**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования**
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**
**в г. Смоленске**

**Методическое обеспечение дисциплины**

# ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

---

**Смоленск – 2021 г.**

**Методические материалы составил:**

к.т.н., доцент_____ М. В. Беляков_____
подпись ФИО

« 24 » июня 2021 г.

**Заведующий кафедрой «**Электроники и микропроцессорной техники**»:**

_____ Якименко Игорь Владимирович
подпись ФИО

«02» июля 2021 г.

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования**
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**
**в г. Смоленске**

# Лабораторный практикум по дисциплине

# ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

---

**Смоленск – 2021 г.**

## 1. Цели лабораторного практикума

Лабораторный практикум по дисциплине «Лазерная техника» служит для практического подкрепления лекционного материала и привития навыков применения приборов с лазерами и методов измерений лазерного излучения.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаб. А-107 «Лазерная техника» учебно-лабораторного корпуса филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Цель студента при работе в лаборатории по дисциплине «Лазерная техника» – отработка навыков работы с газовыми, твердотельными и полупроводниковыми лазерами.

## 2. Теоретическое введение и состав лабораторного оборудования

Целью работы является ознакомление с устройством и принципом работы газовых лазеров, а также приобретение навыков работы с ними.

### ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторный стенд включает $CO_2$ (рис. 1.1) и He-Ne (рис. 1.2) лазеры.

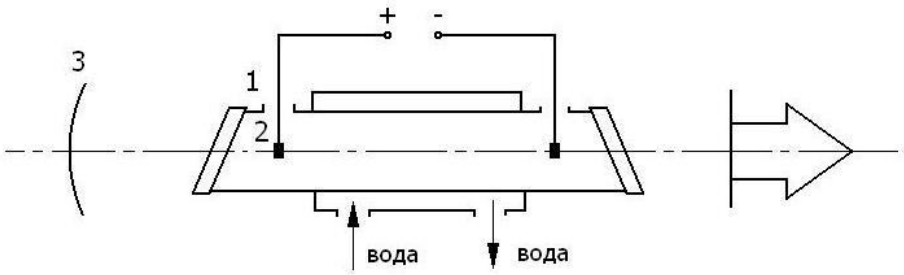



Рисунок 1.1 – Схема $CO_2$ лазера:

1- окна газоразрядной трубки;
2- газоразрядная трубка;
3- зеркала оптического резонатора.

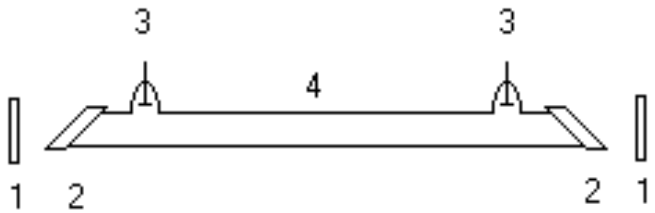


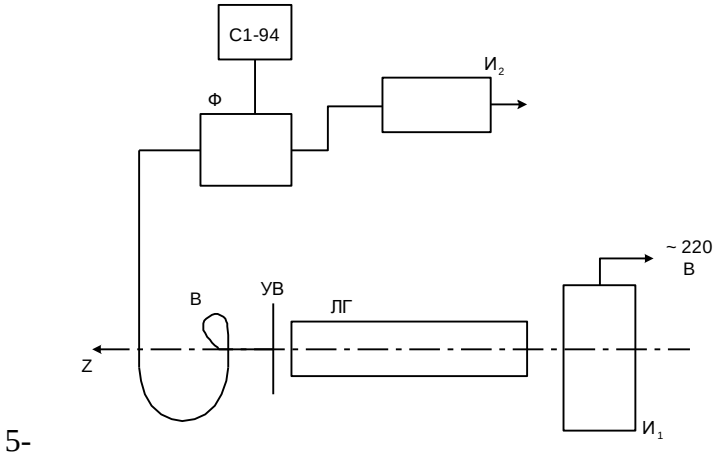

Рисунок 1.2 – Схема гелий - неонового лазера:

1- зеркала оптического резонатора;
2- окна газоразрядной трубки;
3- электроды;
4- газоразрядная трубка.

