

Характеризация мощного полупроводникового светоизлучающего диода

Коновалов Никита Алексеевич

Физический факультет. Электромагнитный практикум, 3 семестр.

Группа № 19310, 3 семестр, 2020 год.

Научный руководитель:

Шамирзаев Тимур Сезгирович

ведущий научный сотрудник, д.ф.м.н, ИФП СО РАН

Аннотация.

Целью работы являлось изучение свойств мощного полупроводникового светоизлучающего диода такие как вольтамперная характеристика и зависимость мощности диода от тока. Также, был изучен спектр люминесценции данного образца. Исходя из полученных данных были сделаны выводы о нелинейности вольтамперной характеристики данного диода, что с хорошей точностью совпадает с теорией. Был вычислен квантовый выход диода. В том числе, благодаря измерениям было определено встроенное последовательное сопротивление диода.

Ключевые слова: P-n переход, Вольтамперная характеристика, свободный электрон, дырка, рекомбинация, Яркостная характеристика

Работа была выполнена в ИФП СО РАН.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Физический факультет

Кафедра общей физики

Коновалов Никита Алексеевич

КУРСОВАЯ РАБОТА

**Характеризация мощного полупроводникового светоизлучающего
диода.**

Электромагнитный практикум, 2 курс, группа №19310

Научный руководитель:

Оценка научного руководителя

« _____ » _____ 20__ г.

Преподаватель практикума

Оценка преподавателя практикума

« _____ » _____ 20__ г.

Куратор практикума:

__ к.т.н. В.Т. Астрелин _____

Итоговая оценка

« _____ » _____ 20__ г.

Новосибирск 2020

Оглавление

Аннотация	4
Введение	4
Постановка задачи и описание экспериментальной установки.....	6
Результаты эксперимента и обработка данных	7
Вывод.....	10
Список литературы	10

Аннотация

Данная работа посвящена изучению мощного полупроводникового светоизлучающего диода (СИД), а точнее его вольтамперной характеристики, мощности и спектра люминесценции. Исходя из полученных данных были сделаны выводы о нелинейности вольтамперной характеристики данного диода, что с хорошей точностью совпадает с теорией. Был вычислен квантовый выход диода. В том числе, благодаря измерениям было определено встроенное последовательное сопротивление диода.

Введение.

В отличие от лампочки накаливания спектр излучения диода почти полностью расположен в узком диапазоне длин волн! Принцип действия светоизлучающих полупроводниковых диодов основан на излучении квантов электромагнитной энергии при переходе электронов с высоких энергетических уровней, т.е. из зоны проводимости, на более низкие уровни, находящиеся в валентной зоне.

Основными характеристиками СИД являются: вольтамперная (ВАХ) и ампер-ваттная или яркостная характеристики. Яркостная характеристика представляет собой зависимость мощности излучения от проходящего через СИД тока.

Диод— это нелинейный элемент в электрической цепи. Сопротивление диода— величина непостоянная, она зависит от полярности и величины напряжения, приложенного к диоду, поэтому ВАХ нелинейная.

Так как главная часть этой работы — это полупроводниковый диод, то для начала, надо разобраться в том, что из себя представляют полупроводники. Полупроводники— это материалы, у которых энергия электронной связи между атомами, обозначаемая символом ϵ , больше чем у металлов и меньше чем у диэлектриков. Конечно, можно более глубоко разобрать тему полупроводников, но для данного эксперимента требуется знать именно про те полупроводники, которые образуются путём добавления примесей.

Перед тем как начать основную теорию, нужно разобраться с некоторыми терминами:

Свободный электрон— это электрон, способный под действием электрического поля двигаться направленно, создавая этим электрический ток,

Дырка— это разорванная электронная связь, обусловленная отсутствием электрона. Она так же, как и свободный электрон способна перемещаться между атомами,

Рекомбинация— это процесс объединения Свободного электрона и Дырки. Он происходит, когда путём хаотического перемещения, эти свободные носители встречаются и одновременно исчезают.

Чтобы описать р-п переход, нужно знать про примесные полупроводники.

Первый тип— это донорные. Они образуются добавлением в кристаллическую решётку такой примеси, чтобы, образовав электронные связи с атомами решётки, у примесного атома остался валентный электрон, который и выполняет роль свободного, так как, чтобы оторвать его от атома, понадобится гораздо меньше энергии, по сравнению с энергией, нужной для электронов в кристалле без примеси.

Как пример можно привести добавление Мышьяка в кристалл кремния.

