

Научно- исследовательская работа

Физика

САМОДЕЛЬНЫЙ МНОГОЦВЕТНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СПИРОГРАФ

Выполнили:

Закрасовский Георгий Владимирович

Учащийся 11 класса

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

Максимов Павел Андреевич

Учащийся 11 класса

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

Руководитель:

Ашурбеков Сефер Ашурбекович

Кандидат технических наук, доцент, педагог дополнительного образования

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

Введение

Под понятия "лазерное шоу" понимают применение лазерных проекционных систем для создания статических или динамических лучевых композиций в пространстве "зрительной аудитории" ("beam show") или графическое изображение на экране ("screen show")

Для локализации изображения может быть использована любая рассеивающая среда или отражающий экран.

Наш проект выполнялся в детской исследовательской лазерной лаборатории МАОУ СОШ номер два имени Н.А. Тимофеева г.о. Бронницы, где мы изучаем физические процессы в различных типах лазеров, знакомимся с конструкцией различных лазеров и множеством их применений в прикладных областях науки и техники.

В работе на основе анализа зарубежной и отечественной хронологии развития лазерного шоу были поставлены основные цели:

- изучить историю происхождения и развития лазерного шоу;
- проектировать и собрать действующий макет трёхцветного лазерного спирографа из доступных и недорогих оптических элементов, экспериментально исследовать возможности установки;
- сделать выводы о возможных применениях лазерного спирографа.

Основная часть

1.1. Сборка и юстировка одномодового лазера на ванадате с диодной накачкой и удвоением частоты.

В качестве стабилизированного в диапазоне температур 15°C - 45°C источника света для спирографа нами использован компактный лазер на кристалле ванадата с накачкой полупроводниковым лазерным диодом и удвоением частоты, собранный и отъюстированный в лазерной лаборатории нашей школы. При проектировании лазера использован принцип блочный юстировки и сборки осветителя, резонатора и телескопа для формирования требуемых геометрических параметров лазерного пучка. В работе исследованы оптические характеристики лазерного излучателя с применением ПЗС-камеры и

компьютера. Профиль лазерного пучка на выходе лазера представлены на рис.3.