Целью работы является ознакомление с использованием лазера в качестве источника излучения в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС) и методами определения дисперсионных свойств оптического волокна.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка (рис. 2.1) состоит из лазера, источника питания, фотоприемника, фокусирующей системы и осциллографа С1-94, предназначенного для измерения фотосигнала. Между фотоприемником и фокусирующей системой помещаются исследуемые волоконные световоды различной длины.




5-

Рисунок 2.1 – Схема лабораторной установки:

ЛГ – ОКГ типа ЛГ-52-2 или ЛГИ-109; И1 – источник питания ЛГ-52-2;

УВ – устройство ввода излучения в волокно; В – оптическое волокно;

Ф – фотоприемник; И2 – источник, подающий смещение на фотоприемник.

Целью работы является ознакомление с методами и приборами для электрооптической модуляции лазерного излучения.

## ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторный установка (рис. 3.1) состоит из He-Ne лазера, генерирующего излучение на λ = 0,63 мкм, оптического модулятора МЛ-102, источника напряжения ТВ-1, с которого подается управляющее напряжение на затвор приемника излучения ФД-5-155, источника постоянного напряжения, подающего напряжение смещения на ФД-5-155, и вольтметра В7-22А, регистрирующего сигнал с приемника.

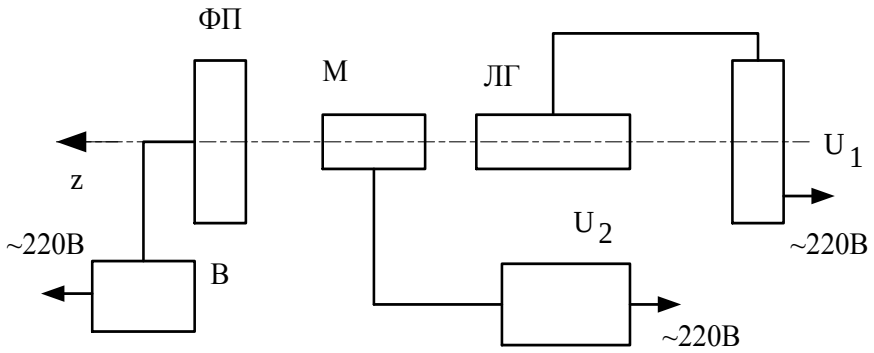



Рисунок 3.1 – Схема лабораторной установки:
ЛГ – He - Ne лазер ЛГ-72; $U_1$ – источник питания ЛГ-72; М – модулятор МЛ-102;
$U_2$ – источник, обеспечивающий подачу напряжения смещения на модулятор;

ФП – фотоприемник ФП-155-5; В – вольтметр В7-22А

Схема электрооптического затвора приведена на рис. 3.2. Он состоит из двух кристаллов DKDP (1) и анализатора (2), пропускающего излучение, поляризованное по оси у, работающего на основании поперечного эффекта Поккельса.

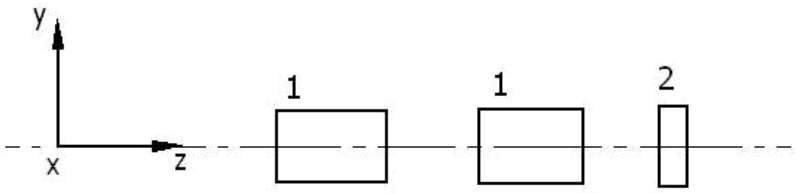



Рисунок 3.2 – Схема электрооптического затвора:
1 – кристалл DKDP; 2 – анализатор

Целью работы является измерений потерь в оптоволокне методом вносимых потерь

*ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ*

Измерения затухания производится малогабаритным измерителем оптической мощности Photom 211B в сочетании с источниками оптического излучения Photom 364. Комплект предназначен для измерения оптической мощности и потерь в волоконно-оптических линиях связи. Photom 211B откалиброван на три длины волны 850, 1310 и 1550 нм, что позволяет проводить измерения как на одномодовых, так и на многомодовых линиях. Сменные адаптеры обеспечивают подключение различных типов коннекторов.