Второй— это акцепторные. Они образуются точно так же, только добавляются другие примеси. У которых меньше валентных электронов, чем у атомов решётки. Если после этого, потратится энергия на то, чтобы один из соседних электронов перешел к атому примеси, то в решётке образуется дырка.

Диоды работают по принципу р-п перехода. Диод — это полупроводник, с одной стороны легированный таким образом, что с одной стороны он р проводимости, а с другой n проводимости.

Таким образом дырки и электроны диффундируют в соседнюю область. Образуя потенциальный барьер, что и обеспечивает существование разных энергетических уровней.

Постановка задачи и описание экспериментальной установки.

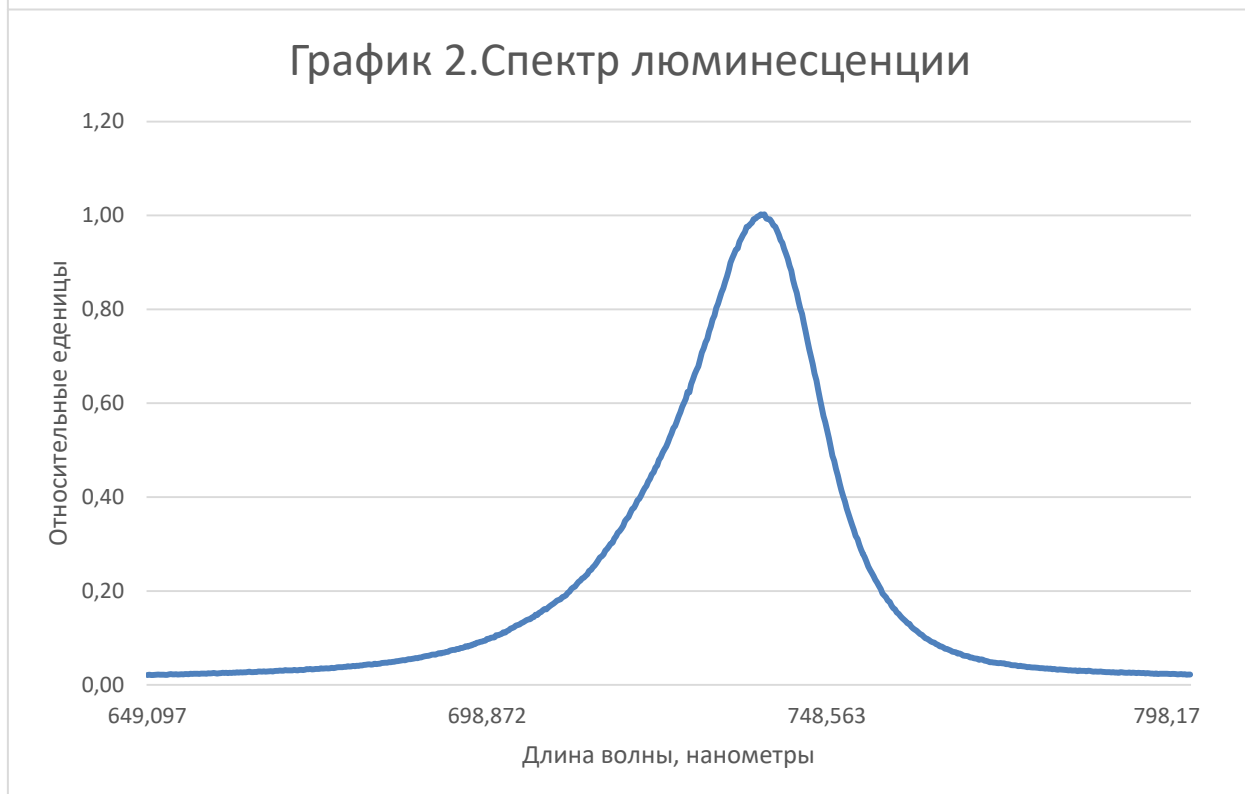
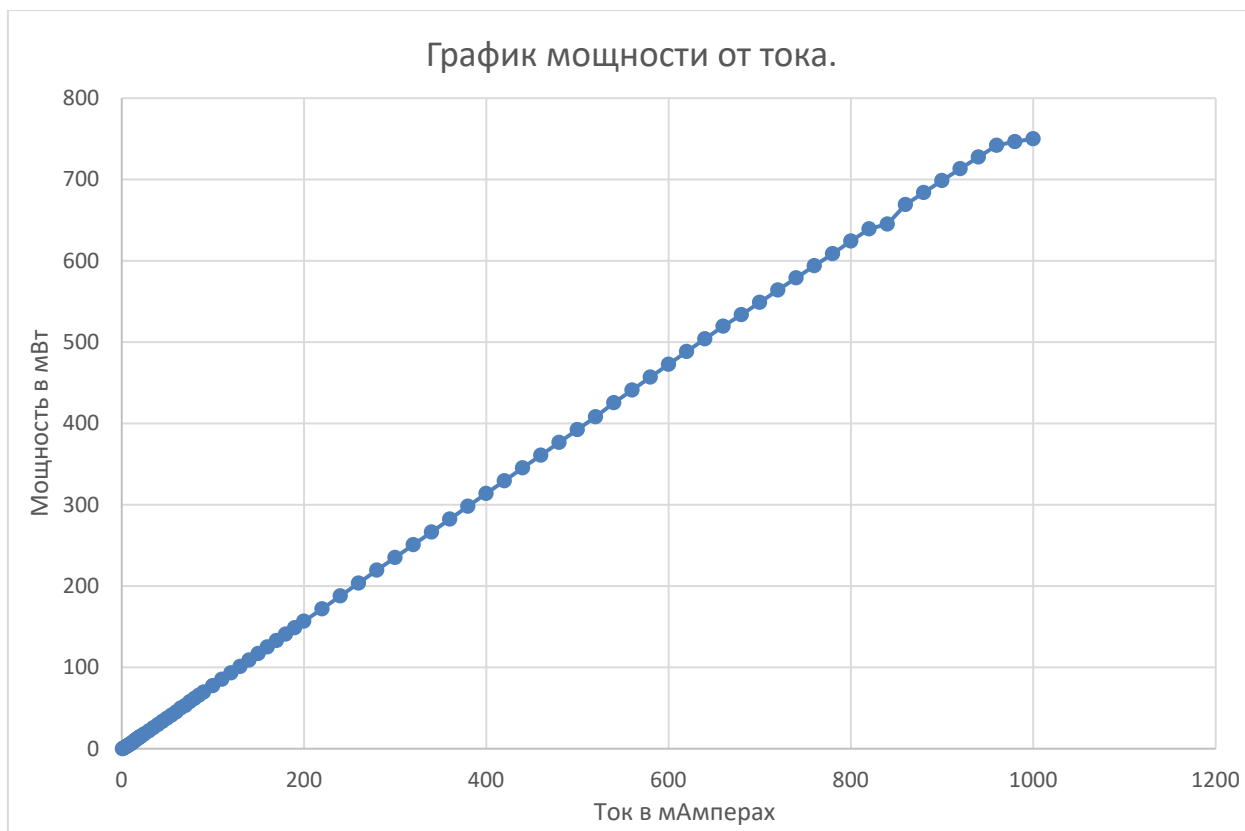
Целью данной работы являлось изучение свойств диода Epister 730mm 3Вт. Нужно было произвести измерения вольтамперной характеристики, спектра люминесценции и яркостной характеристики, вычислить квантовый выход и встроенное последовательное сопротивление.

