

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники  
(СВЧиКР)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой СВЧ и КР

\_\_\_\_\_ С.Н. Шارانгович

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА ИК -  
ДИАПАЗОНА**

Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления подготовки

11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, дисциплины:

«Метрология в оптических телекоммуникационных системах», «Направляющие среды»

Разработчики:

профессор. каф. СВЧ и КР

\_\_\_\_\_ А.Е. Мандель

магистрант группы 157 - М

\_\_\_\_\_ А.Ю. Яковлева

Томск 2018

## Содержание

1 Введение .....	3
2 Теоретическая часть .....	3
3 Описание экспериментальной установки .....	4
4 Порядок выполнения работы .....	7
5 Содержание отчета .....	8
7 Контрольные вопросы.....	8
Рекомендуемая литература.....	8

## 1 Введение

**Цель работы:** Изучить работу лазерного диода, построить соответствующую ватт – амперную характеристику.

## 2 Теоретическая часть

Основные требования к генераторам излучения – обеспечение требуемой мощности в волоконном световоде и долговременной стабильности параметров излучения. Обычно в качестве источников используются полупроводниковые лазерные диоды или светодиоды.

Принципиальным отличием лазерных диодов от светодиодов является наличие в них встроенного оптического резонатора. Лазерные диоды с длинами волн в диапазоне 1250 – 1600 нм используются в основном в одномодовых системах большой протяженности. Лазерные диоды большой мощности позволяют передавать сигнал на расстояния 250 км и более. Для больших протяженностей необходимо рассчитывать оптический бюджет диода с учетом материальной дисперсии в световоде для используемой длины волны, а также чувствительности приемника. Стоимость лазерных источников выше, что влияет и на конечную стоимость приема – передающей аппаратуры. Меньшая ширина спектральной характеристики ведет к снижению дисперсионных искажений передаваемого сигнала. Быстродействие современных лазеров позволяет модулировать их с излучением с частотой до 10 ГГц и выше. Типовая выходная мощность излучения составляет около 5 мВт. Апертура полупроводникового излучателя при работе в лазерном режиме значительно меньше чем у светодиодов, что при прочих равных условиях, позволяет ввести в волокно большую мощность. Потери на ввод излучения ЛД обычно не превышают 2,5 дБ. Зависимость мощности излучения  $P$  от тока накачки  $I_n$  у лазеров имеет ярко выраженный пороговый характер (см. рис.2.1,а).

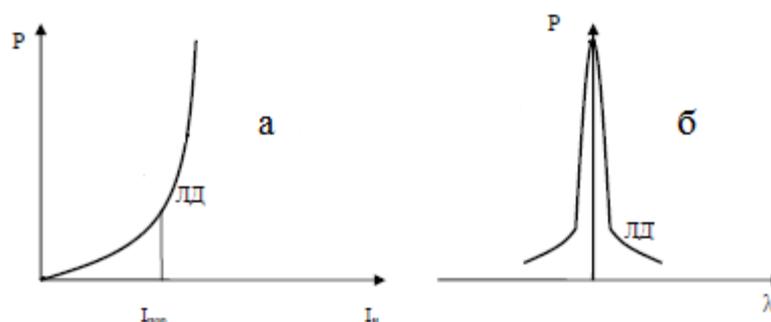


Рисунок 2.1 – Энергетические (а) и спектральные (б) характеристики полупроводникового лазера

При создании лазерных передатчиков приходится решать ряд сложных инженерных задач, обусловленных следующими особенностями лазера:

- для уменьшения времени задержки и, следовательно, для увеличения быстродействия лазерного передатчика рабочая точка в состоянии покоя должна находиться вблизи излома энергетической характеристики ;
- величина порогового тока  $I_{пор}$ , при котором начинается лазерная генерация, сильно зависит от температуры кристалла излучателя и возрастает с течением времени из-за эффектов его старения;
- большая крутизна энергетической характеристики при токах, превышающих пороговое значение, в сочетании с низкой стойкостью лазера к перегрузкам требует контроля выходной мощности излучения.

Все это приводит к необходимости применения в электронных схемах лазерных передатчиков сложных цепей регулирования и стабилизации с использованием мониторингового фотодиода, что существенно усложняет передающий лазерный оптоэлектронный модуль по сравнению со светодиодным.

