

4. Burns, S. Web Site Evaluation Worksheet. URL: <http://www.pace.edu/library/instruct/webevalworksheet.htm>.

5. Кириллов А. Поисковые системы изнутри // КомпьютерПресс. 2010. № 2. URL: <http://www.compress.ru/article.aspx?id=21155&iid=964>.

Федор Викторович ЛАКТИОНОВ —
зав. сектором образовательных
информационных систем
mega.t72@gmail.com

Олег Валерьевич АНДРЕЕВ —
зав. кафедрой неорганической
и физической химии,
доктор химических наук, профессор
andreev@utmn.ru

Александр Ифратович ХАЛИКОВ —
младший научный сотрудник
halikovalex@mail.ru

Тюменский государственный университет

УДК 519.172.1

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ УСТАНОВКИ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ*

COMPUTER PROGRAM FOR INSTALLATION OF ELECTRICAL PROPERTIES MEASUREMENT

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена описанию программы SCPIStudio, разработанной для измерения электрофизических свойств с помощью нескольких мультиметров.

SUMMARY. The article describes a SCPIStudio program developed for the measurement of electrical properties with the help of several multimeters.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. SCPI, компилятор, транслятор, решатель, мультиметр.

KEY WORDS. SCPI, compiler, translator, solver, multimeter.

В 1990 г. был предложен язык SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) как открытый стандарт, который определяет общий набор команд для программируемых устройств [1], [2], [3], но до сих пор, существует большое количество устройств, которые не придерживаются таких стандартов в следствие разных причин, например, издержки на реализацию поддержки SCPI, распространение закрытых (коммерческих) стандартов управления, отсутствие современных ревизий устройств и т.д.

Цель работы. Разработать программу, позволяющую контролировать мультиметры с различными управляющими интерфейсами для установки измерения электрофизических свойств.

* Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-исследовательские кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (ГК 6К/143-09 (П646)).

Анализ проблемы. В лаборатории химии полупроводниковых материалов на кафедре неорганической и физической химии Тюменского государственного университета проводится исследование полупроводниковых материалов на основе халькогенидных соединений. В ходе исследования разработана и создана установка измерения электропроводности и термоЭДС.

