

УДК 621.385.6(076)+ 621.396.67(076)

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,
протокол № от 2014

Рецензент:

проф., ПГУТИ, зав.каф. Э и А
д.ф.-м.н., доц. Ключев Д.,С.

Методические указания к лабораторным работам «Приборы СВЧ и оптического диапазона» содержит методику расчета и измерения основных параметров электровакуумных приборов СВЧ и ОД: отражательного клистрона; лампы бегущей волны (ЛБВ); лампы обратной волны (ЛОВ); гелий-неонового лазера разработаны в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки, 11.03.01 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 11.03.02 и предназначены для студентов 4 курса факультета ФТР для лабораторных занятий.

V — спонтанное излучение Ne (обычное свечение Ne); VI — диффузия при соударениях со стенками;

$$3s \Rightarrow 3p \rightarrow \lambda_1(ИК/Л); 3s \Rightarrow 2p \rightarrow \lambda_2(В/Л); 2s \Rightarrow 2p \rightarrow \lambda_3(ИК/Л).$$

Для создания инверсии населенностей используется электрическая накачка — возбуждение тлеющего разряда в газообразной трубке. При разряде вследствие неупругих соударений со свободными электронами происходит возбуждение атомов гелия, которые могут переходить на метастабильные уровни ϵ_2 и ϵ_3 (стрелки I). Эти уровни близки к уровням $2s$ или $3s$ неона. Поэтому при неупругих соударениях возбужденных атомов гелия с невозбужденными атомами неона происходит передача избыточной энергии атомов гелия атомам неона (стрелки II). Атомы гелия переходят в основное состояние (стрелки III), а атомы неона — в возбужденные состояния $2s$ и $3s$ (стрелки IV). Так как время жизни атомов неона на уровнях $2s, 3s$ больше, чем на уровнях $2p, 3p$ (уровни $2s, 3s$ — метастабильные, а уровни $2p, 3p$ — короткоживущие), при определенном токе разряда возникает инверсия населенностей и вынужденное излучение в переходах: $3s \Rightarrow 3p$ — излучение в ИК диапазоне; $3s \Rightarrow 2p$ — излучение в диапазоне видимых лучей (В/Л); $2s \Rightarrow 2p$ — излучение в ИК диапазоне.

Частицы с уровней $3p, 2p$ возвращаются на основной уровень ϵ_1 в два этапа. Сначала происходит спонтанный переход на метастабильный уровень $1s$, сопровождающийся обычным свечением неона (стрелка V). Затем частицы удаляются с уровня $1s$ из-за диффузии на стенки трубки, которым они отдают избыток своей энергии (стрелка VI).

Вследствие кратности состояний неона инверсию населенностей и генерацию можно получить на большом числе переходов с различными длинами волн. Выделение генерации на одном из переходов с определенной длиной волны излучения осуществляется за счет избирательных свойств колебательной системы.

Устройство гелий-неонового лазера

Устройство гелий-неонового лазера схематически показано на рисунке 6.12. В комплект прибора входят источник питания 1 и излучатель 2. Основными элементами излучателя 2 являются колебательная система 3, 4 и активный элемент 5.

денные состояния неона обозначены по Пашену: ns — метастабильные уровни, np — короткоживущие уровни. Эти состояния являются вырожденными — каждое из них представляет собой группу близко расположенных подуровней. Подуровни каждого состояния нумеруются в порядке убывания энергии дополнительными индексами, которые указываются сбоку около каждой группы. Так около состояния $2p$ стоят цифры 1...10; это означает, что 10 подуровней этого состояния нумеруются от $2p_1$ до $2p_{10}$.

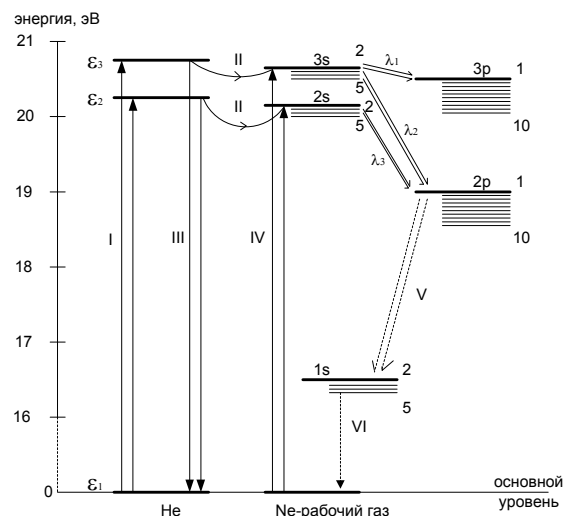
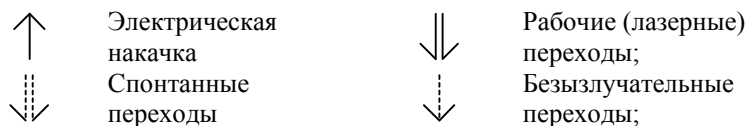


Рисунок 6.11. Диаграмма энергетических уровней и квантовых переходов в гелий-неоновом лазере.



ϵ_1 — основной уровень; ϵ_2, ϵ_3 — возбужденные метастабильные уровни He;

I — заселение верхних уровней He путем электрической накачки; II — резонансная передача возбуждения от атомов He атомам Ne при их соударениях, сопровождающаяся переходом атомов He в основное состояние (III), а атомов Ne — в возбужденное состояние (IV);

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. "ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО КЛИСТРОНА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ОТРАЖАТЕЛЯ".....	4
Лабораторная работа №2. "ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДУЛЯЦИИ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО КЛИСТРОНА.....	13
Лабораторная работа №3. "ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАМПЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ ТИПА О".....	21
Лабораторная работа №4. "ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАМПЫ ОБРАТНОЙ ВОЛНЫ ТИПА О".....	28
Лабораторная работа №5. "ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА".....	39
КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.....	48
ОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ КЛИСТРОНЫ.....	48
ЛАМПЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ ТИПА О.....	52
ЛАМПЫ ОБРАТНОЙ ВОЛНЫ ТИПА О.....	56
ГЕЛИЙ НЕОНОВЫЙ ЛАЗЕР.....	61