К основным простейшим методам измерения затухания относится: метод вносимых потерь (рис. 5.1).

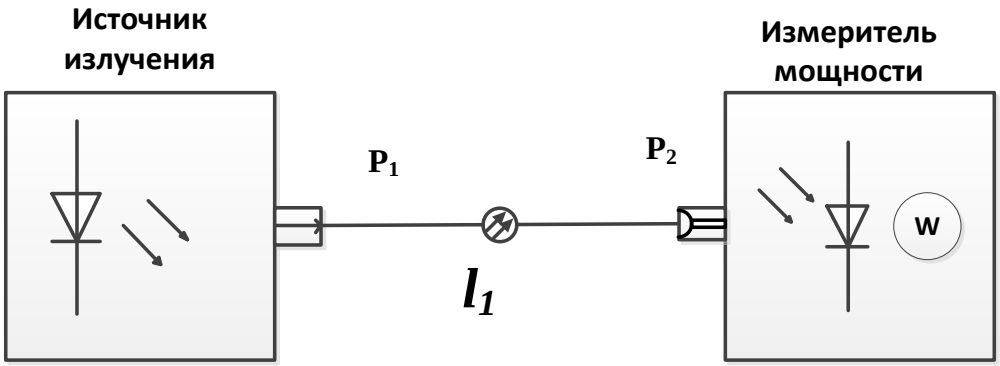



Рис. 5.1 - Функциональная схема измерений по методу вносимых потерь

В приведенной выше схеме на рис. 5.1 в целом обеспечиваются условия ввода оптического излучения в измеряемое волокно $l_1$.

Затухание оптического волокна измеряется с помощью источника излучения и измерителя мощности, ваттметра (тестера). Свет от источника вводится в волокно и измеряется уровень оптической мощности (дБм) на ближнем $P_1$ и дальнем $P_2$ концах оптоволокна.

Разность между двумя измеренными таким образом уровнями мощности определяет затухание волокна $A_{дБ} = P_2 - P_1$.

Считается, что для большинства случаев таких условий ввода вполне достаточно. Однако, после при соединении измеряемого волокна к выходу источника излучения, условия ввода излучения могут изменяться, поскольку при проведении измерений по рис. 5.1 свет из волокна, вследствие неточной юстировки или различий в геометрии сердцевин волокон, в измеряемое волокно может попасть не вся, а лишь часть мощности, вышедшей из источника излучения. Для того чтобы

снизить, а в некоторых случаях и полностью компенсировать такую погрешность, желательно схему рис. 5.1 несколько усложнить:

При измерениях методом вносимых потерь сначала измеряется оптическая мощность на выходе оптического волокна (эталонное волокно $l_1$).

Этот уровень мощности обозначен на рис. 5.2 $P_1$(дБм). Затем измеряемое волокно подключается между эталонным волокном и ваттметром и измеряется уровень мощности $P_2$(дБм) на его выходе. Затухание оптоволокна определяется как разность между этими двумя уровнями мощности.

Вместе с источником излучения и ваттметром следует приобрести эталонные волокна.

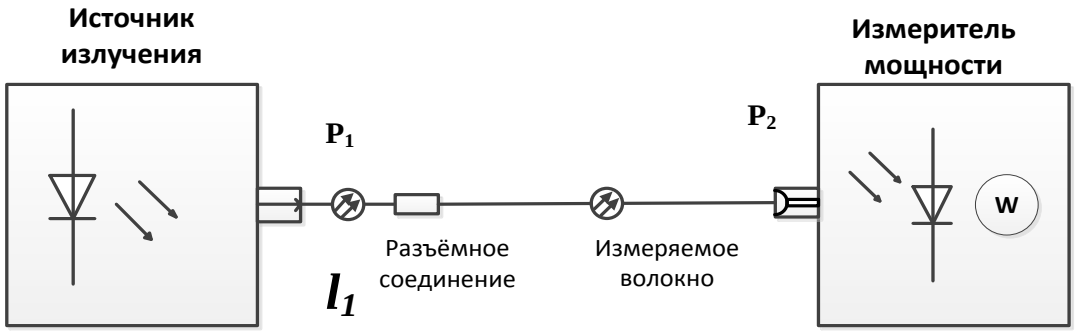



Рис.5.2. Усовершенствованная схема калибровки измерителя.

