

Наименование разработки

Пакет программного обеспечения «Виртуальный практикум по физике полупроводников, доступный для выполнения через Интернет, с методическим сопровождением»

Авторы

доцент кафедры физики полупроводников ЮФУ Гармашов С.И.

доцент кафедры физики полупроводников ЮФУ Гершанов В.Ю.

Назначение

Виртуальный практикум включает в себя две лабораторные работы: «**Равновесные электроны и дырки в полупроводнике**» и «**Неравновесные электроны и дырки в полупроводнике**» и предназначен для выполнения этих работ в сети Интернет. Практикум может быть использован при изучении студентами следующих разделов курса лекций по физике полупроводников «Равновесная статистика носителей заряда в полупроводнике», «Неравновесные носители заряда в полупроводнике», «Фотопроводимость полупроводников», «Релаксация фотопроводимости», «Время жизни неравновесных носителей заряда», «Диффузия неравновесных носителей заряда», «Рекомбинация».

Каждая из лабораторных работ состоит из двух частей: **программной части**, позволяющей ставить виртуальные эксперименты и **методической части** (краткая теория, инструкция к выполнению лабораторной работы, задание).

Программная часть представляет собой web-приложения, написанные на языке программирования JavaScript. Для построения диаграмм используется web-компонент Microsoft Office **ChartSpace**. Для отображения рисунков используется язык двумерной векторной графики **VML** (Vector Markup Language).

Методическая часть каждой лабораторной работы состоит из трех разделов. В разделе **Краткая теория** изложен теоретический материал (в краткой форме), необходимый для понимания физики изучаемого явления. В этом разделе приведен список литературы, где можно более полно ознакомиться с изучаемым явлением. Раздел **Инструкция к работе** знакомит пользователя с правилами выполнения лабораторной работы, поясняет функции элементов интерфейса программной части. В разделе **Задание к работе** приведены задания, который должен выполнить пользователь в рамках данной лабораторной работы.

Функциональные возможности и интерфейс практикума

Виртуальная лабораторная работа «Равновесные электроны и дырки в полупроводнике» предназначена для изучения температурной зависимости положения уровня Ферми и концентрации свободных носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. Программа позволяет задавать температурный интервал, в котором анализируется положение уровня Ферми, ширину запрещенной зоны полупроводника и ее температурный коэффициент, концентрации донорных и акцепторных примесей и положение их уровней энергии в запрещенной зоне, относительные эффективные массы электронов и дырок. Результаты расчета представляются в виде графиков температурной зависимости положения уровня Ферми и зависимости концентраций свободных носителей заряда от обратной температуры в логарифмическом масштабе.

На рис. 1 представлена интернет-страница, на базе которой реализована лабораторная работа «Равновесные электроны и дырки в полупроводнике».

