

## КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ ЭПР

В. С. Киранов, С. В. Адашкевич, Н. М. Лапчук, В. Ф. Стельмах

*Белорусский государственный университет, Kiranov@bsu.by*

В учебном процессе ВУЗов естественнонаучных специальностей при выполнении курсовых и дипломных работ используются спектрометры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) с регистрацией спектров ЭПР на бумаге самопишущим устройством, совмещенным с блоком развертки магнитного поля [1]. Существенно повысить качество регистрации спектров возможно на основе использования современной микропроцессорной базы, компьютерной техники и программирования [2].

С развитием вычислительной техники появилась возможность сопряжения спектрометра с персональным компьютером для автоматизации измерений, составления базы данных спектров ЭПР и их компьютерной обработки [3-6].

Решение указанной задачи позволит студентам и магистрантам существенно повысить учебную функцию методов радиоспектроскопии, полупроводниковой микропроцессорной схмотехники и программирования.

Для выполнения таких задач на кафедре физики полупроводников и наноэлектроники БГУ было разработано и изготовлено устройство сопряжения спектрометра ЭПР RadioPAN SE/X2543 с персональным компьютером (ПК) и создано необходимое программное обеспечение.

Устройство сопряжения представляет собой конструктивно законченный блок с 4 линиями связи к параллельному порту LPT персонального компьютера, к разъему "Digital Output" Магнитометра и к цифровым выходам самопишущего устройства (СУ) Спектрометра (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема подключения устройства сопряжения

## СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Узел регистрации спектров ЭПР спектрометра RadioPAN позволяет снимать координаты каретки самопишущего устройства в цифровом виде.

Для передачи в ПК координаты Y самопишущее устройство имеет 12-разрядный аналогово-цифровой преобразователь, код которого выводится на разъем R3 [1].

Для отслеживания местоположения каретки (координаты X) в цифровом виде, самопишущее устройство имеет 12-разрядный реверсивный счетчик, на 2 входа которого (прямого и обратного счета) подаются сигналы с датчиков перемещения каретки. Для передачи цифрового кода в ПК был установлен дополнительный разъем RD, на который выведены информационные выходы реверсивного счетчика.

ЯМР-магнитометр спектрометра RadioPAN имеет свой собственный цифровой выход, на который выдается значение индукции магнитного поля в двоично-десятичном коде – 5 групп десятичных разрядов индикатора по 4 двоичных разряда в каждой группе (20 информационных линий). Всего из спектрометра ЭПР выходят 44 информационных линии.

Устройство сопряжения с ПК выполнено на интегральных микросхемах серии 1554. На 6 микросхемах – 8-разрядных буферных регистрах-защелках типа ИР23 выполнен мультиплексор, обеспечивающий последовательную передачу данных всех 44 разрядов по 8-разрядному каналу данных порта LPT за 6 циклов. Индивидуальное включение каждого буферного регистра ИР23 обеспечивается с помощью дешифратора ИД7. Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения приведена в [3]. Различие разъемов на концах кабелей устройства сопряжения исключает ошибку при его подключении. В качестве учебной задачи для студентов возможна разработка аналогичного устройства на основе одного микропроцессора, например из семейства PIC [2].

## ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ ЭПР

Основная программа отображения и регистрации спектров ЭПР написана на языке Watcom Fortran-77 [4,5]. Подпрограмма низкого уровня (драйвер общения с портом LPT) – на языке Ассемблера [6].

При каждом обращении к драйверу программа получает 3 числа:

1. 12-разрядное слово местоположения каретки (координата X).
2. 12-разрядное слово текущего значения сигнала ЭПР (координата Y).
3. 32-разрядное слово (20 значащих разрядов) – показание ЯМР-магнитометра в двоично-десятичном коде.

В процессе регистрации спектров ЭПР первые две координаты поступают непрерывно. Показания магнитометра могут прерываться, из-за особенности его работы.

Значение местоположения каретки (координата X) в первой версии программы [3] использовалось как для отображения графика на экране монитора, так и в качестве индекса 2-мерного массива, в ячейки которого заносились значения координаты Y и показания ЯМР-магнитометра. Отсутствующие значения магнитного поля и сглаживание «ступенек» вычислялись методом линейной интерполяции.

Вследствие износа механических частей реохорда самопишущего устройства, линейность показаний реверсивного счетчика во времени в процессе перемещения каретки нарушилась, что привело к погрешностям вычислений значений индукции

магнитного поля. В частности на обзорных спектрах максимальная погрешность могла составлять несколько Гаусс.

С целью исключения данной погрешности была проведена дополнительная модификации программы регистрации спектров.

В модифицированной программе местоположение каретки используется только для индикации спектра. Данные всех трех координат, записанных одновременно в буфер, считываются через равные короткие промежутки времени, соответствующие 1 тикю системного таймера компьютера (примерно 18 раз в секунду).