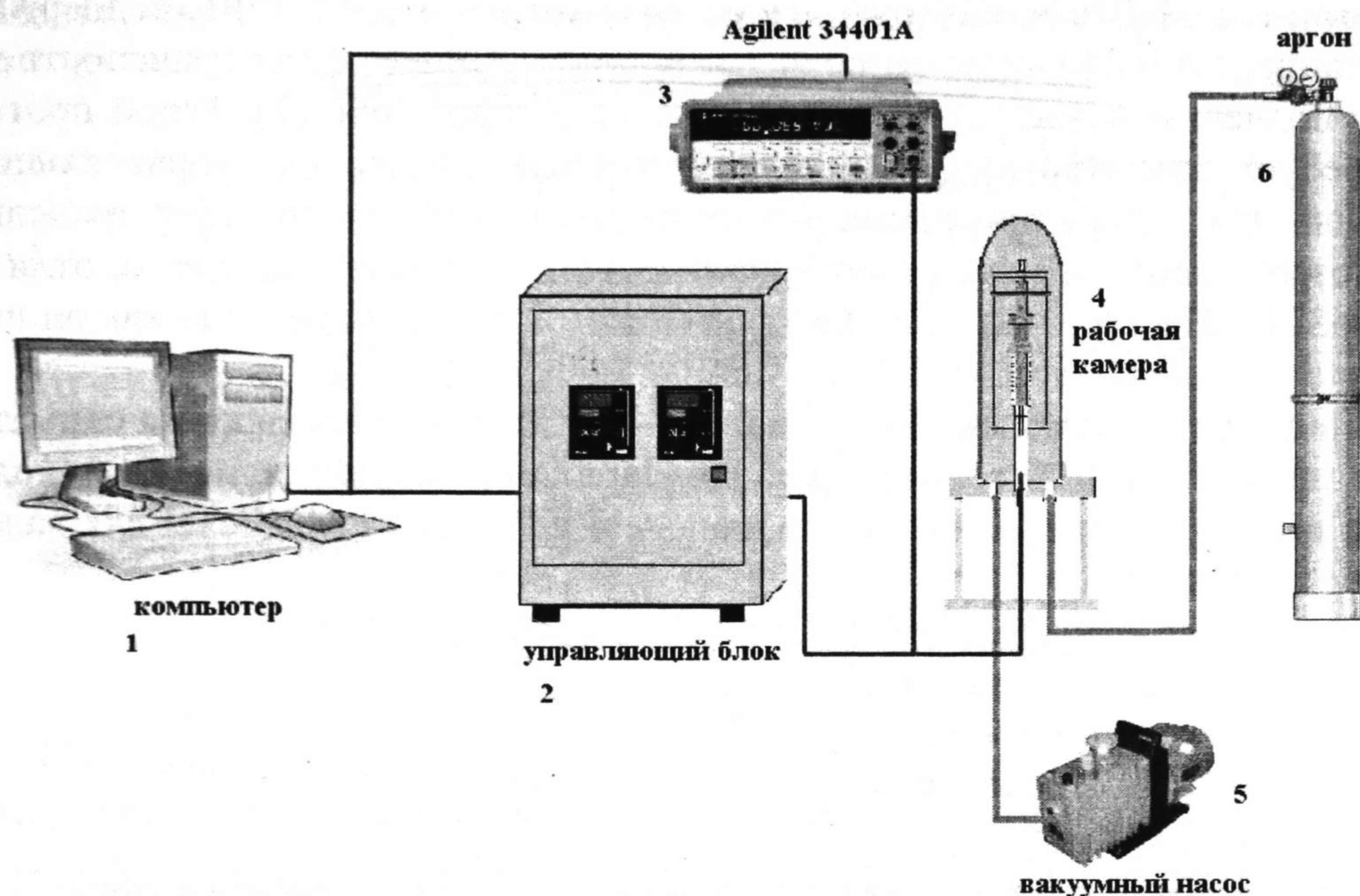


Рис. 1. Установка измерения электропроводности и термоЭДС

Для съемки значений электропроводности и ЭДС используется электронный мультиметр Agilent 34401A с управляющей системой, основанной на открытом стандарте SCPI. Для управления нагревом и измерения температуры исследуемых образцов используется управляющий блок на основе двух измерителей-регуляторов «ОВЕН ТРМ201» с интерфейсом RS-485 (Recommended Standard 485) и управляющей системой, основанной на индивидуальном стандарте «ОВЕН», БУСТ-контроллера ОВЕН (блок управления симисторами и тиристорами), и трансформатора переменного тока для нагревания.

Из-за различия в управляющих интерфейсах приборов Agilent 34401A и ОВЕН ТРМ201 при их объединении в единую контрольно-измерительную систему потребовалось универсальное и простое программное средство.

Концепция предложенного решения. Исходя из поставленной задачи, учитывая возможные аппаратные модификации установки в ходе дальнейших исследований лаборатории, было предложено разработать студию виртуализации контрольно-измерительных систем, аналогичной исследуемой.

В роли центра управления всеми устройствами такой системы выступает компилятор с небольшим набором команд ввода-вывода и его решатель, выполняющий конечную последовательность из этих команд.

Программирование системы осуществляется последовательной программой управления, исходный код которой подается на вход компилятора, и после трансляции — на вход решателя [4].

Помимо непосредственной посылки и приема команд решатель позволяет фильтровать и перенаправлять приемные данные устройств по заданным графикам. Принцип такого перенаправления близок к стандарту `scanf` [5], [6], с некоторым ограничением его функционала вследствие специфики измерительных данных.

Протокол «ОВЕН», который используют устройства TPM201, поддерживает стандарт ASCII-кодирования, но использует его в качестве транспортной шины, подвергая команды дополнительному кодированию [7]. Такой протокол требует предварительно готовить исходные данные для управляющей команды. Для этого в программе реализован дополнительный буфер трансляции, позволяющий правильно интерпретировать в системе стандарты, отличные от SCPI. Набор таких трансляторов может быть расширен, так как он исполнен в виде динамически подключаемых модулей (DLL).

Описание программы. SCPIStudio* — программа, позволяющая снимать показания с RS-232 (Recommended Standard 232) устройств по протоколу SCPI и конвертировать полученные данные в программы MS Excel для дальнейших вычислений.

Программа состоит из четырех частей:

- 1) консоль устройства RS-232;
- 2) программа управления устройствами;
- 3) график представления сигнальных данных;
- 4) виртуальное устройство.