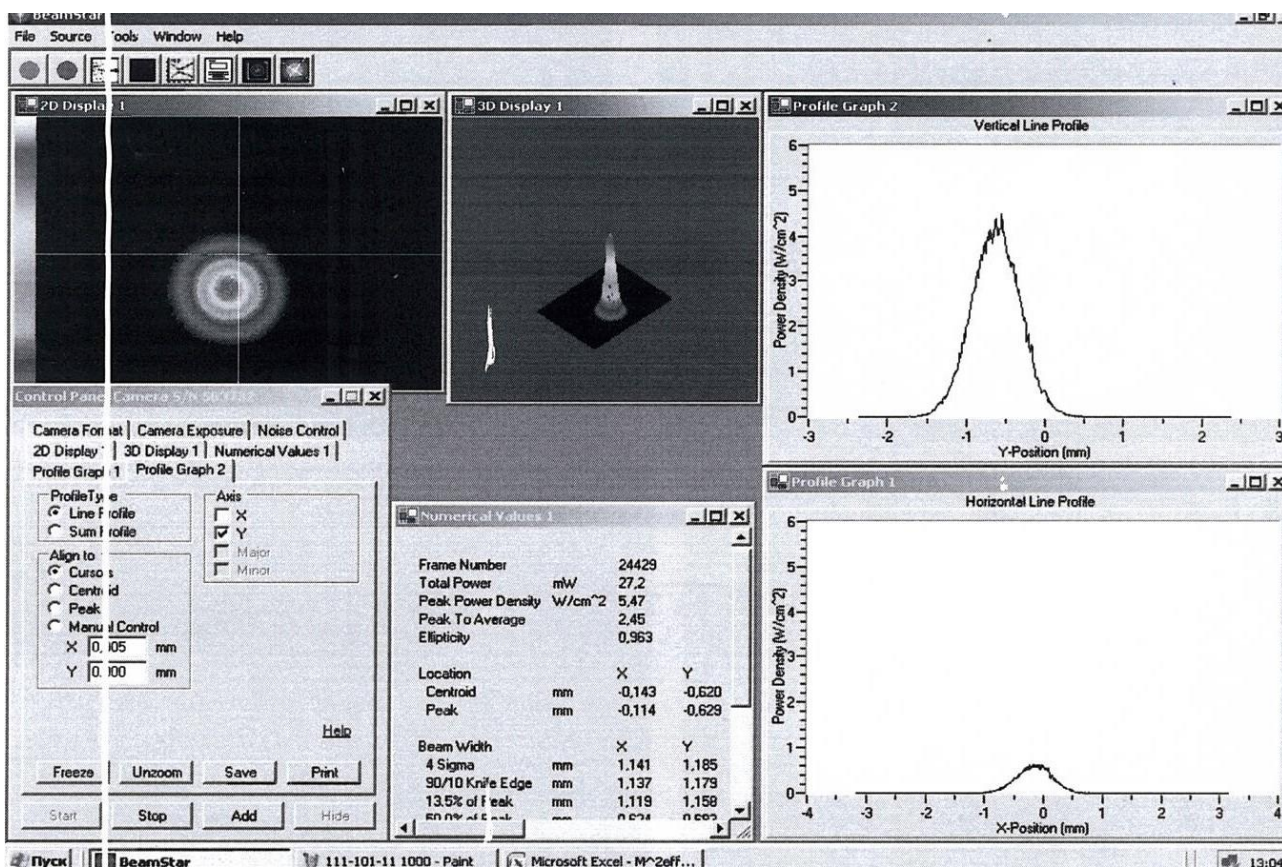


Рис. 3 Структура лазерного пучка на выходе, полученная с помощью ПЗС-камеры на экране компьютера.

Расходимость пучка, измеренная в фокусе метровой линзы, составила 0,55 мрад, диаметр пучка на выходе лазера 1,12 мм.

Спектр излучения, зарегистрированный на экране компьютера спектрофотометром показывает, что лазер работает в одномодовом режиме. Мощность лазера в непрерывном режиме на длине волны 532 мкм составила 22 мВт, эллиптичность пучка 0,96, уровень шумов (10 Гц - 20 мГц) менее 0,5%.

1.2. Функциональная схема.

Функциональная схема установки для получения спиральных статических и

динамических лучевых спиральных узоров приведена на рисунке 1, а общий вид спирографа на фото рисунка 2.

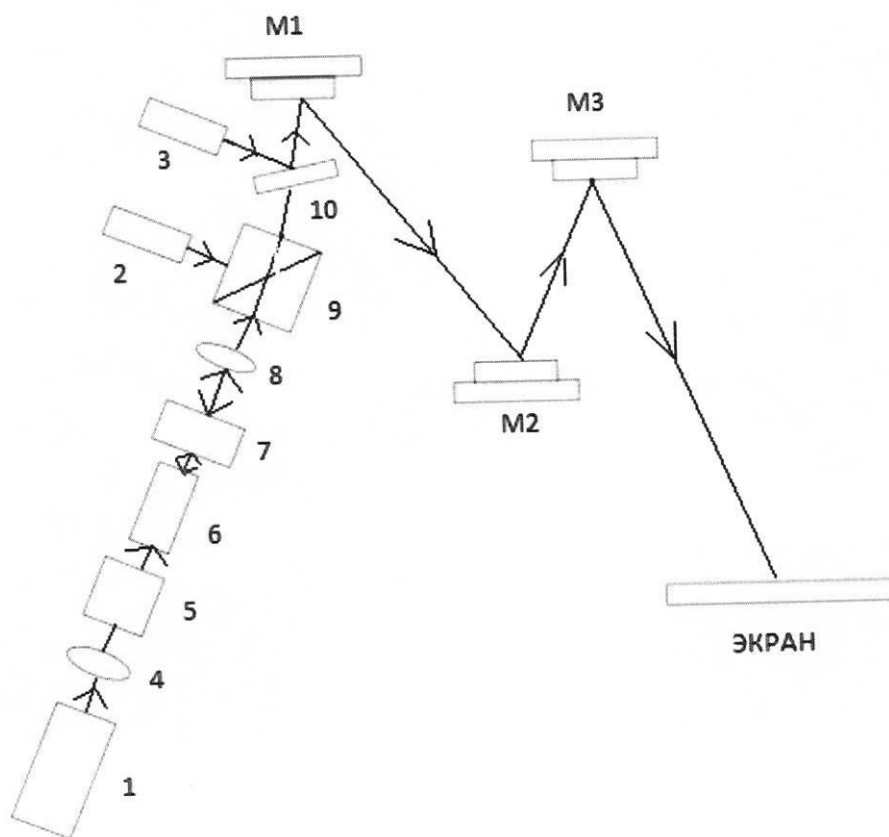


Рис.1. Функциональная схема лазерного спирографа

1. Лазерный диод с платой управления
2. Фиолетовая лазерная указка
3. Красная лазерная указка
4. Линзы резонатора
5. Ванадат Nd^{3+}
6. Удвоитель частоты
7. ИК-фильтр
8. Линза резонатора
9. Призма-куб

