в центре экрана (16).
5. Опустить на платформу резонатора нелинейный кристалл (11), предварительно смазав одну грань теплопроводящим клеем, ориентировать его вдоль оптической оси. При правильной и точной юстировке мгновенно возникает генерация на второй гармонике 532 нм и корпус резонатора заполнится зеленым светом.
6. в последнюю очередь производится юстировка телескопа.

В работе исследовались оптические характеристики собранного излучателя с применением ПЗС-камеры и компьютера.

На рис 3 приведен профиль лазерного пучка при установке гвс камеры на расстояние 5-10 см от выходного торца излучателя.

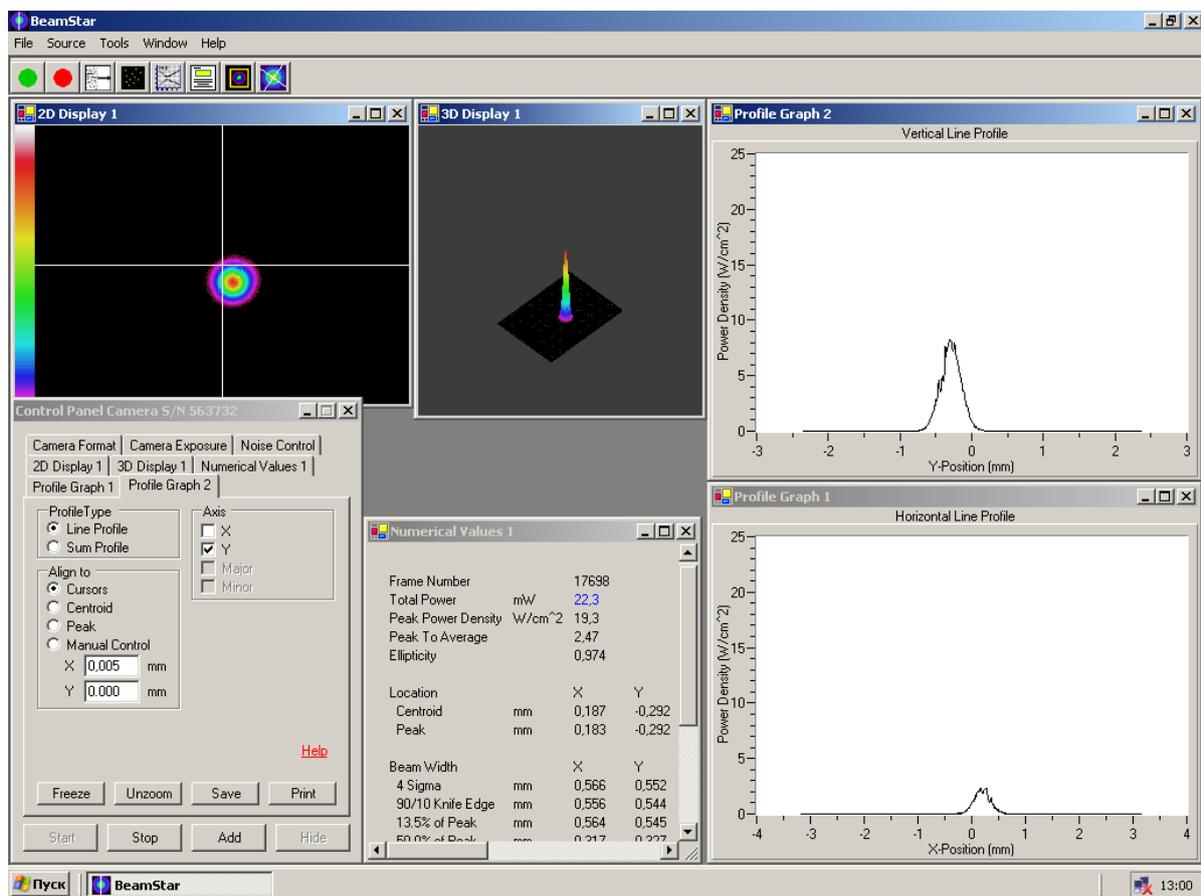


Рис.3 Структура лазерного пучка на выходе, полученная с помощью ПЗС-камеры на экране компьютера.

На рис 4 приведен профиль лазерного пучка в фокусе собирающей линзы с фокусным расстоянием 1 м.