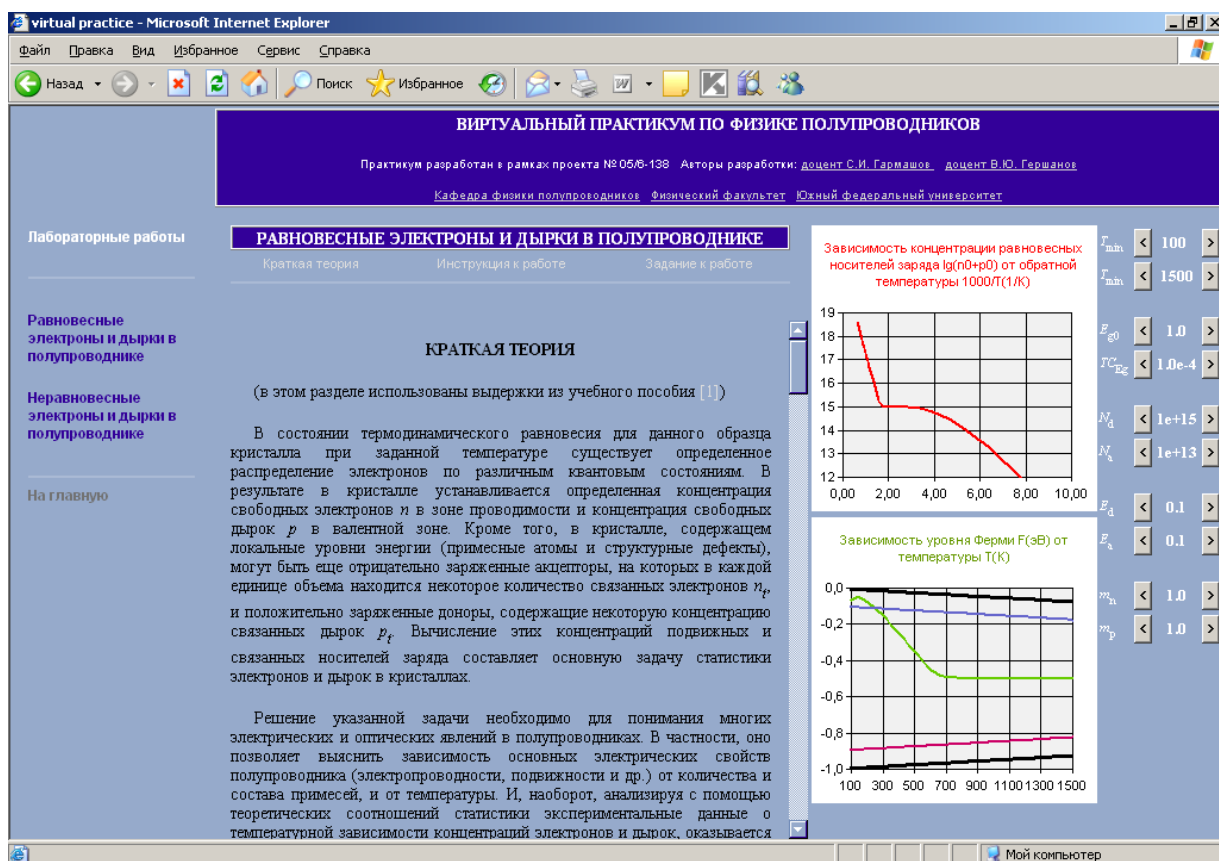


Рис. 1. Интерфейс виртуальной лабораторной работы «Равновесные электроны и дырки в полупроводнике»

Виртуальная лабораторная работа «Неравновесные электроны и дырки в полупроводнике» предназначена для изучения поведения неравновесных носителей заряда, возникающих в полупроводнике под действием импульсов света (фотопроводимость), с учетом диффузии носителей заряда, их объемной и поверхностной рекомбинации. В лабораторной работе предусмотрена возможность для задания интенсивности излучения, коэффициента поглощения, скорости поверхностной рекомбинации, времени жизни неравновесных носителей заряда (при отсутствии уровней прилипания), периода следования импульсов света. Результаты расчета представляются в виде графиков временной зависимости фотопроводимости полупроводниковой пластины, которая может быть построена как в обычном, так и в логарифмическом масштабе для определения времени жизни носителей заряда по линейному участку затухания фотопроводимости после окончания импульса света. Кроме того, программа отображает изменение во времени распределения концентраций неравновесных носителей по толщине полупроводниковой пластины.

На рис. 2 представлена интернет-страница, на базе которой реализована лабораторная работа «Неравновесные электроны и дырки в полупроводнике».