10. Полупрозрачное зеркало

M1, M2, M3 моторизированные вращающиеся зеркала

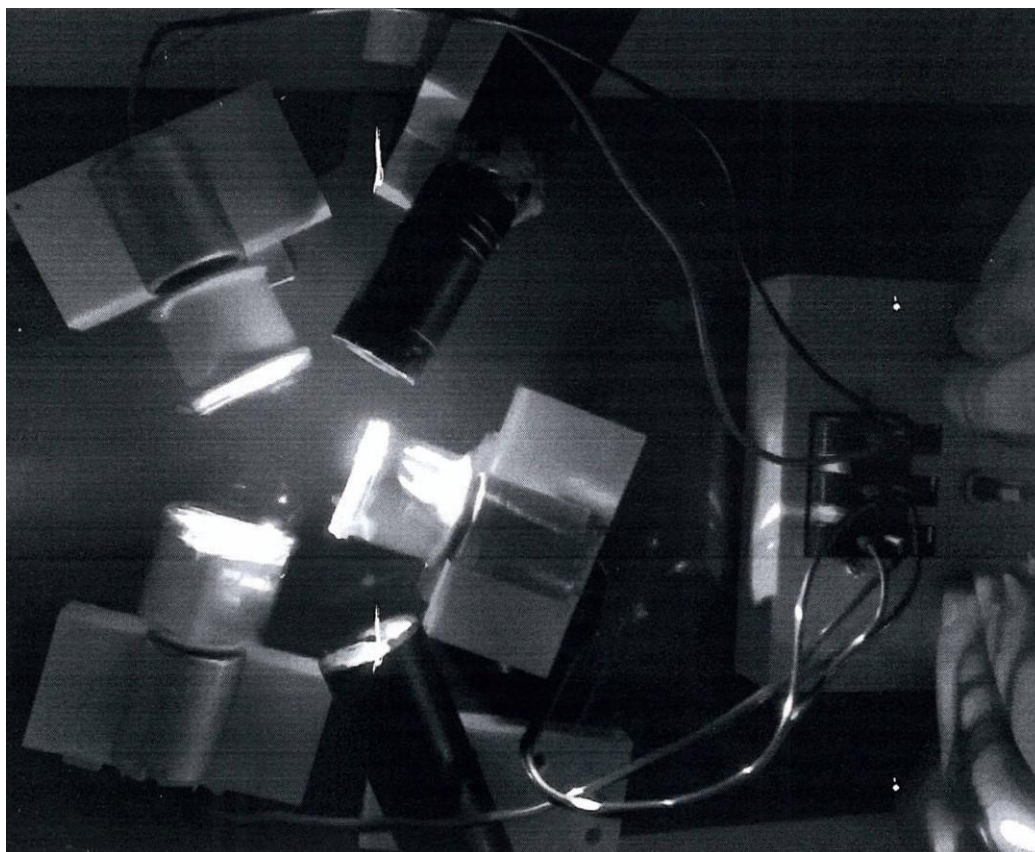


Рис. 2 Общий вид устройства

Лучи фиолетового и красного лазерных указок (2) и (3) и собранного в нашей лаборатории твердотельного лазера с диодной накачкой и удвоением частоты (532 нм, 25 мВт) с помощью полупрозрачной пластины (10) призмы-куба (9) направляются с небольшим в пространстве смещением лучей на отражательное зеркало, установленное на роторе электрического микродвигателя M1 с постоянным напряжением питания 3 В и переменным резистором в цепи питания для регулировки скорости вращения. Отраженные от зеркала M1 лучи рисуют на вращающемся зеркале M2 круг или эллипс с диаметром около 1,5 см. Расстояние между зеркалами 5-6 см. После последовательного отражения от трех вращающихся зеркал M1, M2, M3 лазерные пучки и попадают на экран. Изменяя относительную скорость вращения зеркал можно наблюдать на экране красивые динамические и статические цветные узоры и фигуры.

1.3. Характеристики лазерных источников. Создание статических и динамических цветных изображений и фигур Лиссажу. Фиолетовый и красный лазерные китайский указки (405 нм и 610 нм) имеют выходную мощность 5 мВт. Основные лазерные эффекты в нашем устройстве создает собранный и отъюстированный в нашей лаборатории твердотельный лазер с диодной накачкой и удвоением частоты на кристалле ванадата с примесью трёхвалентных ионов неодима Nd^{3+} (532 нм, мощность 25 мВт). Лазер питается стабилизированным напряжением 5В и генерирует одну продольную моду. Профиль лазерного пучка на выходе лазера представлена на рисунке 3. Регистрация профиля пучка производилась с использованием ПЗС-камеры компьютера на оборудование ООО "Лазер - Экспорт", которое оказывает методическую и техническую помощь в выполнении проектных работ в лазерной лаборатории школы.

