

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**  
**ФИЗИКА**

**ЛАЗЕРНЫЙ ЦИФРОВОЙ ОБУЧАЮЩИЙ НАБОР**

*Выполнила:*

*Дахнович Даниела Георгиевна,*

*учащаяся 10<sup>а</sup> класса*

*МАОУ СОШ №2 им. Н.А. Тимофеева г.о. Бронницы*

*Руководитель:*

*Ашурбеков Сефер Ашурбекович*

*Педагог дополнительного образования*

*МАОУ СОШ №2 им. Н.А. Тимофеева г.о. Бронницы,*

*Кандидат технических наук, доцент*

**Бронницы**

**2024**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Правила выполнения исследовательских и проектных работ.
2. Изучение принципа работы лазера и цифровая лаборатория.
  - 2.1. Цифровые датчики и программное обеспечение.
  - 2.2. Регистрация данных с датчика.
  - 2.3. Работа с полученными данными.
3. Проектирование модульного лазера с диодной накачкой.
4. Функциональные схемы модулей.
5. Спецификация лазерных излучателей.

Заключение.

Список использованной литературы.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Область применения лазерных технологий в современном мире точно очертить весьма сложно. Лазеры, как эффективный инструмент находят себе место в различных областях деятельности человека. Можно сказать, что лазеры применяются почти везде. В медицине лазеры применяются для диагностики и лечения сложных заболеваний. Лазер – это прекрасный инструмент для обработки материалов. Лазерным лучом можно разрезать и стальную плиту, и тончайшую пленку толщиной в тысячные доли миллиметра. Он используется для измерений расстояний и сканирования поверхностей, для визуализации объемных моделей. С помощью лазера можно определять химический состав веществ, а также использовать его в микроскопах. Лазерные лидары позволяют определять распределение загрязнений в атмосфере на различных высотах, определять скорость воздушных течений, температуру и состав атмосферы. Отдельная и весьма обширная тема - использование лазеров в информационных технологиях. На страницах этого пособия мы познакомимся с основами лазерной теории, закрепим знания практическими работами, но сначала несколько слов о безопасности.

## **1. Правила выполнения исследовательских и лабораторных работ**

1. К выполнению работ допускаются только обучающиеся, прошедшие инструктаж по Правилам лазерной безопасности и неукоснительно их соблюдающие.

2. В помещении лазерной лаборатории не допускается присутствие обучающихся:

- в верхней (уличной) одежде;
- с едой, напитками и т. п.

3. Мобильные телефоны должны быть настроены на беззвучный режим работы или выключены. При нарушении правил лазерной безопасности обучающиеся отстраняются от выполнения экспериментальных работ, Дальнейшая работа разрешается только после сдачи правил техники безопасности.

4. Работы выполняются бригадами по 2-3 человека. В случае присутствия только одного члена бригады лабораторная работа не проводится.

5. Перед включением лабораторного стенда или установки необходимо:

- провести осмотр рабочего места, убрать все лишнее, мешающее нормальной работе;
- убедиться в исправности защитных блокировок и заземления;
- установить наличие противолазерных светоограждений, если это требуется.

6. К работам можно приступить только с разрешения преподавателя, после проведения инструктажа на рабочем месте.

При проведении лабораторной работы все допущенные к её выполнению члены бригады должны постоянно присутствовать на рабочем месте.

7. При проведении работ запрещается:

- работать на лазерном стенде одному человеку;
- облакачиваться стенды;
- оставлять без присмотра включенную установку;
- вносить в зону действия лазерного луча посторонние предметы, особенно зеркально отражающие.

8. Включение лабораторного стенда производится только с разрешения преподавателя.

9. Запрещается разбирать и вскрывать лазерные модули во избежание выхода из строя оборудования. Неисправно работающее лазерное оборудование может привести к несчастному случаю.

10. При травме или другом несчастном случае с обучающимся надо немедленно отстранить его от работы, оказать первую медицинскую помощь, в случае необходимости вызвать «Скорую помощь» по телефону, 03 или 112.

11. Отчёт по лабораторной или исследовательской работе с протоколом исследования для проверки и подписи у руководителя должен быть индивидуальным, то есть предоставляться каждым членом бригады.

