

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРКИ. СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПО ПОВЕРКЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ В ПОЛУАВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАЛИБРАТОРА Fluke 9100

*И. А. Надежкина, В. К. Дарымов*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Большой объем метрологических работ делает актуальным вопрос повышения производительности труда. А возрастающие требования к точности и быстрой реакции средств измерений вызывают необходимость автоматизации процесса измерений при проведении поверки с использованием средств вычислительной техники и унифицированных электронных комплексов.

Под автоматизацией поверки следует понимать не автоматизацию в целом, а автоматизацию определенных операций или отдельных процедур. Общими операциями поверки являются внешний осмотр, опробование и определение основных метрологических характеристик средств измерений. Первые две операции трудно поддаются автоматизации, третья операция, отражающая реальные метрологические характеристики поверяемого средства измерений, вполне доступна для автоматизации поверочных работ. В процессе проведения автоматизации последней операции следует произвести некоторую последовательность действий:

- подключение поверяемого средства к поверочному оборудованию;
- подача на вход поверяемого средства измерений тестового сигнала;
- фиксация показаний поверяемого средства измерений;
- обработка результатов измерений;
- установление факта пригодности или непригодности поверяемого средства измерений;
- выдача документа с результатами поверки и заключением.

## **Преимущества автоматизации процесса поверки**

Автоматизация процесса поверки обуславливает:

- возможность реализации всех требований стандартов к поверяемым параметрам;
- снижение или полное исключение «человеческого фактора» при поверке средств измерений (СИ);

- повышение достоверности измерений;
- возможность увеличения экономической эффективности за счет снижения времени на поверку одного прибора.

Автоматическая регистрация результатов измерений при поверке обеспечивает «прозрачность» этого процесса, заключающуюся как в возможности в любой момент обратиться к архиву данных и извлечь необходимую информацию, так и в учете количества СИ, представленных на поверку и (или) успешно прошедших ее.

Большой парк СИ во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и, как следствие, значительный объем поверочных работ делают актуальной задачу создания программно-аппаратного комплекса.

Программно-аппаратный комплекс позволяет получить качественно новый уровень поверки, но в то же время он должен быть ориентирован на пользователя, не являющегося профессионалом в области вычислительной техники, и обеспечивать для оператора простой и удобный режим работы.

Программная автоматизация повышает достоверность результатов тестирования, уменьшает количество ошибок и сокращает время на поверку измерительного прибора. Также обеспечиваются хранение и поиск информации.

Применение процедур поверки гарантирует то, что с их помощью будет надлежащим образом выполнена требуемая последовательность операций в соответствии с техническими требованиями производителей оборудования или утвержденной методикой поверки.

Уровень автоматизации поверки можно определять отношением объема операций (время, затрачиваемое на выполнение этой операции), выполняемых автоматически, к общему объему операций поверки. В автоматизированных устройствах поверки это отношение не менее 50 %.

При автоматизации поверки СИ в первую очередь автоматизируются обработка измерительной информации и выдача документа о поверяемых СИ, что составляет не менее 50 % от общего объема операций поверки.

## Выбор направления в автоматизации поверки

В метрологической службе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» поверка является одним из основных видов деятельности. Наличие аппаратных средств в области электрических измерений, поддерживающих программное управление, позволяет автоматизировать поверку универсальных цифровых вольтметров.

На основе анализа базы данных на поверяемые СИ было установлено, что на данный момент во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» используется большое количество универсальных цифровых вольтметров, не имеющих порт IEEE-488 для подключения прибора непосредственно к компьютеру, в связи с этим актуальна проблема поверки вольтметров в полуавтоматизированном режиме, при непосредственном участии человека.

### Средства автоматизации процесса поверки

Средства автоматизации процесса поверки представлены на рис. 1.



Рис. 1. Средства автоматизации процесса поверки: а – метрологическое программное обеспечение Fluke MET/CAL Plus; б – канал общего пользования IEEE-488; в – многофункциональный калибратор Fluke 9100

Программное обеспечение FLUKE MET/CAL Plus [1] – это набор функционирующих в среде Windows приложений, которые автоматизируют процесс поверки средств измерений и управление им. Сюда входят выполнение процедуры, инструментальный контроль, хранение результатов, составление отчетов и администрирование средств измерений. Данное программное обеспечение позволяет

пользователю управлять поверочным оборудованием и средствами измерений через шину IEEE-488 или последовательный порт RS-232.

Многофункциональный калибратор Fluke 9100 – это рабочий эталон, обладающий всем необходимым набором функций для поверки мультиметров и идеально подходящий по всем параметрам.

