

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

ФИЗИКА

**«КОМПАКТНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ С
ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ ДЛЯ 3d – СКАНИРОВАНИЯ И
ФОРМИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ДИЗАЙНОВ».**

Выполнили:

Аминова Эльвира Радионовна

учащаяся 10 «А» класса

Будникова Елизавета Романовна

учащаяся 10 «А» класса

Роскина Полина Сергеевна

учащаяся 11 «А» класса

МАОУ СОШ № 2 им.Н.А.Тимофеева

Руководитель:

Ашурбеков Сефер Ашурбекович,

педагог дополнительного образования,

кандидат технических наук, доцент

БРОННИЦЫ 2024

Оглавление:

№	Содержание	стр.
	Ведение	
	Методы лазерного 3d- сканирования окружающего пространства для формирования ландшафтного дизайна.	
	Принципы создания цифровых моделей объектов и ландшафтного дизайна	
	Ручной лазерный 3d- сканер Российского производства Scanfordm L5	
	Проектирование компактного лазерного излучателя с диодной накачкой модульной конструкции для сканирования рельефа и ландшафта.	
	Преимущества диодных излучателей по сравнению с полупроводниковыми лазерами в системах сканирования.	
	Функциональная схема и конструкция лазерного излучателя.	
	Цифровое измерение оптических характеристик.	
	Сканирование лазерных пучков с помощью вращающихся зеркал.	
	Заключение.	
	Список литературы.	

Введение.

Огромный шаг вперед в развитии ландшафтного дизайна прошел во многом благодаря лазерному сканированию участков и территорий. Лазерные сканеры могут создавать цифровые копии пространства в виде облаков точек в большой плоскости и информативности. Кроме того, 3 d визуализация выполняется максимально точно. На ее основе может приступить к работе конструктор, архитектор и дизайнер. При 3d-сканировании получаемые данные не «красивая картинка», а точный источник пространственной информации. Первые системы мобильного лазерного сканирования возникли в результате развития спутникового определения местоположения, инерциальных систем получения цифровых фотографий высокого разрешения. После ухода зарубежных фирм с Российского рынка из-за санкций, в России в 2018 году был разработан отечественный ручной лазерный 3d-сканер Scanfordm L5. За прошедшие годы системы стали полностью интегрированными, программное обеспечение универсальным.

В лазерных сканерах обычно используют полупроводниковые лазерные модули. По качеству лазерного пучка последние уступают твердотельным излучателям с диодной накачкой. Степень монохроматичности, пространственной и временной когерентности излучения лазеров с диодной накачкой существенно выше, чем у полупроводниковых, а угловая расходимость на порядок меньше. Поэтому представляется актуальным проектирование излучателей с диодной накачкой для систем сканирования.

В настоящей работе были поставлены следующие задачи:

- 1) составить краткий обзор методов лазерного сканирования;
- 2) разработать компактные лазерные излучатели на кристалле ванадата $YVO_4:Nd^{3+}$ на двух длинах волн и выполнить цифровой анализ на оптических характеристиках.

- 3) Составить спецификацию лазерных излучателей и исследовать возможность сканирования пучков с помощью вращения зеркал.

1. Обзор методов лазерного сканирования.

Основной идеей мобильного сканирования является получение максимально возможной на сегодняшний день пространственной информации об окружающем нас мире:

- облаков точек (точки, которые имеют координаты в пространстве и информацию об интенсивности отраженного сигнала);
- панорамных геопривязанных изображений высокого разрешения.

Лазерное сканирование может быть наземным, мобильным, воздушным. Лазерная система устанавливается на движущемся транспортном средстве. Получение данных производится автоматически на протяжении всего сеанса измерения. Дальность сканирования зависит от установленного лазера и может достигать более километра. Плотность получения информации зависит от скорости движения и достигает уровня нескольких сантиметров. Количество данных таково, что конечный результат позволяет иметь информацию в координатах на каждые 4 см в пространстве. Для получения такой подробной информации необходима интеграция в единую систему следующих технологий:

- технология получения высокоточной траектории движения, основанной на применении спутниковых технологий инерциальных датчиков, датчиков пройденного пути;
- технология лазерного сканирования;
- технология получения панорамных снимков с их временной и пространственной синхронизацией;
- программное обеспечение, которое настраивает систему и объединяет весь вышеперечисленный набор информации в единый связанный набор данных и облако точек и панорамы.