### **По окончании работы**

12. Отключить установку, органы управления выставить в исходное положение.

13. Привести в порядок рабочее место.

14. Выходя из помещения, проверить: выключено ли оборудование, закрыты ли окна.

15. Закрыть двери помещения на замок.

## **2. Изучение принципов работы лазера и цифровая лаборатория.**

Наш процесс изучения лазеров организован как работа с цифровой лабораторией. Кроме лазерной техники в состав лаборатории входят цифровые датчики. Именно они конкретными значениями «рассказывают» нам о том, что происходит внутри лазера и тем самым помогают лучше понять происходящие в нем процессы. Показания датчиков выводятся на компьютер, где они наглядно представляются в виде графиков и таблиц. Это позволяет очень удобно обрабатывать результаты экспериментов и помогает сделать правильные выводы. Результат работы можно оформить в презентацию или доклад.

### **2.1. Цифровые датчики и программные обеспечение.**

Программное обеспечение для цифровых датчиков компании «Научные развлечения» «НауЛаб» предназначено для работы с данными, получаемыми от цифровых датчиков, подключённых к персональному компьютеру. Работа с данными может состоять из одного или нескольких нижеперечисленных пунктов:

- получение данных;
- вывод зависимости физической величины от времени на экран;
- построение графика;
- составление электронного отчёта.

Обращаем ваше внимание на то, что некоторые шаги по установке программного обеспечения и функциональные возможности программы могут отличаться от описанных в данном руководстве по причине изменения версий программного обеспечения.

## Установка программного обеспечения.

Для начала работы с программным обеспечением «НауЛаб» вам необходимо установить некоторые системные компоненты (драйверы)<sup>1</sup>. Все драйверы и программное обеспечение поставляются на флеш-носителях или их можно скачать на сайте производителя по ссылке, указанной в паспорте. Для работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками:

Центральный процессор	Intel Atom N 270 или лучше
Оперативная память	512 Мб или больше
Жёсткий диск	Не менее 500 Мб <sup>2</sup>
Порты ввода-вывода	Не менее двух свободных USB-портов
Периферия	Рекомендуется манипулятор мышь
Операционная система	Windows 2000/XP/Vista/7

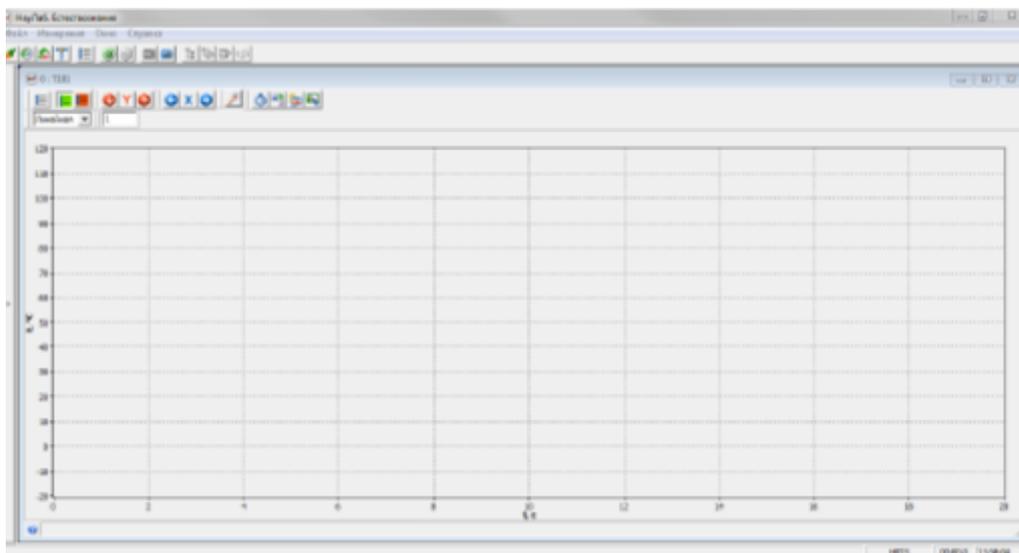
1. Для установки нового оборудования пользователь, осуществляющий его установку, должен обладать правами администратора.
2. В случае использования записи видеофайлов для дальнейшей обработки объём свободного места на жёстком диске зависит от выбранного алгоритма и качества сжатия видеофайла.