В состав средств автоматизации процесса поверки входит также персональный компьютер с принтером.

### Последовательность технологических операций при поверке

Метрологическое программное обеспечение FLUKE MET/CAL Plus – это эффективный инструмент автоматизации. Гибкая система настроек позволяет лучше соответствовать конкретным производственным нормам в отношении последовательности технологических операций и документирования. Программа разработана на основе типичного пути, который проходит прибор при его поступлении, ремонте, техническом обслуживании или поверке и, наконец, отсылке обратно к месту своей эксплуатации. Поскольку в различных организациях данный процесс может протекать по-разному, предусмотрены средства индивидуальной настройки.

Ниже описывается путь, по которому проходит СИ в процессе поверки [2]. Процесс представлен в виде диаграммы на рис. 2.

1. Поступление поверяемого СИ.

2. Ввод данных в реестр. Важная информация (например, индивидуальный номер СИ) заносится в конфигурационную форму. Помимо данных идентификации эта информация будет включать в себя статус (или состояние) СИ в момент поступления и межповерочный интервал (см. рис. 3). В результате создается учетная запись по поверяемому СИ.

3. Средство измерений поверяют. Результаты поверки регистрируются в базе данных автоматически. В конце процедуры автоматической поверки оператору может быть предложено сохранить данные и распечатать протокол поверки (см. рис. 4).

4. При несоответствии результатов поверки требованиям нормативных документов поверяемое СИ к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении поверяемого СИ в ремонт или о невозможности его дальнейшего использования. Если поверяемое СИ полностью соответствует требованиям нормативных документов, выдают свидетельство о поверке.

5. После окончания работ прибор отправляют пользователю.

