

помех. При этом эффективность коррекции многократных ошибок повышается с увеличением длины слов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Урбанович П.П., Алексеев В.Ф., Верниковский Е.А. Избыточность в полупроводниковых интегральных микросхемах памяти.—Мн.: Наука і тэхніка, 1995.

УДК 681.3

В.Г. Матыс, ассистент;

В.В. Поплавский, доцент

### КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

The computerized device for carrying out electrochemical voltammetric measurements which is based on potentiostat "IE-50-1.1" and programming source of voltage "IE-8" is proposed. To communicate this commercially available devices for electrochemical measurement with IBM PC the interface card and program software have been developed. This card and program software maintains a reading out of measured data and potentiostat and programming source voltage control.

Вольтамперометрические измерения широко используются при изучении адсорбционных и электрокаталитических свойств поверхности, а также для исследования коррозионных свойств конструкционных материалов (в частности, для экспресс-анализа коррозионной стойкости и диагностики коррозионного поведения материалов). Эффективность электрохимических вольтамперометрических исследований, отличающихся высокой информативностью, может быть существенно повышена при автоматизации процесса измерений.

Настоящая работа посвящена разработке компьютеризированной системы автоматизации вольтамперометрических измерений.

В состав автоматизированной системы измерений входят: серийно выпускаемые потенциостат ПИ-50-1.1, программатор ПР-8, электрохимическая ячейка ЯСЭ-2, персональный компьютер IBM PC, а также плата сопряжения потенциостата и программатора с компьютером и набор соответствующих шин. Функции потенциостата и программатора являются стандартными; они обеспечивают поляризацию рабочего электрода по заданной программе, поддержание заданного потенциала рабочего электрода относительно электрода сравнения, измерение тока и потенциала и т.д.