1. Установите программное обеспечение «НауЛаб» и драйверы, запустив файл *<путь>\setup\_dll.exe* появившимся на экране рекомендациям.
2. Подключите к свободному персонального компьютера кабель USB, идущий от датчика.

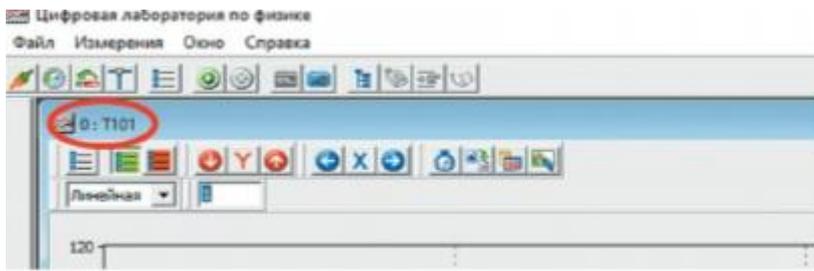




Выберите раздел Естествознание, и если датчик уже подключён к компьютеру, откроется вот такое окно:



В левом верхнем углу под панелью управления написан код датчика, в данном случае «Т101» — датчик температуры с диапазоном измерения  $-20\dots+120$  °С. Диапазон измерения датчика может отличаться в зависимости от модификации, но по нему всегда масштабируется ось Y. На оси также указываются единицы измерения. По оси X регистрируется время. По умолчанию устанавливается 20 с.

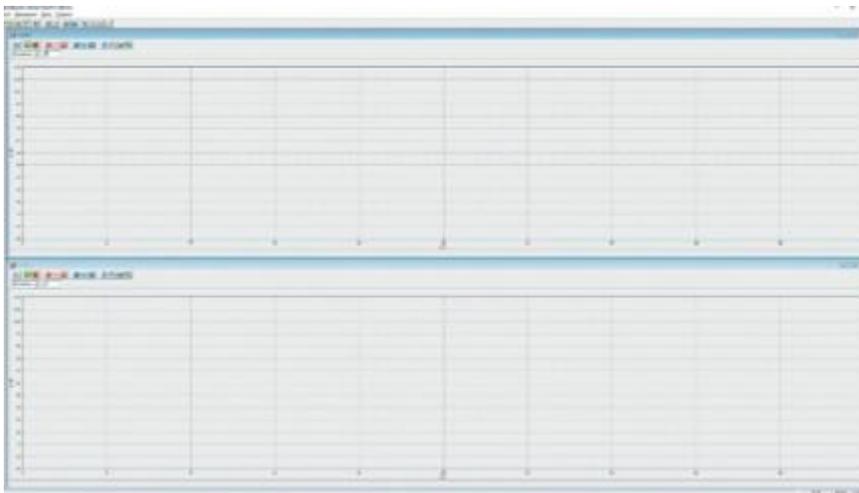


Фрагмент окна программы с названием датчика

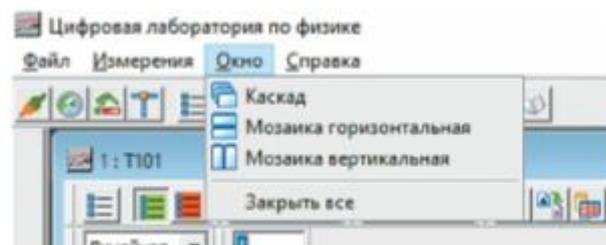


Фрагменты окна программы с нижней, средней и верхней частью оси Y.

В случае если датчиков подключено несколько, открываются сразу несколько окон:



Окна могут быть расположены вертикально или горизонтально.



### 2.3. Работа с полученными данными.

Полученные в процессе измерений данные можно сохранить в виде рисунка (зелёный кружок), в виде текстовой таблицы (красный кружок) с возможностью дальнейшей обработки во внешней программе, а можно посмотреть в виде таблицы без всякого сохранения (голубой кружок).