При использовании полупроводниковых лазеров в системах передачи подлежат измерению основные параметры и характеристики источника излучения.

В работе используется лазерный модуль с диодом 1310 нм. В ходе выполнения данной работы необходимо измерить ватт-амперные характеристики лазерного диода (зависимость выходной мощности излучения от тока накачки). По измерениям этой характеристики можно определить коэффициент передачи (отношение мощности светового излучения к протекающему через диод току) и оценить нелинейность преобразования.

### **3 Описание экспериментальной установки**

Типовой комплект для выполнения лабораторной работы состоит из лабораторной установки и дополнительного оборудования. Внешний вид установки представлен на рисунке 3.1

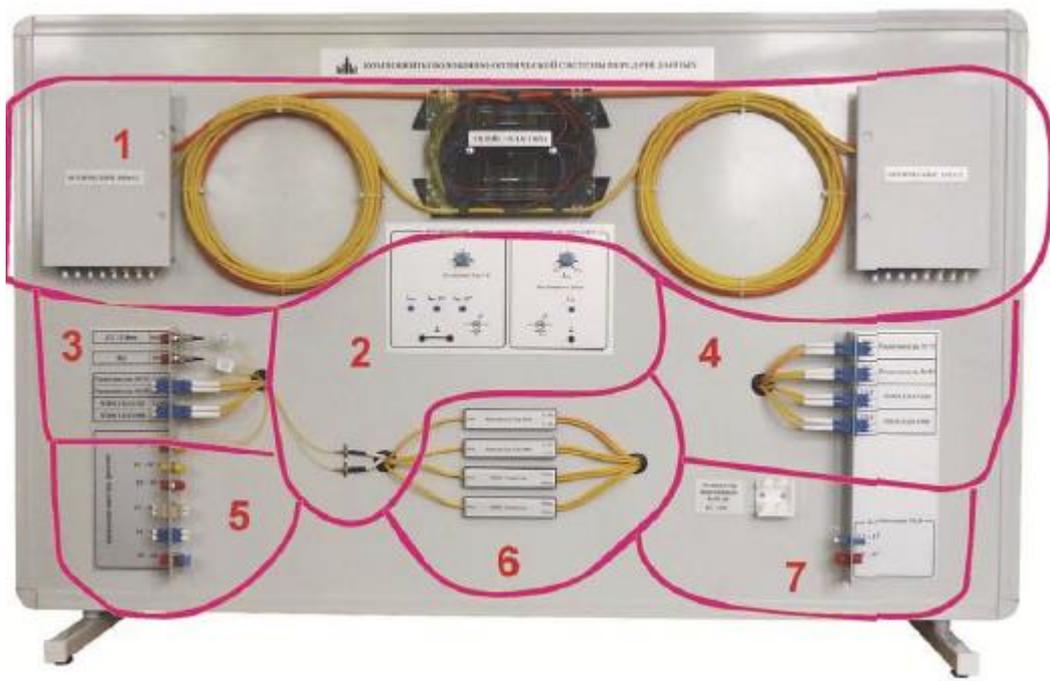


Рисунок 3.1 – Внешний вид лабораторной установки

На рисунке 3.1 лицевая панель лабораторной установки разбита на области разного функционального назначения. Для выполнения данной лабораторной работы необходимо задействовать области под номерами 2,3.

Область под номером 2 – блок активных компонентов волоконно – оптической системы передачи данных, включающий блок «источник оптического сигнала» и блок «фотоприемник» (см. рис. 3.2). Область под номером 3 – блок оптических розеток с коннекторами активных и пассивных элементов. В качестве активных элементов в данной работе используются лазерный модуль.



Рисунок 3.2 – Панель блока активных компонентов

Схема экспериментальной установки для измерения ватт – амперной характеристики лазерного диода и фотодиода представлена на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Схема измерения ватт – амперной характеристики лазерного диода

Источник оптического сигнала состоит из лазерного модуля с длиной волны 1310 нм. Электрическая часть представляет собой регулируемый источник тока, ограниченный около 45 мА. Ручка регулировки находится на лицевой части панели (см. рис. 3.2).

