

Одним из лучших способов обучения является использование специальных лабораторных установок и комплексов, построенных на них. Благодаря им учебный процесс становится более увлекательным и позволяет улучшить понимание технической базы средств автоматизации, отточить практические навыки работы с алгоритмическим и программным обеспечением автоматизированных систем.

Учебные лабораторные стенды созданы для организации полноценного обучения студентов и проведения исследовательских работ. Эта техника позволяет будущим специалистам получить не только теоретические, но и практические навыки работы. Только учебные лабораторные стенды позволяют получить навыки работы с реальными объектами управления, параллельно изучая основы построения и новые технологии АСУ ТП. Для обучения студентов работе с современными программируемыми логическими контроллерами, а также модулями расширения, был разработан новый учебный стенд на базе контроллера Simbi-10 фирмы ООО «НПЦ «Европрибор».

Контроллер имеет дискретные, аналоговые и унифицированные входы и выходы. Дополнительно в качестве расширения, а также для умения работать с интерфейсом RS-485 подключены модули расширения:

- модуль унифицированных аналоговых сигналов «Simbol-100» S-100-UI4;
- модуль релейных выходов «Simbol-100» S-100-RO8.

Для визуализации процесса, возможностью управления им и внесения различных параметров, на лабораторном стенде имеется операторская панель MT8090XE фирмы Weintek.

Разработанный стенд позволяет изучить устройства, технические характеристики, особенности подключения и программирования ПЛК, модулей расширения, подключение этих устройств по стандартным промышленным интерфейсам и совместную их работу.

УДК 535.375.51

## ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛАЗЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Лапко М.Л.<sup>1</sup>, студ., Корниенко А.А.<sup>2</sup>, студ., Дунина Е.Б.<sup>1</sup>, доц.**

*<sup>1</sup>Витебский государственный технологический университет  
г. Витебск, Республика Беларусь,*

*<sup>2</sup>Витебский государственный университет им. П.М. Машерова  
г. Витебск, Республика Беларусь*

В современных осветителях квазидневного света, твердотельных лазерах, преобразователях ультрафиолетового излучения в длины волн видимого диапазона, усилителях оптоволоконных линий широко применяют лазерные материалы, активированные редкоземельными элементами. Решение о перспективности материала для применения в каком-либо устройстве принимается на основе спектроскопических характеристик, некоторые из которых трудно или даже невозможно измерить экспериментально. В связи с этим наряду с экспериментальными исследованиями важное значение имеют и теоретические расчеты. Для разных материалов экспериментальные измерения можно выполнить на одних и тех же приборах с компьютерным управлением. При теоретических вычислениях для разных материалов компьютерные программы приходится подвергать существенной доработке. По этой причине

универсальных программ для расчета спектроскопических характеристик нет и цель данной работы с помощью одного из современных языков программирования, таких как, например C#, создать приложение с интерфейсом, позволяющим легко учитывать особенности конкретного материала.

При разработке универсального приложения необходимо решить целый ряд сложных проблем. Обсудим некоторые из них на конкретных примерах. Самыми доступными для экспериментальных измерений являются интенсивности полос поглощения. Для их описания применяют простую формулу:

$$S_{JJ'}^{ED} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \langle J \| U^k \| J' \rangle^2.$$

Здесь  $S_{JJ'}^{ED}$  – сила линии перехода,  $e$  – заряд электрона,  $\Omega_k$  – параметры интенсивности,  $\langle J \| U^k \| J' \rangle$  – матричные элементы неприводимых тензоров  $U^k$ , значения которых затабулированы. Параметры интенсивности можно найти из системы трех линейных уравнений, полученных по методу наименьших квадратов. Часто в некоторые полосы поглощения дают вклад несколько переходов, и применение стандартных уравнений метода наименьших квадратов становится затруднительным. В таких случаях более целесообразно оптимальные значения параметров интенсивности определять из условия минимума функционала

$$F(\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6) = \sum_{JJ'} (S_{JJ'}^{Expt} - S_{JJ'}^{Calc})^2$$

равного сумме квадратов отклонения теоретических значений от соответствующих экспериментальных. При таком подходе независимо от конкретного вида функционала для поиска минимума можно применить один из универсальных способов, например, метод покоординатного спуска.

Кроме проблем математического характера при создании приложения большого объема работы потребовалась разработка интерфейса ввода экспериментальных данных, вывода результатов вычислений и системы управляющих параметров для учета конкретных особенностей лазерного материала. Разработанные методы и интерфейс были апробированы для иона празеодима в лазерном кристалле.

УДК 004.4

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

**Лешко В.В., маг., Дунина Е.Б., доц.**

*Витебский государственный технологический университет  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Разработана информационная система, позволяющая обучать нейронную сеть, используя систему подкрепления [1].