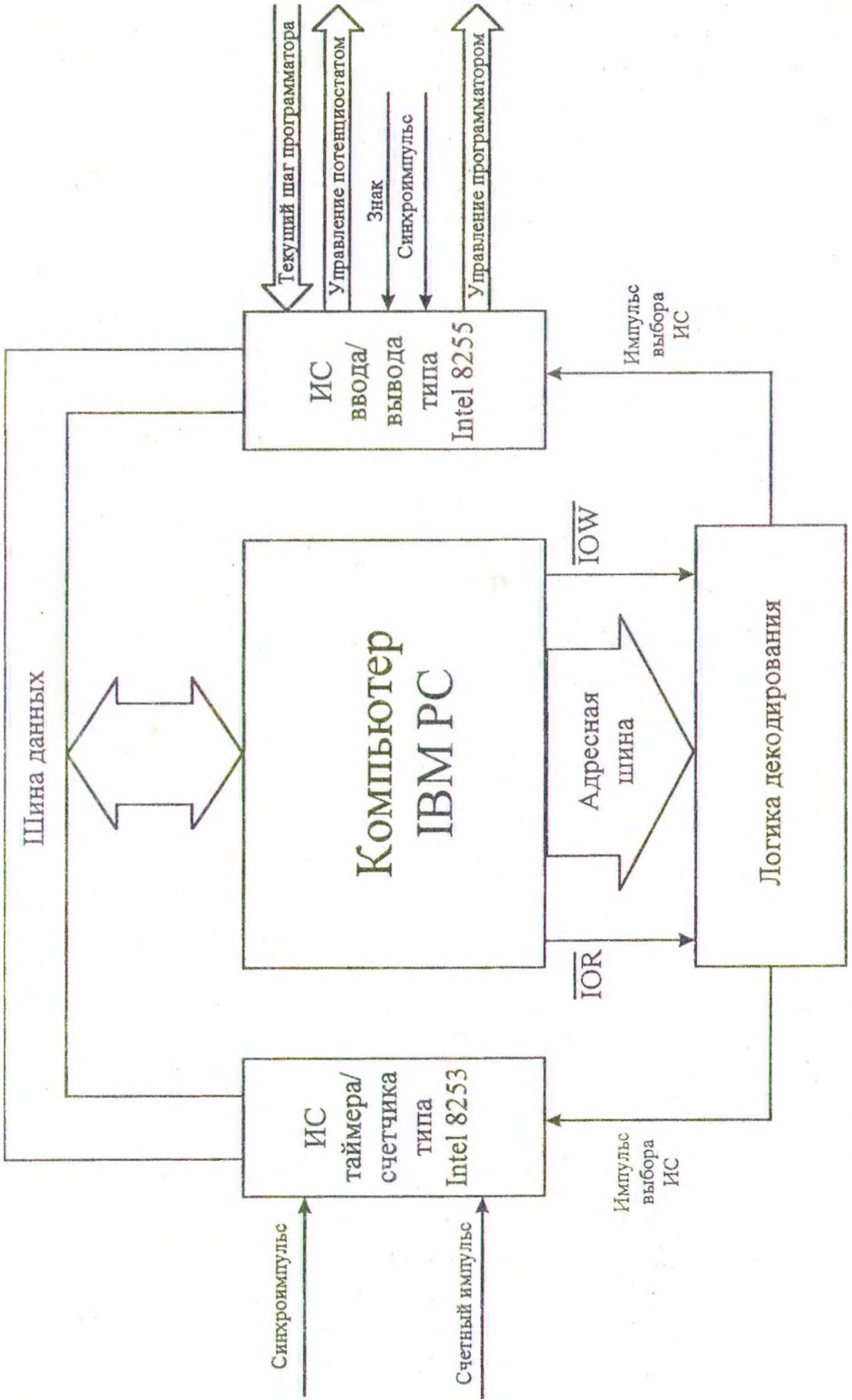


Рис. Блок-схема платы сопряжения автоматизированной системы вольтметровых измерений

Разработана плата сопряжения потенциостата и программатора с компьютером, осуществлено программирование интерфейсного адаптера платы сопряжения, разработано программное обеспечение, необходимое для обеспечения автоматизации измерений и обработки их результатов.

Компьютер и плата сопряжения, а также программное обеспечение выполняют следующие основные функции: 1) управление работой потенциостата и программатора; 2) запись результатов вольтамперометрических и хроноамперометрических измерений в памяти компьютера для хранения и последующей обработки; 3) математическую обработку результатов измерений; 4) представление результатов измерений и вычислений в графическом и цифровом виде; 5) преобразование результатов измерений и вычислений к виду, удобному для обработки с использованием имеющихся пакетов прикладных программ, таких, например, как "Microcal Origin" и др.

Возможность автоматизации электрохимических измерений обусловлена особенностями конструкции потенциостата и программатора. Потенциостат ПИ-50-1.1 предусматривает дистанционное управление диапазонами крутизны преобразования "ток-напряжение", вторым вспомогательным электродом, включением и выключением ячейки (разъем "УПРАВЛЕНИЕ"). В потенциостате имеется также встроенный АЦП для вывода значений тока или напряжения на цифровой индикатор и для сопряжения потенциостата с ЭВМ (розетка "ЦПУ"). Программатор ПР-8 имеет разъем "ВНЕШН. УПР.", который можно использовать для дистанционного управления программатором и для определения текущего шага программы, заданной программатору. Вышеперечисленные встроенные в потенциостат ПИ-50-1.1 и программатор ПР-8 средства для дистанционного управления и вывода на цифropечать значений тока или напряжения в совокупности обеспечивают возможность для эффективного управления измерительной системой с помощью ЭВМ и считывания результатов непосредственно в память ЭВМ.

Блок-схема платы сопряжения компьютеризированной системы автоматизации измерений представлена на рис. 1. Плата соответствует стандарту ISA (включая требования к размерам и форме разъемов, количеству выводов и описанию функций каждого вывода) [1].

В составе платы сопряжения можно выделить (в соответствии с выполняемыми функциями) следующие отдельные участки:

1) схему буферизации сигналов системной шины компьютера, которая обеспечивает буферизацию шины данных D0-D7 (восьмиразрядный шинный приемопередатчик KP1533АП6 - IC0), разрядов A0-A9 адресной шины и сигналов управления IOW, IOR, AEN, RESETDRV (два буфера с тремя состояниями K555АП5 - IC1, IC2);

- 2) схему декодирования, которая генерирует 16 сигналов выбора портов с адресами 0300H–030FH и собрана на двух компараторах K555СП1 (IC3, IC4) и одном декодере типа "4 в 16" КР1533ИД3 (IC5);
- 3) основную часть, ответственную за считывание данных и управление периферийными устройствами, которая реализована на микросхемах программируемого параллельного ввода–вывода КР580ВВ55А (IC6) и программируемого таймера КР580ВИ53 (IC7).