Оборудование: приборы: ACTON 500i CDD NTE 1340*100, Keithley, ThorlabsP100, Rigol DP 832; оптическая система, диод Epister 730mm3Вт.

Прибор ACTON 500i CDD NTE 1340*100 использовался для измерения спектра люминесценции, Keithley для получения вольтамперной характеристики, ThorlabsP100 для измерения мощности излучения диода, а Rigol D P832 являлся источником тока.

При измерении мощности также была использована сложная оптическая система, состоящая из линз и щелей, целью которой было направить излучение диода в спектрометр.

Результаты эксперимента.



На рисунках приведены Обратная (график 3) и прямая (график 4) ветви вольт-амперной характеристики.

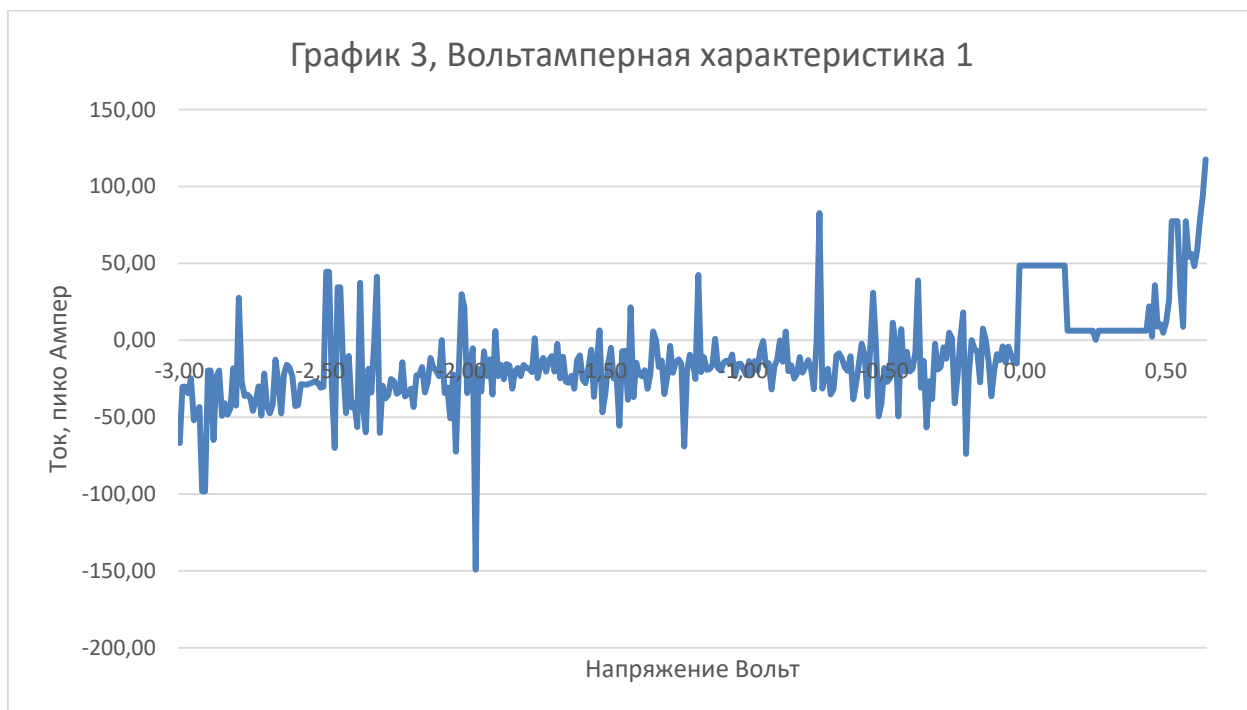
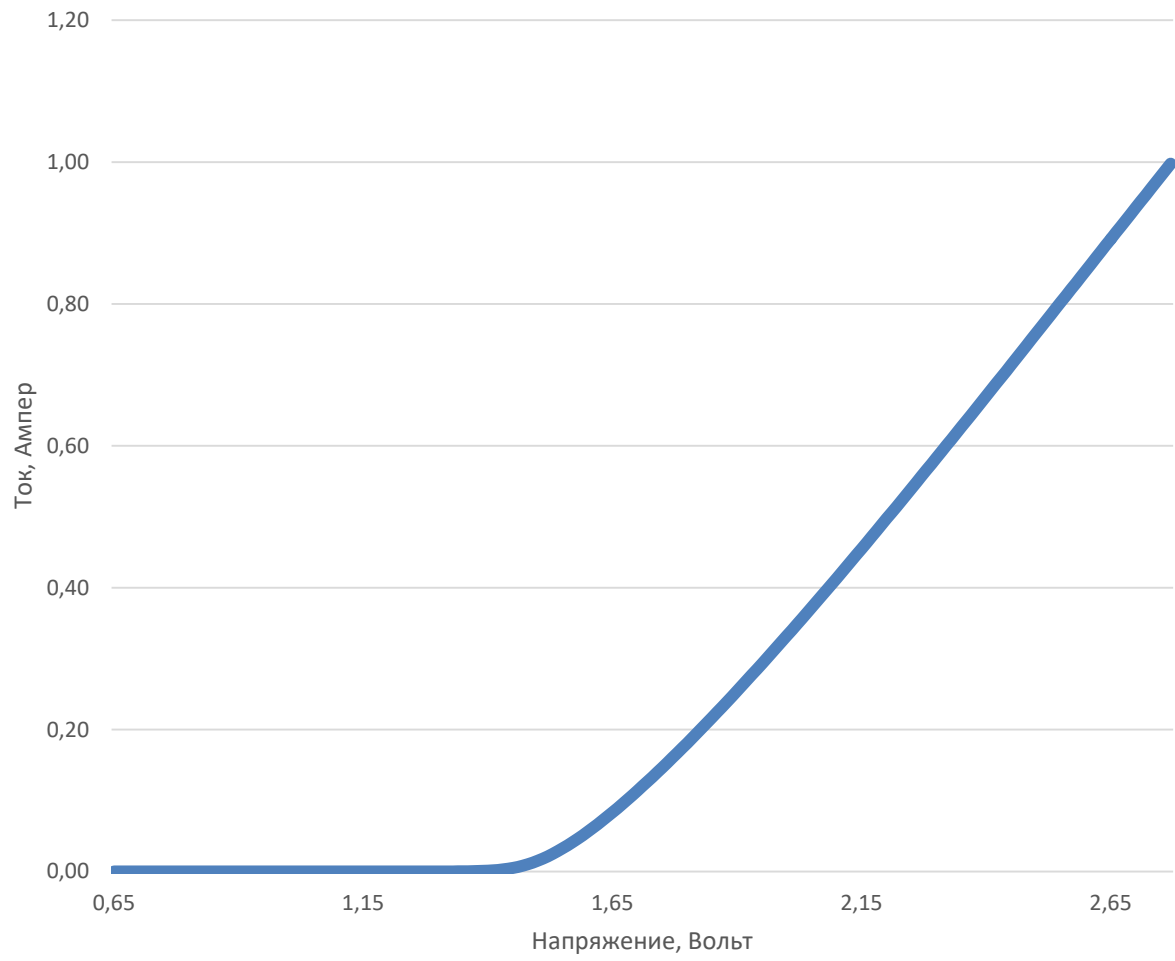