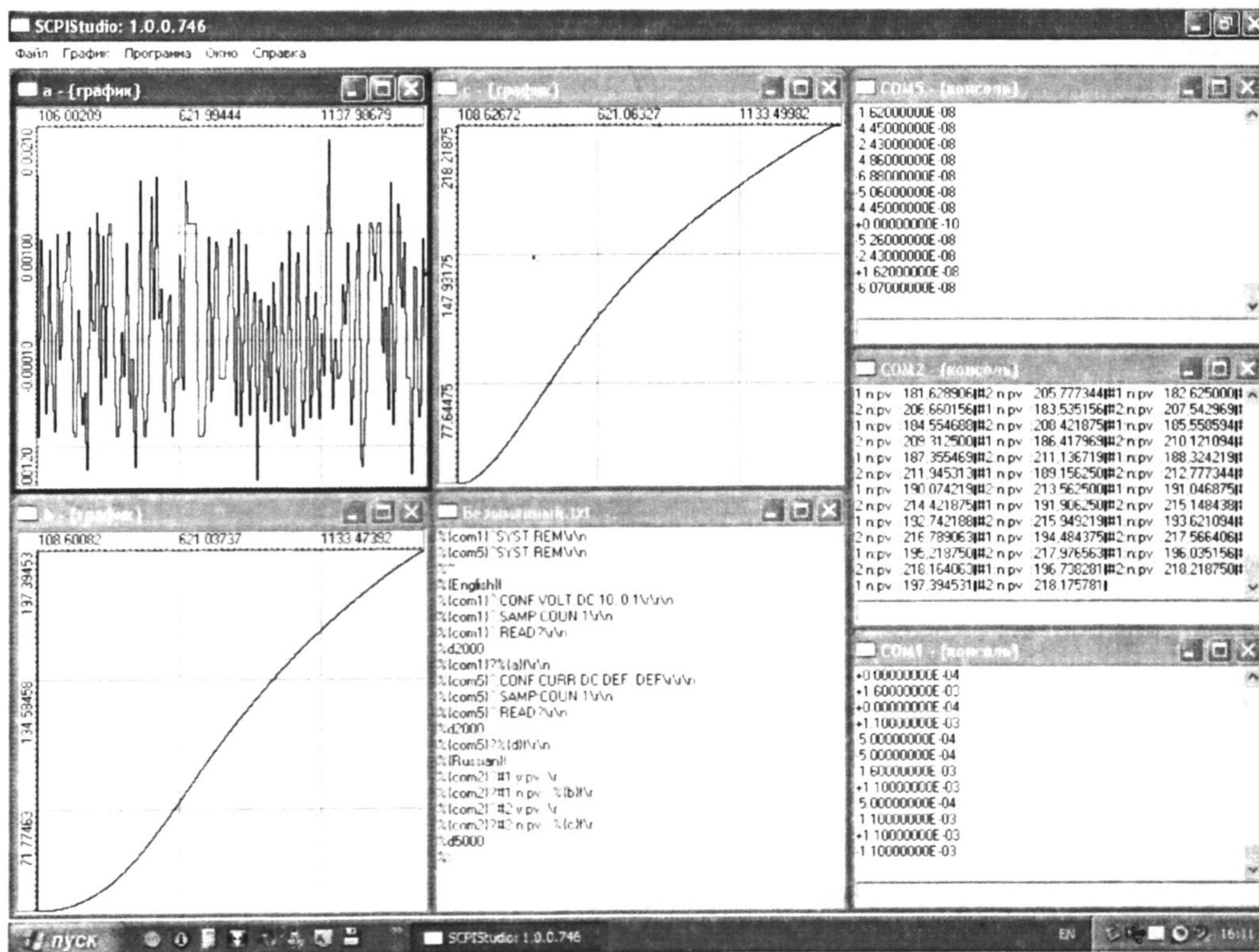


Рис. 2. Вид программы SCPIStudio

* Автор программы: Ф.В. Лактионов. Программа подана на регистрацию.

Консоль — это окно для обмена информацией с конкретным устройством. Консоль можно создать с помощью команды меню <Файл :: Новое устройство...>.

Диалог <Новое устройство> позволяет настроить конфигурацию этого устройства. Консоль состоит из 2-х частей: <поле ввода команд> и <история вывода>. Через консоль производится диалог с устройством в режиме диалога.