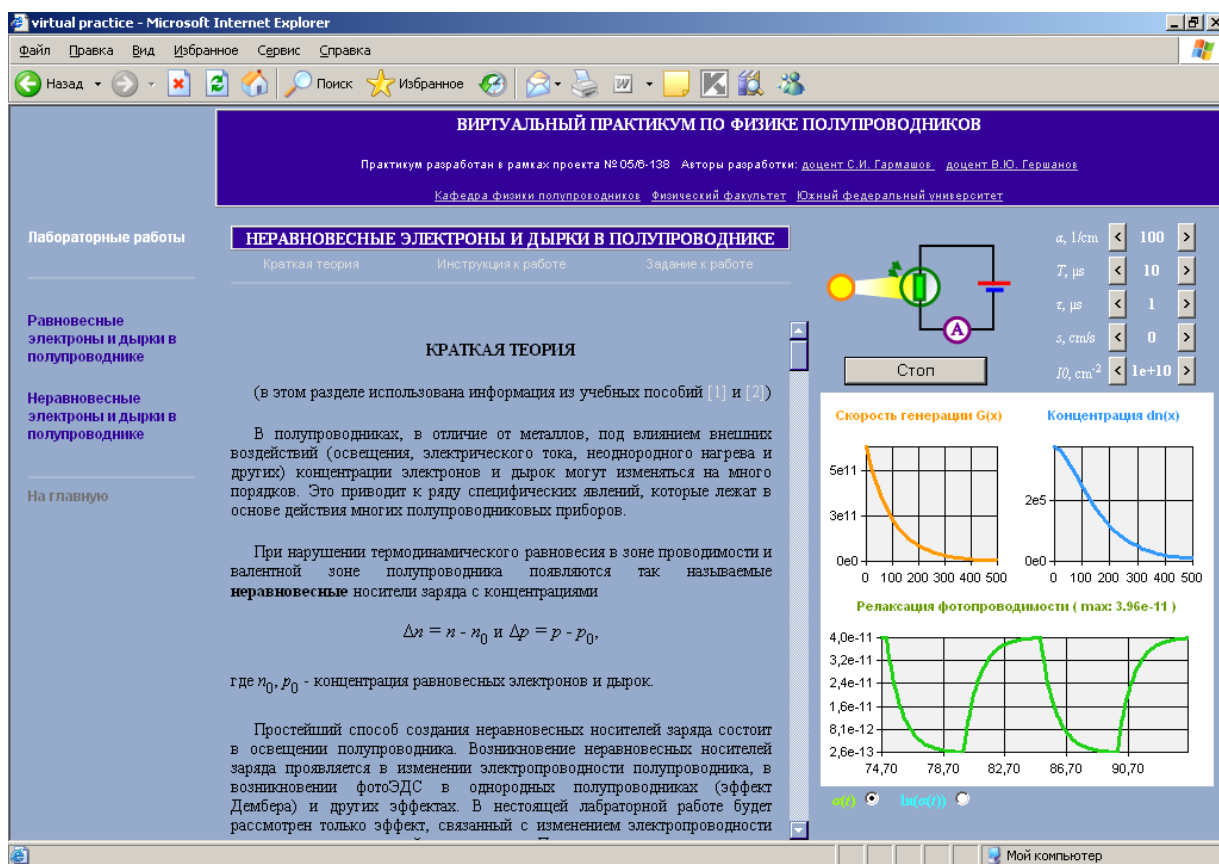


Рис. 2. Интерфейс виртуальной лабораторной работы «Неравновесные электроны и дырки в полупроводнике»

Математическая модель, использованная при разработке виртуального практикума

Расчет уровня Ферми в виртуальной лабораторной работе осуществляется путем решения уравнения электрической нейтральности полупроводника. В общем случае, это уравнение является трансцендентным и, кроме того, для его решения требуется вычисление интеграла Ферми. Поэтому для анализа широкого круга задач по равновесной статистике носителей заряда в полупроводнике, возникает необходимость в использовании численных методов. В настоящей программе для вычисления интеграла Ферми использовался метод трапеций, а для решения уравнения нейтральности – метод дихотомии.

Моделирование фотопроводимости полупроводника в виртуальной лабораторной работе осуществляется путем численного решения одномерного уравнения непрерывности с учетом функции генерации носителей заряда, зависящей от коэффициента поглощения, а также с учетом объемной и поверхностной рекомбинации. Для решения уравнения непрерывности используется явная схема метода конечных разностей.

Порядок работы с виртуальными лабораторными работами практикума

Разработанный виртуальный практикум доступен через Интернет по адресу:
http://phys.sfedu.ru/~garmashov/practiceforsite/fpp_index.html

Системные и аппаратные требования

Операционная система:	Windows XP
Рабочая частота процессора:	не менее 600 МГц
Объем оперативной памяти:	не менее 128 Мб
Интернет-браузер:	MS Internet Explorer
Разрешение экрана дисплея:	не менее 1024x768.

Информация для контактов с авторами программы

Адрес организации

344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 5, факультет физики, кафедра физики полупроводников Южного федерального университета

Телефон кафедры (863)-297-51-27

Факс факультета (863)-297-51-20

Адреса электронной почты авторов

Гармашов Сергей Иванович garmashov@sfedu.ru

Гершанов Владимир Юрьевич yugershfnov@sfedu.ru