График 4. Вольтамперная характеристика 2.



Обработка и анализ результатов.

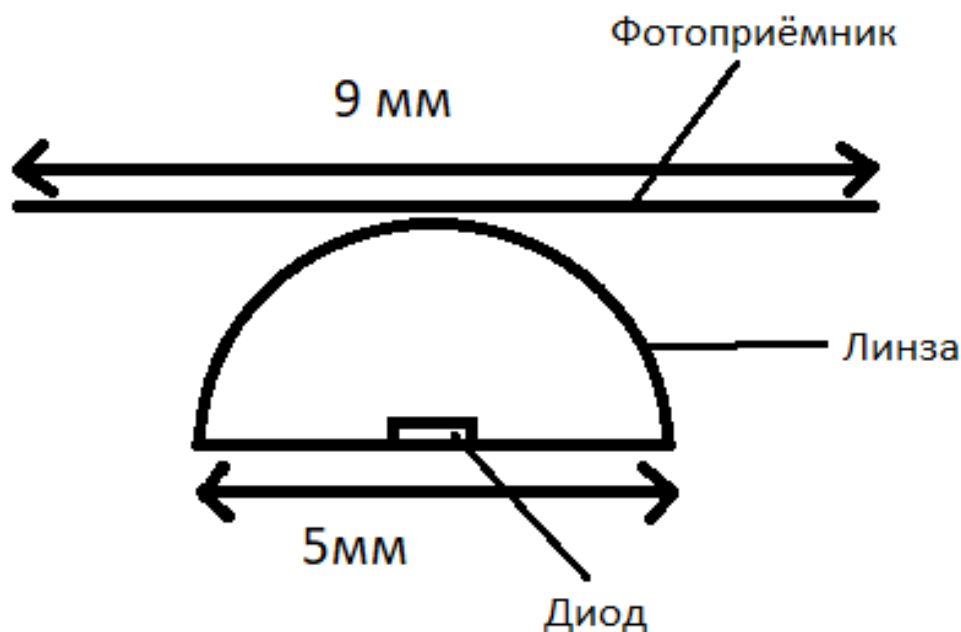


Рисунок 1.

P_1 —мощность, которая попадает на фотоприёмник,

P_0 —мощность излучения диода.

Так как всё излучение, уходящее в нижнюю полусферу, отражается от зеркала, то, исходя из геометрии, можно высчитать P_1 .

$$P_1=0.78\times P_0$$

Так как диод ещё греется, то график для полной мощности диода будет выглядеть так же, как приведённый ранее, только значение мощности будет в $\frac{100}{0,78} = 1.28$ раза больше.

Встроенное последовательное сопротивление R равно 1.17 Ом. Оно было рассчитано как котангенс угла наклона для вольтамперной характеристики после открытия диода. Это участок графика от 1.5 до 2.77 Вольт

Квантовый выход n , который рассчитывается как отношение мощности излучения к электрической мощности:

$$n = P_0 \div P_{\text{электрическая}}$$

, в момент, когда диод открыт, равен 34,6%.

Выводы.

Данный диод оказался очень качественным, так как его вольтамперная характеристика, спектр люминесценции и яркостная характеристика очень приближены к теории, соответственно, не составляет труда рассчитать то, как он поведёт себя в той цепи, где его установят.

Список литературы

БКВ-65. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Барьеры. От кристалла до интегральной схемы.