Кроме указанных выше элементов, в схеме присутствуют логические элементы И, ИЛИ, НЕ, реализованные в микросхемах K555ЛП1, K555ЛЛ1 и K555ЛН1 соответственно и служащие для согласования различных частей схемы. Подробное описание функций, выполняемых указанными микросхемами, представлено в [1–6].

На основе микросхемы IC6 реализовано: 1) считывание данных, поступающих с программатора, о текущем шаге программы заданной программатору; 2) дистанционное управление программатором, позволяющее дублировать кнопки "ПУСК", "СБРОС" и "СДВИГ"; 3) дистанционное управление диапазонами крутизны преобразования "ток–напряжение", вторым вспомогательным электродом, включением и выключением ячейки в потенциостате; 4) считывание сигналов, выдаваемых встроенным в потенциостат АЦП ("ЗНАК", "D" (напряжение типа "меандр")). На основе микросхемы IC7 реализовано считывание значений тока или напряжения, выдаваемых АЦП, для чего производится подсчет числа импульсов, выдаваемых АЦП (сигнал "счетный импульс") в течение определенного времени (~80 мс), необходимого АЦП для преобразования сигнала.

При программировании интерфейсного адаптера учтено, что для работы с платой сопряжения доступны порты ввода–вывода с адресами 0300H–0307H. Адреса 0300H–0303H соответствуют четырем программно-доступным регистрам микросхемы программируемого параллельного интерфейса КР580ВВ55А (аналог Intel 8255) [1, 4], где порт с адресом 0303H соответствует управляющему регистру, а порты с адресами 0300H, 0301H, 0302H соответствуют трем регистрам параллельного цифрового ввода–вывода, обозначаемым А, В и С соответственно. Адреса 0304H–0307H соответствуют четырем программно-доступным регистрам микросхемы программируемого таймера/счетчика КР580ВИ53 (аналоги Intel 8253 и K1810ВИ54) [1, 2], где порт с адресом 0307H соответствует управляющему регистру микросхемы, а порты с адресами 0304H, 0305H и 0306H соответствуют трем 16-разрядным регистрам, служащим для записи и считывания значений в три независимых 16-разрядных вычитающих счетчика.

Конфигурация портов ввода–вывода микросхемы КР580ВВ55А задается путем записи в управляющий регистр (0303H) 8-разрядного слова

10010001, при этом задается режим работы 0 (ввод-вывод общего типа) и программируется следующая конфигурация ввода-вывода:

- порт А (0300H) на ввод; через этот порт осуществляется считывание информации, поступающей с программатора, о текущем шаге (1–8) выполняемой программы. Установка разряда 0 порта указывает на выполнение первого шага, разряда 1 – второго шага и т.д. Нулевое значение указывает на то, что в данный момент программатор не выполняет никакой программы (устанавливается после сброса программатора);

- порт В (0301H) на вывод; через этот порт осуществляется управление диапазонами крутизны преобразования "ток-напряжение", вторым вспомогательным электродом, включением и выключением ячейки в потенциостате. Установка разряда в 1 соответствует включению определенной функции потенциостата. Одновременно может быть установлен только один разряд или два разряда, один из которых соответствует включению второго вспомогательного электрода, а второй – одному из диапазонов крутизны преобразования "ток-напряжение". Установка разряда 0 порта соответствует отключению ячейки, разряда 1 – включению диапазона крутизны преобразования "ток-напряжение" 1 мА/В, разряда 2 – 10 мА/В, разряда 3 – 100 мА/В, разряда 4 – 1 А/В, разряда 5 – 10 А/В, разряда 6 – включению второго вспомогательного электрода. Разряд 7 порта не используется;