Характерные статические картины лазерных цветных узоров на экране представлены в приложении на рисунке 4.

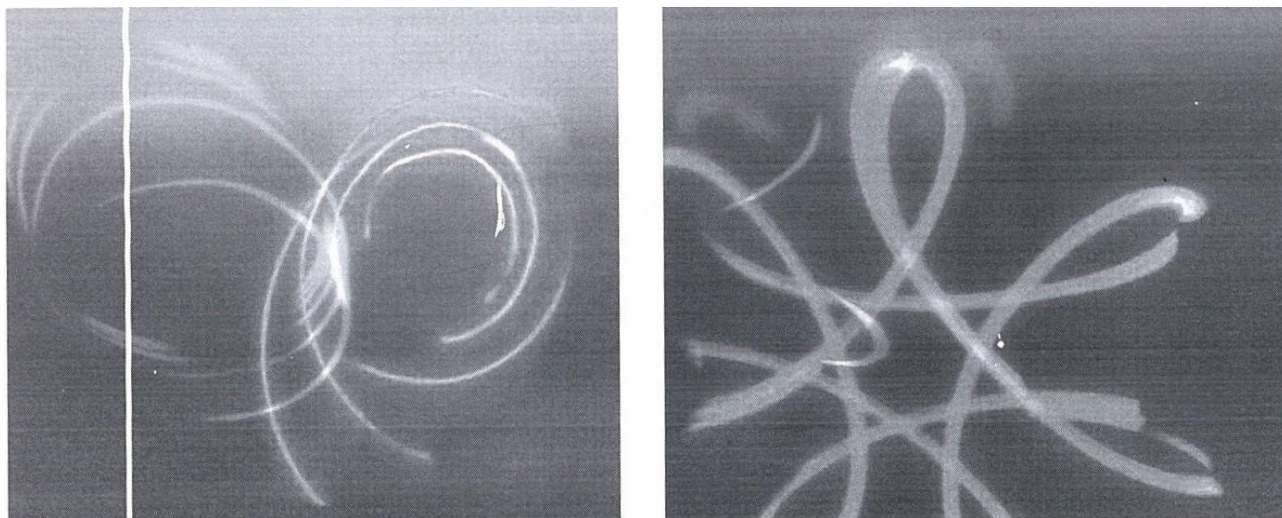


Рис. 4 Характерные статические картины лазерных цветных узоров.

В результате выполнения нашей проектной работы удалось создать на экране трехцветные статические и динамические абстрактные изображения и фигуры Лиссажу. Наш самодельный лазерный спирограф может быть использован для проведения дискотек в малом кругу друзей в домашних условиях, для проведения семейных праздников.

Заключение

Результаты проектной работы позволяют сформулировать следующие выводы:

1. На основе изучения зарубежной и отечественной литературы составлен краткий обзор основных применений лазеров в искусстве и шоу-индустрии.
2. Сконструирован и изготовлен действующий макет лазерного спирографа с использованием фиолетового (405 нм), красного (610 нм) китайских лазерных указок и стабилизированного твердотельного лазера с диодной накачкой и удвоением частоты (532 нм, 25 мВт) собственной сборки.
3. Оптимизированы методики демонстрации динамических и статических лучевых композиций с помощью трех вращающихся зеркал.
4. Самодельный трёхцветный лазерный спирограф, собранный из доступных оптических элементов (зеркал, призм, полупрозрачных зеркал) может быть использован для проведения дискотек в малом кругу друзей в домашних условиях, для проведения семейных праздников.

Список литературы

1. Бруннер В. Справочник по лазерной технике: Пер. с нем. С74 М.: Энергоатомиздат, 1991.
2. Звелто О. Принципы лазеров. М.: Мир, 1990, 558 с.
3. Краткая история применения лазеров в искусстве, рекламе и шоу-индустрии. Лазерный информационный выпуск номер 5-6 (404-405). А.С. Тимофеев (к.т.н., ген.директор Orion-Art Multimedia, Москва)
4. Тарасов Л.В. Знакомьтесь - лазеры! Радио и связь, 1998.
5. Тарасов Л.В. Физика лазера, изд. 5-е, М.: Ленанд, 2017 - 456 с.