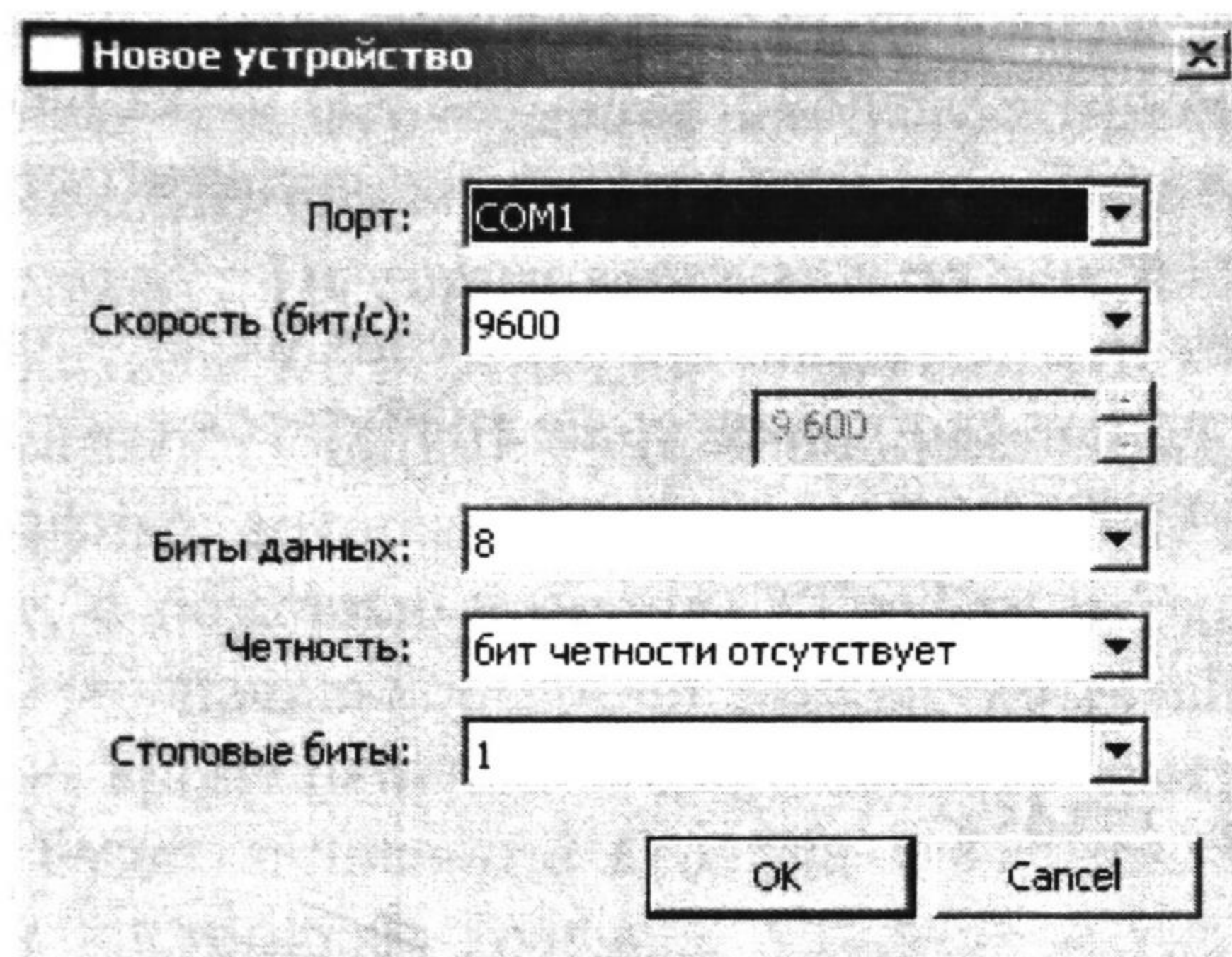


Рис. 3. Диалог «Новое устройство»

Программа — набор управляющих команд ввода-вывода, позволяющих централизованно управлять всеми подключенными устройствами. Программа позволяет подготовить устройство таким образом, чтобы оно могло постоянно выдавать значения, которые впоследствии будут перенаправлены по заданным графикам.

Для управления работой программы меню <Устройство :: Программа> содержит команды:

<Программа :: Компиляция> — проверка синтаксиса программы.

<Программа :: Запустить программу> — запуск.

<Программа :: Остановить программу> — останов.

При разработке программы меню <Программа> содержит флаг <Программа :: Отладка>, предназначенный для отображения отладочной информации в консоли.

Все команды делятся на два типа: вывод и ввод. Для перевода режима ввода-вывода существуют последовательности:

%{<имя устройства>}^ — запись в устройство;

%{<имя устройства>}? — чтение с устройства.