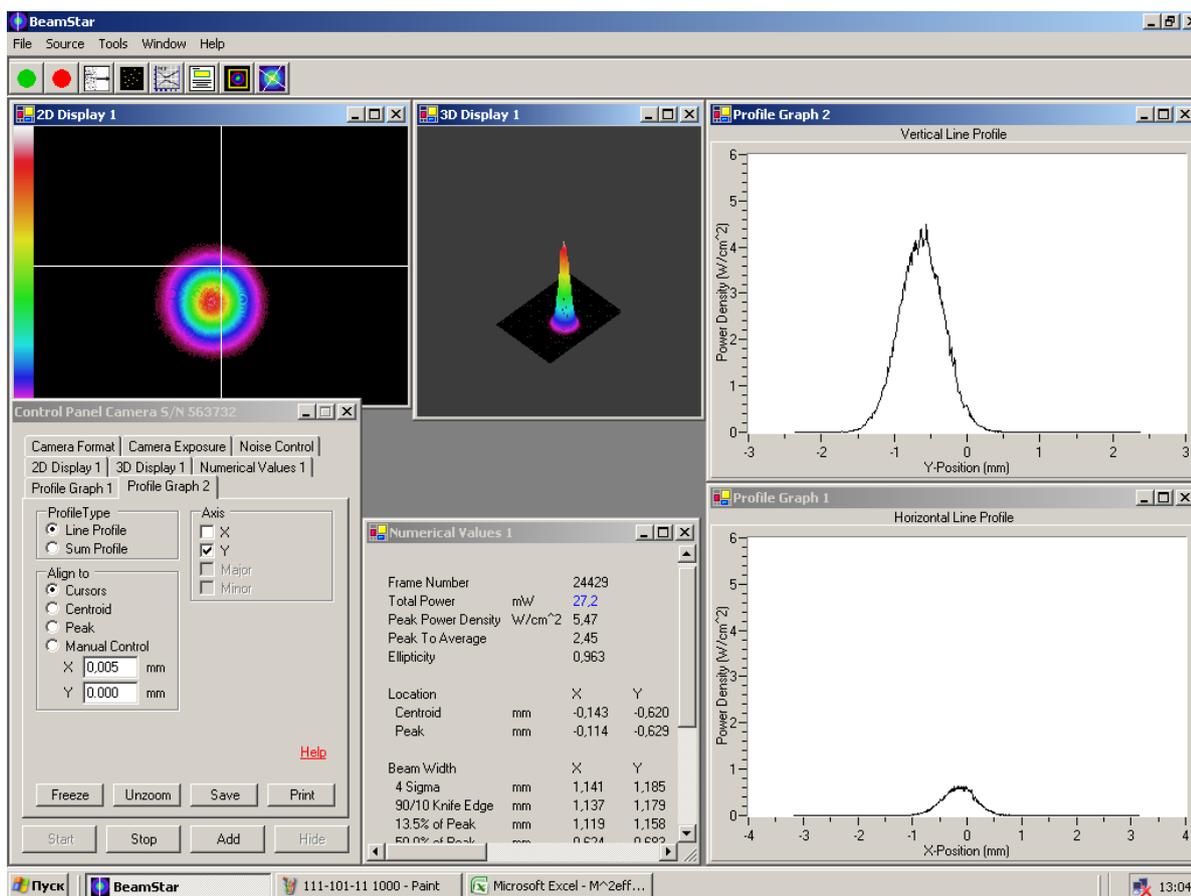


Рисунок 4. Структура лазерного пятна в фокусе метровой линзы, полученная с помощью ПЗС-камеры на экране компьютера.

При этом собирающая линза устанавливается на выходе лазера, а ПЗС-камера в фокус этой линзы. Набор нейтральных фильтров перед которой позволяет

выбрать линейный режим работы последней. Анализ структуры лазерного пучка показывает, что расходимость составляет по оси X и Y соответственно 0,56 и 0,55 миллирадиан. Диаметр лазерного пучка усредненный по осям 1,12 мм, эллиптичность 0,96, уровень амплитуды менее 0.5%.

Заключение

Проектируемая нами линейка лазерных излучателей с накачкой одним или двумя лазерными диодами может быть эффективно использована для калибровки интерферометров, для измерения когерентности излучения лазерных источников, для разработки приборов лазерной инфракрасной и люминесцентной микроскопии. Инновационный стенд для сборки и юстировки ядерных излучателей позволяет собрать на его основе ряд учебно-исследовательских лабораторных работ для учащихся и студентов средних и высших образовательных учреждений.

Список литературы

1. Русинов М. М. Техническая оптика 2017, -488 с.
2. Тарасов Л. В. Физика лазера. М.:Ленанд, 2017, -456 с.
3. Звесто О. Принципы лазеров. Перевод с английского. М.: Мир, 1990, - с. 558.
4. Рябухо В. П. Лякин Д. В. Эффекты продольной пространственной когерентности света в интерференционном эксперименте. Оптика и спектроскопия, 2005, т. 48, в 2, с.309-320.
5. Ландсберг Т. С. Оптика. М. :физмат. лит., 2010, с.846.
6. Пойзнер Б. И. Физические основы лазерной техники. Учебное пособие, инфра - М, 2017