2. Принципы создания цифровых моделей объектов и ландшафтного дизайна.

Современные задачи, возникающие при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений требуют предоставления данных в трехмерном пространстве, с высокой точностью и полнотой описывающих взаимное расположение частей зданий, сооружений, ситуацию и рельеф. Однако, чаще всего возникают запросы, требующие полноценного 3-хмерного моделирования.

Лазерное сканирование считается самым быстрым и высокопроизводительным средством получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте сложной формы. Процесс реализуется посредством измерения углов и расстояний до всех определенных точек с помощью измерения лазерным лучом до отражающих поверхностей с нескольких точек сканирования с перспективой прибора. Измерения производятся с очень высокой скоростью, наиболее современные приборы производят со скоростью от одного миллиона точек в секунду. Управление работой сканера осуществляется с помощью сенсорной панели управления, встроенной в сканер. Полученные координаты точек создают так называемое облако точек. Оценку облака точек можно выполнить и в встроенном программном обеспечении, например Autodesk Navisworks. Для этого необходимо выполнить экспорт облака точек в одном из стандартных Autodesk Recap Pro-rsp

3. Ручной лазерный 3d- сканер Российского производства Scanform L5

Лазерный 3d-сканер российского производства подходит для объектов размером от 10 см до 4+ метров. Scanform L5 – недорогой , универсальный сканер , его используют не только в автотюнинге, но и на производстве, в архитектуре, колледжах и университетах для обучения. В частности, устройство можно применять для **оцифровки** музейных экспонатов, подлежащих реставрации зданий, наглядных обучающих

пособий. Сканер позволяет получать данные о геометрии объекта путём проецирования лазерных линий. Scanform L5 справляется со всевозможными впадинами, полостями и другими неровностями на сканируемой поверхности. Для оцифровки глубоких участков предусмотрено сканирование одной лазерной линией. При этом сканер умеет работать с объектами в движении и под любым углом. В сканере использован лазер, безопасный для глаз. Скорость сканирования 550000 точек/с. Размер объекта 0,1-4м. Совместимость – Windows 10,8,7 – 64 bit.

4. Проектирование компактного лазерного излучателя с диодной накачкой для сканирования рельефа и ландшафта.

4.1. Функциональные схемы и конструкция модулей накачки.

В конструкцию «Лазера-конструктора» входят четыре модуля накачки. Два модуля выполнены с использованием полупроводниковых лазерных диодов накачки – один на одноваттных диодах, другой – на двухваттных. Функциональная схема такого универсального модуля накачки приведена на рисунке 3. Фотография модуля приведена на рисунке 4, а фото конденсоров, лазерных диодов во фланцах, объектива, призмы-куба на рисунке 5.

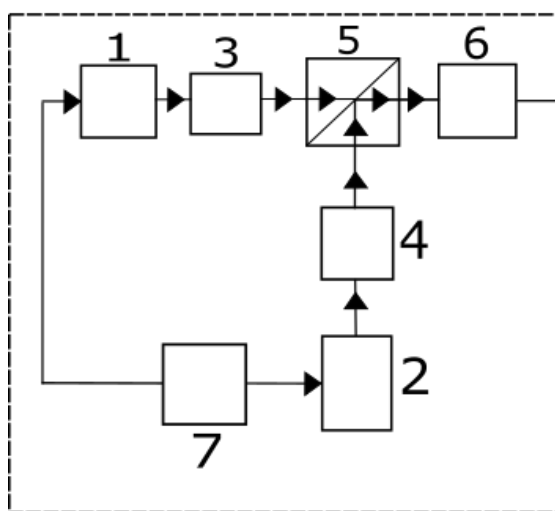


Рис. 3. Функциональная схема модуля накачки для инфракрасного лазерного излучателя с накачкой двумя диодами.