Электрическая схема блока «источник оптического сигнала» представлена на рисунке 3.4. Миллиамперметр (тестер) подключается к гнездам 1 и 2 на лицевой панели. Сопротивление шунта тестера составляет около 3,2 Ом, что дает систематическую погрешность около 10%. Реальный ток через лазерный диод на 10% выше, чем показания на приборе.

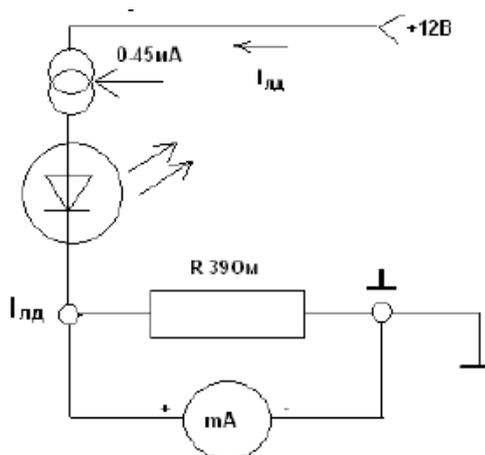


Рисунок 3.4 – Электрическая схема блока «источник оптического сигнала»

Модовый скремблер (смеситель мод) соответствует спецификации TIA/EIA – 568 – В.1 и представляет собой катушку диаметром 22 мм, на которую требуется 5 витков оптического кабеля в буфере 3 мм. Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт М3, закрепленный на ней. На рисунке 3.5 представлен внешний вид модового скремблера.



Рисунок 3.5 – Модовый скремблер

Измеритель оптической мощности «Топаз 7210А» находящийся в кейсе лабораторного комплекта, представлен на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Кейс с источником оптического излучения «Топаз 3105», измерителем оптической мощности «Топаз 7210А» и блоком питания «Топаз 7210А»

Перед началом работы с измерительным оборудованием, необходимо ознакомиться с инструкцией по эксплуатации измерителя оптической мощности «Топаз 7210А».

#### 4 Порядок выполнения работы

1. Возьмите модовый скремблер и намотайте на него 3- 5 витков оптического кабеля, используя MM FC – FC оптический шнур. Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт М3, закрепленный на ней.
2. С помощью данного оптического шнура, намотанного на скремблер, необходимо соединить измеритель оптической мощности с лазерным диодом, подключив к соответствующим разъемам блока активных компонентов и измерителя оптической мощности. Измеритель оптической мощности «Топаз 7210А» включить в сеть.
3. Подключите мультиметр к клеммам для измерения тока лазерного диода (гнезда 1 и 2), соблюдая полярность. Переключите прибор в положение «измерение постоянного тока» с диапазоном 200 мА;
4. Регулятор тока на установке выставьте в положение «0 мА»;

5. Добавляя ток по 1 – 3 – 5 мА замерять выходную оптическую мощность. Перед каждым замером дать системе выйти на стабильный режим не менее 2 – х минут;
6. Построить график зависимости выходной оптической мощности излучения от тока накачки лазерного диода, провести аппроксимацию полученных данных;
7. Определить по графику пороговый ток лазерного диода и его рабочую точку (среднюю);
8. Сделать выводы относительно применимости и ограничениях лазерных диодов.

## **5 Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Цель работы и схему экспериментальной установки с полным описанием работы;
2. Результаты измерений, занесенные в таблицы;
3. Графики;
4. Выводы относительно ограничений применимости лазерных диодов.

## **7 Контрольные вопросы**

1. Что такое «оптический бюджет»? Что влияет на оптический бюджет? На что влияет оптический бюджет?
2. Почему перед измерением мощности оптического излучения диода требуется подождать некоторое время даже при условии, что измерительная аппаратура готова к измерениям?
3. Является ли ватт – амперная характеристика лазерного диода линейной? Почему?

## **Рекомендуемая литература**

1. Мандель, А.Е. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 139 с.
2. «Компоненты волоконно – оптической линии связи» ВОЛС – 01 – Ц – С: Методические рекомендации по проведению исследовательских работ с использованием типового комплекта. – Челябинск: ООО НПП «Учтех – Профи», 2018. – 36 с.