

ЛАЗЕРНЫЕ ДИОДЫ – ОБЪЕКТ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Приемо-передающие модули оптоволоконных информационных сетей, сканеры, принтеры, оптические диски относятся к устройствам, детальное изучение которых является в настоящее время неотъемлемым элементом подготовки специалистов с высшим образованием в области компьютерной инженерии. Базовым электронным прибором для построения перечисленных устройств являются лазерные диоды (ЛД), изучение физических и технических свойств которых предусмотрено рабочей программой курса "Полупроводниковые приборы" либо курсов с ним смежных.

Чтобы предоставить возможность студентам практически ознакомиться с лазерными диодами в ходе лабораторных занятий, необходимо иметь в распоряжении достаточно сложную и деликатную в обслуживании учебно-научную установку. Для вуза рациональным, как с точки зрения дидактической, так и экономической, представляется решение, которое, не исключая традиционного подхода, позволяет продемонстрировать свойства лазерных диодов, опираясь на концепции компьютерной виртуальной лаборатории [1–2]. Такое решение при повсеместном использовании информационных технологий естественным образом дополняет традиционные задачи реального физического практикума. Позитивными дидактическими результатами реализации концепции компьютерной виртуальной лаборатории являются возможность формирования динамичного пакета индивидуальных заданий, возможность выполнения части упражнений вне стен вуза, возможность привлечения студентов к разработке новых серий лабораторных работ в рамках выполнения ими курсовых или дипломных проектов.

При разработке алгоритма симуляции свойств лазерного диода авторы настоящей статьи опирались на ряд исходных посылок. Во-первых, предполагалось, что исследуемые диоды предназначены для установки в широкополосных когерентных линиях связи либо в оптоэлектронной измерительной аппаратуре, где требуются динамически стабильные излучатели. Естественно, что проектирование такого рода систем должно опираться на тест – пригодность ЛД, который должен включать исследование стабильности положения линии излучения при внешних воздействиях на излучатель. Во-вторых, колебания тем-

пературы и неустойчивость тока питания были выбраны в качестве наиболее вероятных факторов, вызывающих нестабильность длины волны генерируемого излучения.

Суть предложенного симуляционного алгоритма заключается в создании в памяти компьютера цифровой модели лазерного диода в виде базового трехмерного массива числовых значений $L(P, T)$ как копии экспериментальных данных на реальный ЛД. При запросе данных на длину волны спектральной линии λ , считывается выборка данных, соответствующих входным значениям мощности P , и температуры T , с использованием механизма интерполяции от наиболее близких базовых данных. Для симуляции реальных условий эксперимента в алгоритм включена процедура, заданием которой является генерирование псевдослучайного отклонения измеренной величины от рассчитанного значения. Наличие такой процедуры гарантирует разброс данных подобно как в реальном эксперименте, причем симулируемые измерительные данные не повторяются при проведении повторных измерений.

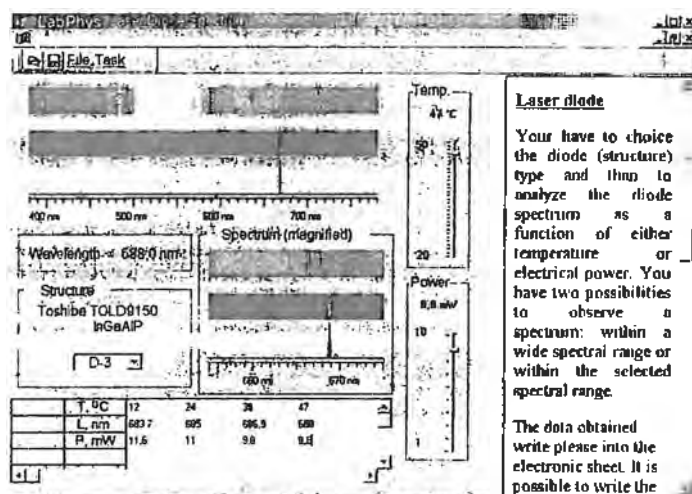


Рис. 1. Вид графического интерфейса компьютерной аппликации, симулирующей измерение спектральных свойств лазерного диода

Описанный алгоритм был реализован в виде компьютерной аппликации, написанной в языке Object Pascal. Аппликация внедрена в

учебный процесс Кошалинского Технического Университета, Польша. На рис. 1 показан вид графического интерфейса пользователя в созданной аппликации. Аппликация имитирует приборную панель для измерения спектрального положения линии с точностью 0,1 нм при изменении температуры с шагом от 1°C и при изменении выходной оптической мощности диода с шагом от 0,1 мВт. Объектами измерений в данной работе является серия диодов InGaAlP фирмы Toshiba [3] с оптической мощностью 1–30 мВт в диапазоне 650–690 нм, предназначенных для температурного диапазона эксплуатации от -10°C до +50°C. С целью придания привлекательного вида инструментальной панели к ней добавлен анимированный спектр излучения диода, который можно сопоставить со спектром солнечного излучения.

При создании эффекта визуализации спектра в дидактических целях использованы некоторые упрощения. Так, например, благодаря использованию режима индуцированного излучения лазерные диоды имеют ширину излучаемого спектра 1–3 нм, значительно меньшую чем светодиоды (30–50 нм). Поэтому в качестве упрощения принято, что такое излучение для ряда практических применений в информационной и промышленной электронике можно рассматривать как монохроматическое.

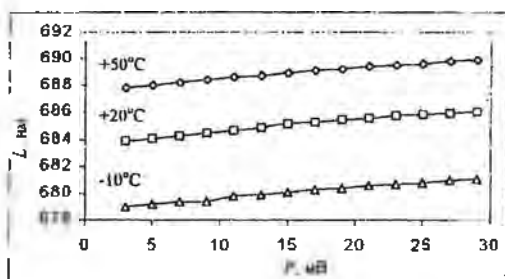


Рис. 2. Пример зависимостей положения спектральной линии от мощности излучения, полученных с помощью компьютерной симуляции

Пример симулированных экспериментальных данных, полученных с помощью описанной компьютерной аппликации, приведен на рис. 2. Можно заметить, что симуляционный эксперимент достаточно точно показывает суть эффекта смещения спектральной линии при повышении мощности излучения и температуры кристалла лазерного диода.

Из практики использования аппликации в учебном процессе можно сделать вывод о заинтересованности со стороны студентов в выполнении такого рода виртуальных экспериментов. Обсуждение работы в ходе защиты полученных результатов проходит практически так же, как после выполнения натурных исследований.

Авторы статьи выражают благодарность Мартину Ямрозику за написание кода аппликации.

Литература

1. *Patrin A., Suslow W., Ciepluch-Trojaneck W.* Physics Simulations for the Technical University // *Proceedings of the 25th International Conference and Exhibition IMAPS - POLAND*. 2001. P. 295–298.
2. *Patrin A., Suslow W.* Virtual practical work on physics for the students of computer sciences // *Proceedings of the 5th Acad. Conf. on Electronic Packaging Education and Training*, Dr Markus – Verlag, Dresden, 2002. P.219–227.
3. *ThorLABS Catalog*. Newton NJ 1998. P. 104–107.