- 1,2 – лазерные диоды накачки (700-800 нм);
- 3,4 – конденсоры;
- 5 – призма-куб;
- 6 – объектив;
- 7 – стабилизированный источник питания 5В.

Полупроводниковые лазерные диоды накачки (1,2) установлены в корпусе осветителя. Диоды питаются стабилизированным источником питания на 5В и имеют возможность в небольших пределах перемещаться относительно конденсоров (3,4). Излучение диодов накачки направляется конденсорами на призму-куб (5). Далее лазерный пучок, строго отъюстированный в вертикальной плоскости, направляется вдоль оси резонатора. Суммарная мощность накачки 2 Вт.

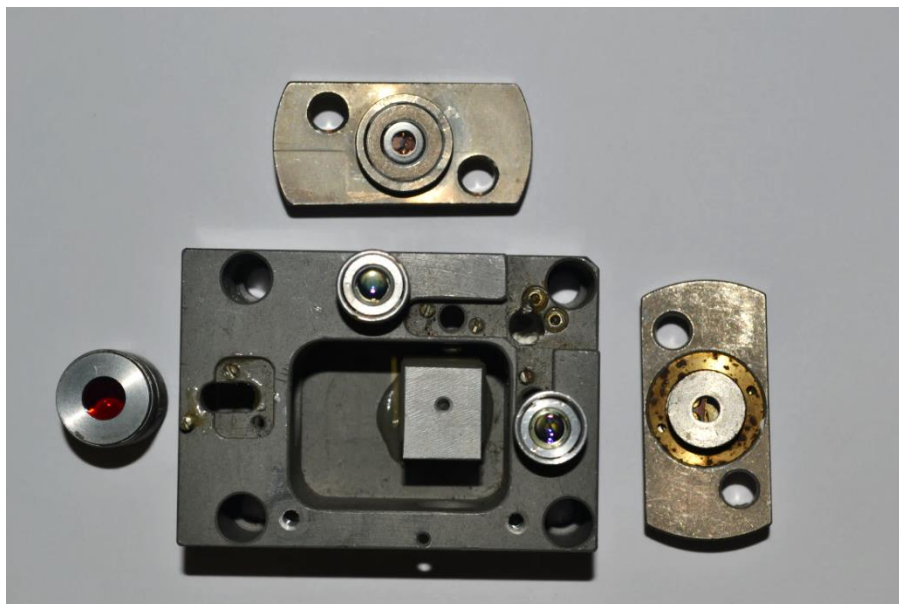


Рис. 4. Фотография модуля накачки с двумя лазерными диодами.



Рис. 5. Фотография комплектующих модуля накачки.

На рисунке 6 приведена фотография модуля накачки с одним лазерным диодом. В таком исполнении спроектированы два модуля накачки с лазерными диодами мощностью выходного излучения соответственно 500мВт и 1 Вт. На рисунке 7 приведена фотография лазерного диода в железном корпусе с электронной платой. Такая конструкция позволяет эффективно отводить тепло от диода.