Где <имя устройства> адресует устройство RS-232, которому следует послать эту команду.

Существует 5 типов значений, которые могут быть считаны с устройств: вещественное (%f), знаковое целое (%i), беззнаковое целое (%u), шестнадцатичное (%x), октет (%b). Любое из таких значений может быть перенаправлено в график, поэтому в шаблоне необходимо задать имя этого графика. Для этого любой тип значения должен формироваться в следующем виде: %{<имя графика>}<тип значение>, например %{температура}f.

Циклы оформляются в виде парных скобок: %n — открывающаяся скобка цикла, где n — число повторов тела цикла, или ~ (тильда), если тело цикла необходимо повторять бесконечно %> — закрывающаяся скобка цикла.

Иногда требуется приостановить исполнение программы, чтобы устройство успело среагировать на заданную команду, или выдержать небольшую паузу между замерами. Формат команды задержки: %dn — задержка (delay), где n — это число миллисекунд, на которое программа будет приостановлена, например, %d1000 задержит исполнение программы на секунду.

Когда формат ответа устройства сложно или невозможно предсказать, можно воспользоваться специальным шаблоном (any sequence), который пропускает все, что приходит с устройства до тех пор, пока не будет найдено соответствие для следующей команды или последовательности символов:

%* — any sequence

Все, что попадает под этот шаблон, не будет перенаправлено ни в какой график, поэтому фигурные скобки здесь не требуются.

Пример простой программы.

```
%{com1}^
```

```
приветствие\r\n
```

```
%{com1}?
```

```
ответ устройства: 12345\r\n
```

```
%{com1}^
```

```
конфигурация:температура:читать 10 раз\r\n
```

```
%{com1}?
```

```
%9
```

```
%{температура}f,
```

```
%>
```

```
%{температура}\r\n
```

Этот пример задает следующий алгоритм:

1. В устройство com1 посылается строка «приветствие\r\n».
2. Считывается ответ по шаблону: «ответ устройства: 12345\r\n».
3. Посылается команда «конфигурация:температура:читать 10 раз\r\n», подразумевающая считывание с датчика 10 показаний температуры.

4. В цикле считывается 9 значений по шаблону: «%{температура}f,», которые тут же перенаправляются в график «температура».

5. Считывается последнее 10-е значение, по формату: «%{температура}\r\n».

График можно создать с помощью команды меню <Файл :: Новый график...>.