При таком включении появляются разъемное соединение (оптическая розетка), которая вносит определенные паспортные потери. Эти потери могут быть впоследствии учтены и исключены из результатов измерений.

***Цель работы*** заключается в ознакомлении с работой лазерного дальномера

**Описание установки**

Лазерный дальномер INSTRUMAXSNIPER 30 позволяет: измерять расстояния дистанционно; вычислять функции площади, объёма, а также производить косвенные измерения (по теореме Пифагора).

Принцип работы данного устройства заключается в следующем: дальномер посылает лазерный импульс к удалённому объекту, достигнув которого луч отражается, что в свою очередь и улавливает приёмник.

Не смотрите на лазерный луч. Лазерный луч может повредить глаза, даже если вы смотрите на него с большого расстояния. Не направляйте лазерный луч на людей или животных. Используйте прибор выше/ниже уровня глаз. Используйте прибор только для измерений. Не вскрывайте прибор.

Рисунок 2.1 - Устройство лазерного дальномера

1 - кнопка включения/измерения/трекинг/выбор ед. измерения; 2 -площадь/объём/косвенные измерения; 3 - стереть/выключить; 4 - лазерный указатель; 5 - детектор излучения; 6 - дисплей.

## 3. Перечень лабораторных работ и методические рекомендации по выполнению рабочего задания

Лабораторный практикум включает 4 лабораторных работ (по 4 часа).
Лабораторная работа № 1 Изучение элементов и узлов газовых лазеров
Лабораторная работа № 2 Исследование оптического волокна
Лабораторная работа № 3 Электрооптическая модуляция лазерного излучения
Лабораторная работа №5
Исследование затухания излучения полупроводниковых лазеров в волоконных световодах
Лабораторная работа 6 Исследование работы лазерного дальномера

## 3. Контрольные вопросы

1. Принцип работы газовых лазеров.
2. Основные узлы газовых лазеров и их функциональное назначение.
3. Какие факторы определяют частоту генерации лазера?
4. Как влияет давление газовой смеси на мощность, генерируемую газовым лазером?
5. Сравнительная характеристика He-Ne и $CO_2$ лазеров.
6. От чего зависит коэффициент полезного действия газового лазера?
7. Какие зеркала используют для резонатора He-Ne лазера и как они влияют на длину волны генерируемого излучения?
8. Устройство и основные параметры ВОЛС.
9. Устройство полупроводниковых лазеров.
10. Какие особенности полупроводниковых лазеров обусловили их широкое применение в ВОЛС?
11. Чем ограничены частоты модуляции мощности инжекционных лазеров?
12. Перечислите основные преимущества ВОЛС.
13. Классификация методов модуляции лазерного излучения.
14. Основные рабочие параметры модуляторов.
15. Сравните электрооптический и электроакустический методы модуляции лазерного излучения.
16. Чем отличаются продольный и поперечный эффекты Поккельса?
17. Что такое полуволновое напряжение?
18. От чего зависит глубина модуляции, обеспечиваемая электрооптическим модулятором?
19. Из чего состоят потери оптического кабеля?
20. Какой метод измерения затухания является наиболее простым?
21. Дайте сравнительную оценку различных методов измерения потерь в ОВ.
22. На какой длине волны затухание минимально:850, 1300 или 1550 нм? Почему?
23. Опишите метод измерения потерь в волокне с помощью измерителя мощности.
24. Виды лазерных дальномеров и их различия.
25. Принцип работы импульсного лазерного дальномера.
26. Принцип работы фазового лазерного дальномера.
27. Преимущества и недостатки лазерных дальномеров.
28. Для чего нужна визирная пластина?
29. Технические характеристики дальномера, используемого в работе.