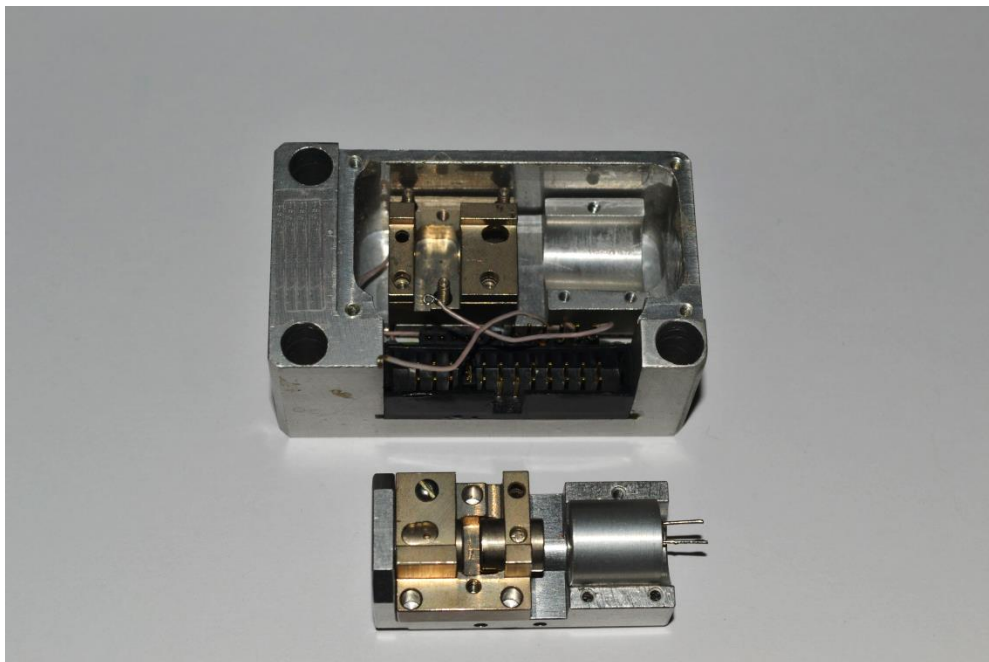


Рис. 6. Конструкция модуля накачки с одним лазерным диодом



Рис. 7. Фотография лазерного диода с электронной платой

4.2. Спецификация лазерных излучателей.

По результатам исследовательского проекта разработаны четыре излучателя со следующими характеристиками.

Излучатель на $YVO_4:Nd^{3+}$ на основной гармонике (1064 нм).

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длина волны	1064 нм
Диаметр пучка на выходе излучателя	1,6 мм
Угловая расходимость	<1 мРад
Мощность излучения на выходе излучателя	< 50 мВт
Поперечная мода	TEM ₀₀
Диапазон рабочей температуры	10 – 40 °С
Вариация выходной мощности	<5%

Излучатель на $YVO_4:Nd^{3+}$ на второй гармонике (532 нм).

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длина волны	532 нм
Диаметр пучка на выходе излучателя	1,4 мм
Угловая расходимость	<0,5 мРад
Мощность излучения на выходе излучателя	< 20 мВт
Поперечная мода	TEM ₀₀
Диапазон рабочей температуры	10 – 40 °С
Вариация выходной мощности	<5%

4.3. Сканирование лазерных пучков

Современные методы и системы лазерного сканирования (сканеры) позволяют получать высокоточную цифровую информацию об окружающем мире:

- цифровые трёхмерные модули объектов (человека, дорог, мостов, тоннелей, сложных зданий для качественной работы архитекторов и дизайнеров)

Мы рассмотрим и проведём простейшие эксперименты для преобразования лазерного пятна излучения (обычно диаметр пучка – 1-5мм при очень малой угловой расходимости) в линию, в узоры различной формы, в окружности.

В качестве примера на рисунке 4.1 приведена цифровая 3D модель объекта. На рисунке 4.2 приведены картины сканирования лазерных пучков в красной, зелёной, синей области оптического сектора