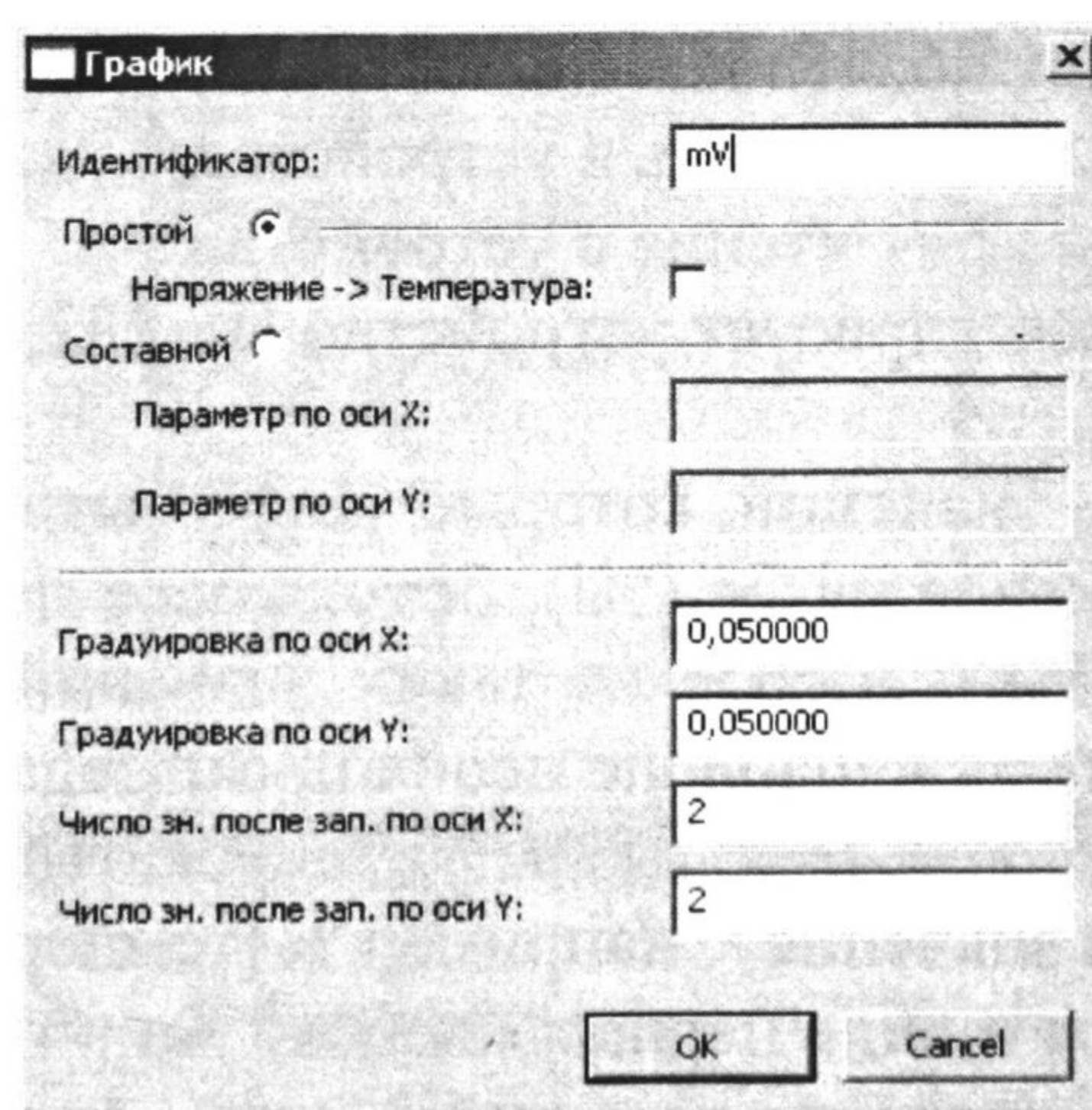


Рис. 4. Диалог «Новый график»

Диалог <График> позволяет настроить параметры графика: <Идентификатор> — имя графика, <Градуировка по оси X/Y> — кратность шага сетки и линейки значений по оси X/Y, <Число знаков по оси Y/Y> — число символов после запятой для значений линеек.

По оси X откладывается время в секундах, отсчет которого начинается с момента первого запуска программы. По оси Y откладываются значения, перенаправленные из программы.

Масштаб по осям каждого графика настраивается индивидуально. Для этого меню <График :: Масштаб> содержит 3 группы настроек:

<График :: Масштаб :: По горизонтали> — по оси X.

<График :: Масштаб :: По вертикали> — по оси Y.

<График :: Масштаб :: Общий> — пропорциональный, на обе оси.

Все данные графика, которые были перенаправлены программой, можно сохранить на диске, с помощью команды <График :: Экспорт :: В Excel...>: <Начальная точка> — начальное время замера, который нужно сохранить, <Конечная точка> — время окончания сохраняемого замера.

В файле *.csv будет записано 2 столбца значений, интерполированных согласно заданным настройкам графика: масштаб и градуировка. По этим столбцам в дальнейшем можно построить любой точечный график, диаграммы или добавить постобработку, задействуя весь доступный матаппарат пакета Excel, OpenOffice, либо любой другой пакет офисных программ, принимающий формат CSV (Comma Separated Values).

Выводы. В результате работы, для установки измерения электропроводности и термоЭДС было разработано оригинальное программное обеспечение SCPIStudio, которое позволяет управлять мультиметрами Agilent 34401A и OWEN TPM201 в единой программной среде. Программа позволяет конвертировать полученные данные в формате csv (Excel), а так же визуализирует установку измерения электропроводности и термоЭДС на ПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SCPI Consortium: URL: <http://www.ivifoundation.org/scpi/default.aspx>.
2. Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI): URL: <http://www.ivifoundation.org/docs/SCPI-99.PDF>.
3. Стандарты GPIB, 488.2 и SCPI и их влияние на развитие автоматизации измерений: URL: <http://www.mka.ru/?p=40084>.
4. Ахо А.В., Лам М.С., Сети Р., Ульман Д.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. М.: ИД Вильямс, 2008. 1184 с.
5. SCANF: URL: <http://www.codenet.ru/progr/cpp/spru/scanf.php>.
6. Format Specification Fields: scanf and wscanf Functions: URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/kwwtf9ch.aspx>.
7. Описание протокола обмена между ПЭВМ и приборами OWEN: URL: http://www.owen.ru/uploads/type_prot_owen.zip.