- порт С верхний (0302H, разряды 4–7) на вывод; через этот порт осуществляется управление программатором ("ПУСК", "СДВИГ", "СБРОС"). Управление производится подачей импульса нулевого уровня на соответствующий контакт разъема управления. Поскольку на входах/выходах микросхемы КР580ВВ55А установлены инверторы, то для управления программатором необходимо установить соответствующий разряд порта на время, необходимое программатору для реализации заданной функции, и затем сбросить этот разряд порта. Микросхема КР580ВВ55А позволяет независимо устанавливать/сбрасывать разряды порта С путем записи в управляющий регистр (0303H) соответствующего кода. Формат этого кода таков: разряд 0 содержит значение бита, который требуется записать, а следующие три разряда 1–3 – номер бита в порте С, который необходимо модифицировать. Так, для установки разряда 4 необходимо записать в управляющий регистр код 00001001, а для сброса разряда 4 – код 00001000. Разряд 4 порта С соответствует сбросу программы программатора ("СБРОС"), разряд 5 – запуску программы ("ПУСК"), разряд 6 – сдвигу шага программатора с текущего на следующий ("СДВИГ"), разряд 7 не используется. Например, для запуска программы программатора необходимо сначала установить бит 5 порта С (0302H) путем записи в

управляющий регистр (0303Н) кода 00001011, затем подождать, пока программатор не начнет выполнять программу (поскольку длительность управляющего импульса значительно больше, чем время между установкой и сбросом разряда порта С) путем, например, считывания и анализа информации о текущем шаге программы из порта А (0300Н), и затем сбросить бит 5 порта С путем записи в управляющий регистр (0303Н) кода 00001010;

– порт С нижний (0302Н, разряды 0–3) на ввод; через этот порт осуществляется считывание информации, выдаваемой встроенным в потенциостат АЦП, о знаке ("+" или "-") измеряемого напряжения и о ходе его преобразования в цифровую форму (точнее, в последовательность импульсов, где один импульс соответствует одному милливольту измеряемого напряжения). Разряд 0 порта соответствует знаку измеряемого напряжения: 0 – знак "+", 1 – знак "-". Разряд 1 порта соответствует тактовому сигналу (D), выдаваемому АЦП, частотой 12,5 Гц, в соответствии с которым осуществляется преобразование измеряемого напряжения в последовательность импульсов частотой 640 кГц. При низком уровне сигнала D (разряд 1 порта С установлен), происходит преобразование измеряемого напряжения, а при высоком уровне сигнала D (разряд 1 порта С сброшен) возможно считывание преобразованного напряжения. Последовательность счетных импульсов (один импульс соответствует одному милливольту измеряемого напряжения), выдаваемая АЦП (сигнал "счетный импульс") в периоды, когда сигнал D имеет низкий уровень (разряд 1 порта С установлен), подсчитывается с помощью таймера/счетчика КР580ВИ53. Таким образом, время преобразования составляет ~80 мс, или среднее значение напряжения измеряется в течение 80 мс.

Для подсчета числа импульсов, выдаваемых АЦП, используется канал 0 микросхемы программируемого таймера/счетчика КР580ВИ53 (0304Н). Программирование таймера/счетчика осуществляется путем записи в управляющий регистр микросхемы (0307Н) кода 00110010. При этом канал 0 программируется на работу в режиме 1 (режим программируемого ждущего мультивибратора). После загрузки управляющего слова необходимо загрузить в канал 0 таймера/счетчика (0304Н) константу пересчета (сначала младший байт, затем старший). Можно загружать константу 7. 010000, поскольку максимальное значение напряжения, выдаваемого потенциостатом, не должно превышать 10000 мВ по абсолютному значению. Режим 1 является режимом с перезапуском: по каждому фронту сигнала на входе GATA 16-разрядный регистр вычитающего счетчика перезагружается содержимым регистра, в котором хранится константа пересчета. Уменьшение содержимого регистра счетчика происходит по срезу сигнала, поступающего на вход CLK микросхемы (на вход CLK0 подается сигнал