Рисунок 4.1

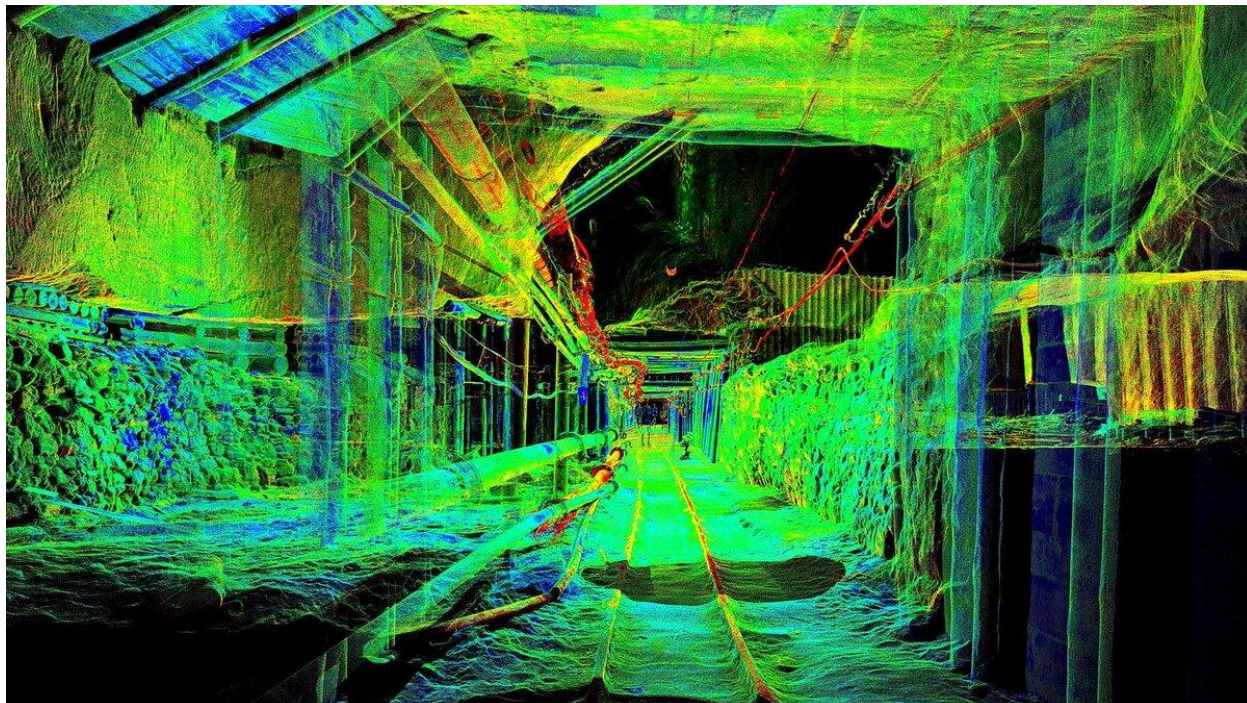
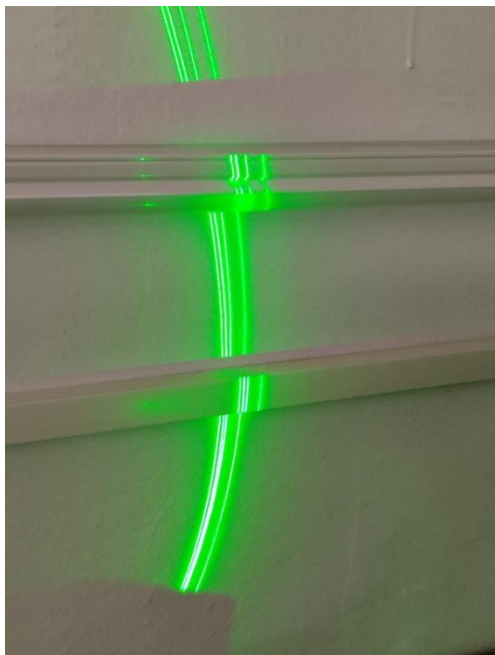


Рисунок 4.2





Заключение

1. Проектирована линейка компактных малогабаритных модульных лазеров излучателя для использования в системах лазерного сканирования.
2. Замена полупроводниковых лазерных измерителей на модульные лазеры с диодной накачкой расширяют границы применимости сканеров из-за более высокого качества лазерных пучков последних, обеспечивающих высокую степень монохроматичности и когерентности, малую угловую расходимость и минимально возможный диаметр лазерного пучка

Список использованной литературы.

1. Вейко В.П., Петров А.А., Самохвалов А.А. Введение в лазерные технологии. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии» под редакцией Вейко В.П. – СПб: Университет ИТМО. 2018. – 161 с.
2. Вейко В.П., Шахно Е.А., Лазерные технологии в задачах и примерах: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 88 с.
3. Комиссаров А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. Новосибирск: СГТА, 2015. – 103 с.
4. Пойзнер Б.И. Физические основы лазерной техники. Учебное пособие.

– Москва: ИНФА – М, 2018. – 160 с.

5. Звелто О. Принцип лазеров. Перевод с английского. – Москва: Мир, 1990. – 558 с.

6. Середович В.А., Комиссаров Д.В.,
Широкова Т.А.,

Наземное лазерное сканирование Монография – 2009г.