Запуск и остановка регистрации данных датчиком осуществляются кнопками



(активна после распознавания датчика) и



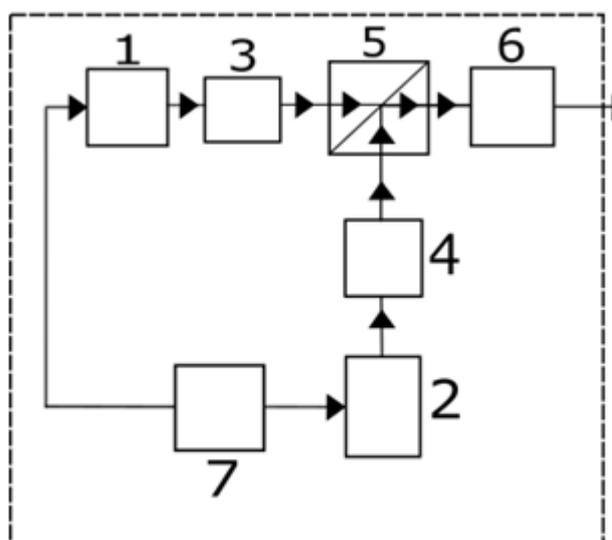
(активна после запуска) в

верхнем меню программы.

### 3. Проектирование модульного лазера с диодной накачкой.

В конструкцию излучателя входит модуль накачки, выполненный с использованием полупроводниковых лазерных диодом накачки.

Функциональная схема такого универсального модуля накачки приведена на рисунке.



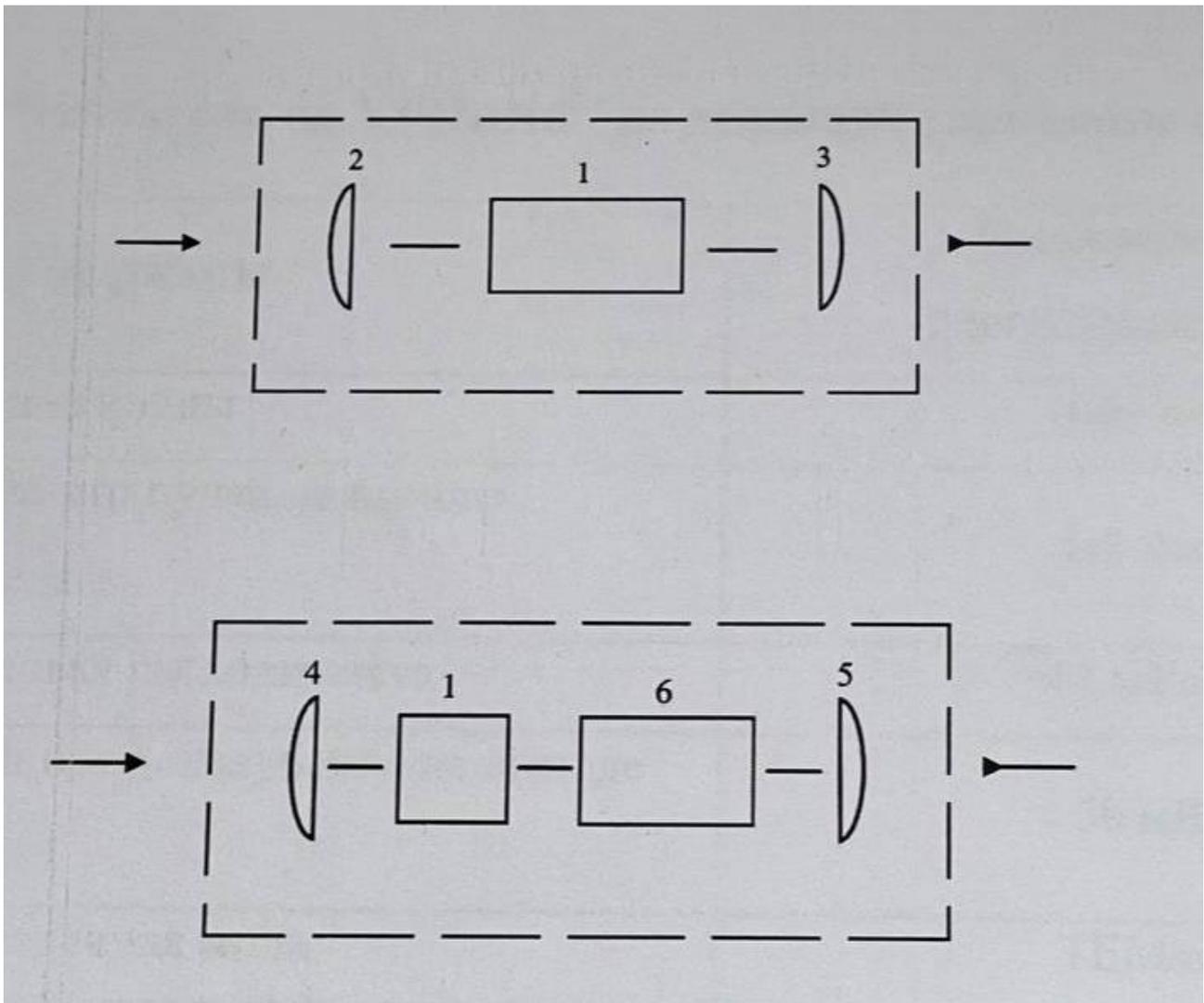
**Рис. 3.1. Функциональная схема модуля накачки для инфракрасного лазерного излучателя с накачкой двумя диодами.**