"счетный импульс", выдаваемый АЦП). На вход GATA0 подается сигнал D (см. выше), выдаваемый АЦП. Таким образом, в периоды времени, когда сигнал D имеет низкий уровень, а на вход GATA0 подается сигнал низкого уровня (поскольку все внешние цифровые входы/выходы с интерфейсной платы инвертируются (K555ЛН1)), происходит подсчет счетных импульсов, выдаваемых АЦП в канале 0 таймера/счетчика. В периоды, когда D имеет высокий уровень, а на вход GATA0 поступает низкий уровень сигнала (бит 1 порта C нижнего (0302H) сброшен), возможно считывание из канала 0 таймера/счетчика (0304H) текущего значения 16-разрядного счетчика. Считывание производится последовательно: сначала младший байт, затем старший. Для получения числа поданных на вход CLK0 импульсов, соответствующих значению измеренного напряжения, необходимо считанное значение вычесть из загруженной ранее в канал 0 константы пересчета. В момент изменения сигнала D с высокого уровня на низкий, а сигнала, подаваемого на вход GATA0, – с низкого на высокий, происходит перезагрузка 16-разрядного регистра счетчика канала 0 константой пересчета, которая хранится в специальном регистре, загружаемом при инициализации канала 0 таймера/счетчика. Таким образом, в начале каждого цикла преобразования аналогового сигнала в цифровой регистр счетчика содержит одно и то же значение (константу пересчета).

Считывание измеряемого напряжения (в милливольтках) производится путем анализа бита 1 порта 0302H, и если этот бит сброшен, то считывается показание 16-разрядного счетчика канала 0 (0304H), которое затем вычитается из константы пересчета, загружаемой при инициализации счетчика. Полученное значение представляет собой измеренное напряжение в милливольтках.

Точность измерения напряжения составляет 1 мВ. Точность измерения силы тока зависит от текущего диапазона крутизны преобразования потенциостата. На диапазоне 1 мА/В точность составляет 1 мкА, на диапазоне 10 мА/В – 10 мкА, на диапазоне 100 мА/В – 100 мкА, на диапазоне 1 А/В – 1 мА и на диапазоне 10 А/В – 10 мА. Скорость преобразования напряжения в цифровую форму определяется встроенным в потенциостат ПИ-50-1.1 АЦП и составляет 12,5 Гц (время преобразования 80 мс).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC /Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера. – М.: Мир. – 1992.
2. Микропроцессорный комплект K1810. Структура, программирование, применение. Справочная книга / Ю.М. Казаринов, В.Н. Номокнов, Г.С. Подклетнов, Ф.В. Филиппов; Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990.

3. Элементная база ППЭВМ ЕС1840, ЕС1841, ЕС1842 / В.А. Щербович. – Мн.: Алгоритм, 1992.
4. Программируемые контроллеры ППЭВМ ЕС1840, ЕС1841, ЕС1842 / В.А. Щербович, Л.И. Шапиро. – Мн.: Алгоритм, 1992.
5. МикроЭВМ, микропроцессоры и основы программирования. Учебное пособие / А.Н. Морозевич, А.Н. Дмитриев, В.Н. Мухаметов и др. Под общ. ред. А.Н. Морозевича. – Мн.: Вышэйшая школа, 1990.
6. Аналоговые и цифровые интегральные схемы. Справочное пособие / С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.И. Ниссельсон и др. Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1984.

681.3.069: 002.513.5

В.И. Володин, доцент;  
А.А. Михалевич, профессор

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ «ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ»**

The description and structure of the database «Energy saving technologies and equipment» are given.

В настоящее время в Республике Беларусь информация по вопросам энергосбережения сосредоточена в отдельных организациях и ведомствах. Она не систематизирована и малодоступна исполнителям по аналогичным вопросам из-за отсутствия данных в цифровой форме, а имеющиеся цифровые данные не имеют требуемого качества. Перечень этих организаций не полный. Место их размещения не всегда известно. Между ними не налажен обмен информацией на взаимовыгодных условиях. Все это приводит к тому, что при разработке проектов по энергосбережению не всегда учитывается имеющийся опыт как в Беларуси, так и за рубежом.

Выпускаемая на бумажном носителе в виде библиографических сборников тематическая информация по энергосбережению содержит лишь название публикаций или их рефератов [1]. Для некоторых энергоемких отраслей промышленности содержится недостаточное количество ссылок на опубликованные работы. Например, для химической промышленности в работе [1] содержится 70 ссылок, в то время как для нетрадиционной энергетики - 1178. При этом поиск данных неэффективен, вследствие этого возрастает частота обращения к источникам, не содержащим нужной информации.

Условием успешного развития процессов информатизации является начало работ по созданию информационных ресурсов в виде автоматизированных первичных баз данных (БД) общего пользования, обеспечиваю-