- 1,2 – лазерные диоды (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 5В и имеют возможность в небольших пределах перемещаться относительно конденсоров (3, 4). Излучения диодов накачки направляется диодов накачки направляется на призму - куб (5). Далее лазерный пучок, строго отъюстированный в вертикальной плоскости, направляется вдоль оси резонатора. Суммарная мощность накачки 2 Вт.

**4. Функциональные схемы модулей резонатора.**

На рисунке 3.2 (а, б) представлены функциональные схемы двух активных резонаторов на  $YVO_4:Nd^{3+}$ .



**Функциональные схемы модулей активных резонаторов на  $\text{YVO}_4:\text{Nd}^{3+}$  : а) на основной гармонике 1064 нм; б) на второй гармонике 532 нм.**

1 – активный элемент ванадата с неодимом 4\*4\*4 мм;

2 – входное зеркало с многослойными покрытиями на 1064 нм, с коэффициентом отражения 96-98%;

3 – выходное зеркало на 1064 нм, коэффициент пропускания 40-60%;

4 – входное зеркало на 532 нм;

5 – выходное зеркало 532 нм;

6 – нелинейный кристалл ниобата лития 2\*2\*10 мм.

Юстировка и сборка всех модулей выполнены с высоким качеством на лабораторном стенде, собранном на виброустойчивых лазерных столах.

### 5. Спецификация лазерных излучателей.

По результатам исследовательского проекта разработаны два излучателя со следующими характеристиками, приведённые в таблицах 6.1 и 6.2.

**Таблица 3.1**

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

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длины 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 <sub>00</sub>
Диапазон рабочей температуры	10 – 40 °С
Вариация выходной	< 5%

**Таблица 3.2**

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

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длина волн	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 <sub>00</sub>
Диапазон рабочей температуры	10 – 40 °С
Вариация выходной мощности	< 5%

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Разработан инновационный ванадатный лазер модульной конструкции, позволяющий относительно быстро собрать и отъюстировать лазерные излучатели в видимой и ИК-области оптического спектра.

Модульная конструкция лазерного излучателя имеет большое практическое применение в лабораториях проектного образования образовательных учреждений среднего, средне-профессионального и высшего образования при выполнении исследовательских проектов по лазерной физике и лазерным технологиям.

### **Список использованной литературы.**

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.

Вейко В.П., Шахно Е.А., Лазерные технологии в задачах и примерах: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 88 с.

Комиссаров А.В., Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. Новосибирск: СГТА, 2015. – 103 с.

Пойзнер Б.И. Физические основы лазерной техники. Учебное пособие – Москва: ИНФА – М, 2018. – 160 с.

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