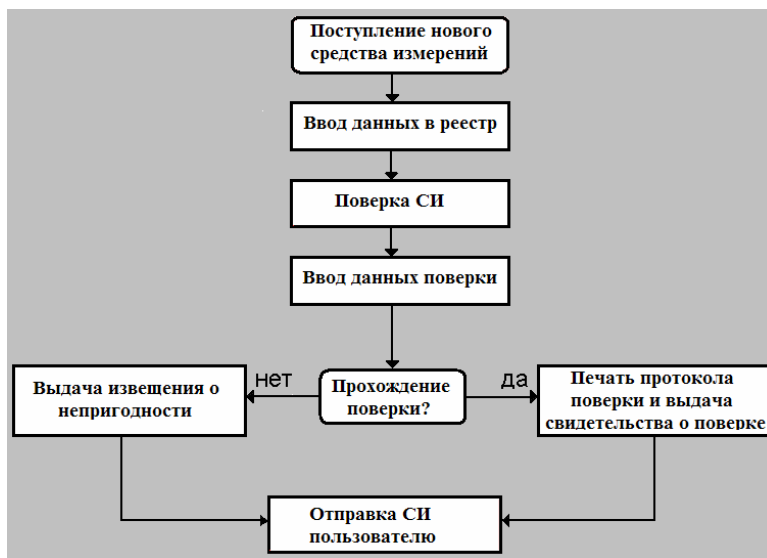


Рис. 2. Последовательность технологических операций

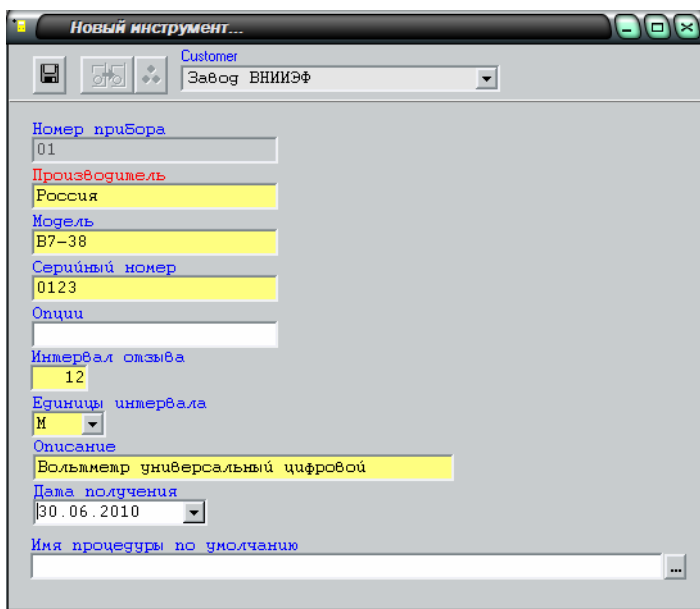


Рис. 3. Ввод данных в реестр

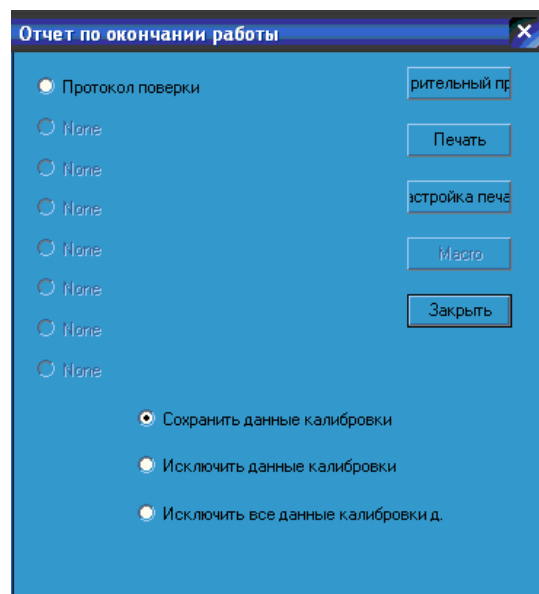


Рис. 4. Информационное окно

### Разработка ПО для программно-аппаратного комплекса по поверке универсальных цифровых вольтметров в полуавтоматизированном режиме с применением калибратора Fluke 9100

В метрологической службе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» создан и успешно опробован комплекс по поверке универсальных цифровых вольтметров в полуавтоматизированном режиме на базе персонального компьютера с применением программного обеспечения Fluke MET/CAL Plus.

Комплекс по поверке универсальных цифровых вольтметров включает в себя:

- персональный компьютер с установленной платой PCI-GPIB;

- программное обеспечение FLUKE MET/CAL Plus;
- калибратор универсальный FLUKE 9100;
- принтер.

Схема автоматизированного рабочего места представлена на рис. 5.

Для проведения полуавтоматизированной поверки разработаны процедуры в соответствии с методиками поверки на вольтметры В7-22А и В7-38 [3, 4].

В процессе выполнения процедур автоматически выводятся на экран монитора сообщения о подключениях, предлагающие пользователю присоединить тестируемое устройство к выходным зажимам 9100. Данное сообщение позволяет исключить ошибки при выборе схемы подключения приборов и дает указания о выборе режимов работы (см. рис. 6).

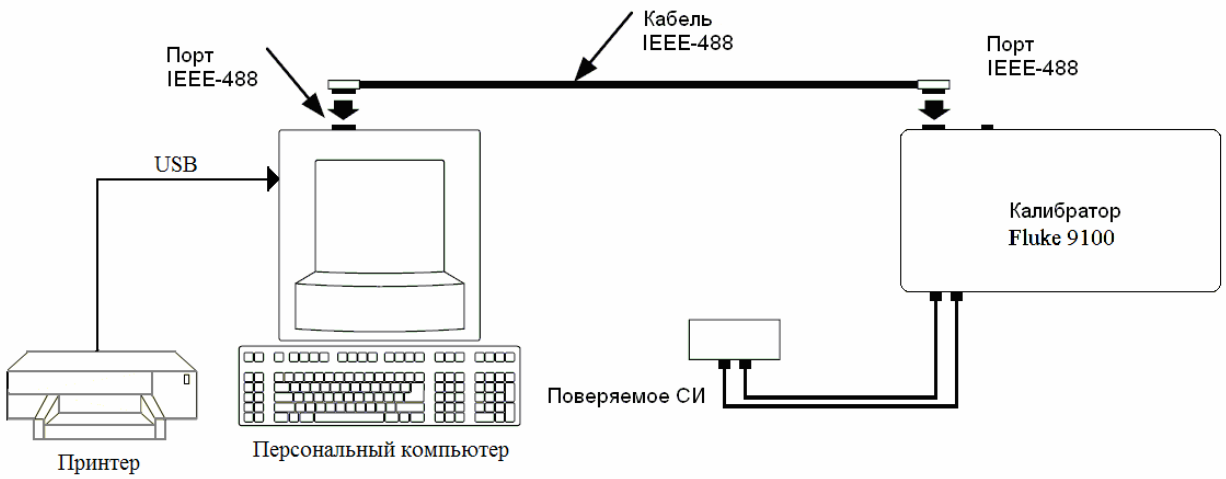


Рис. 5. Схема автоматизированного рабочего места

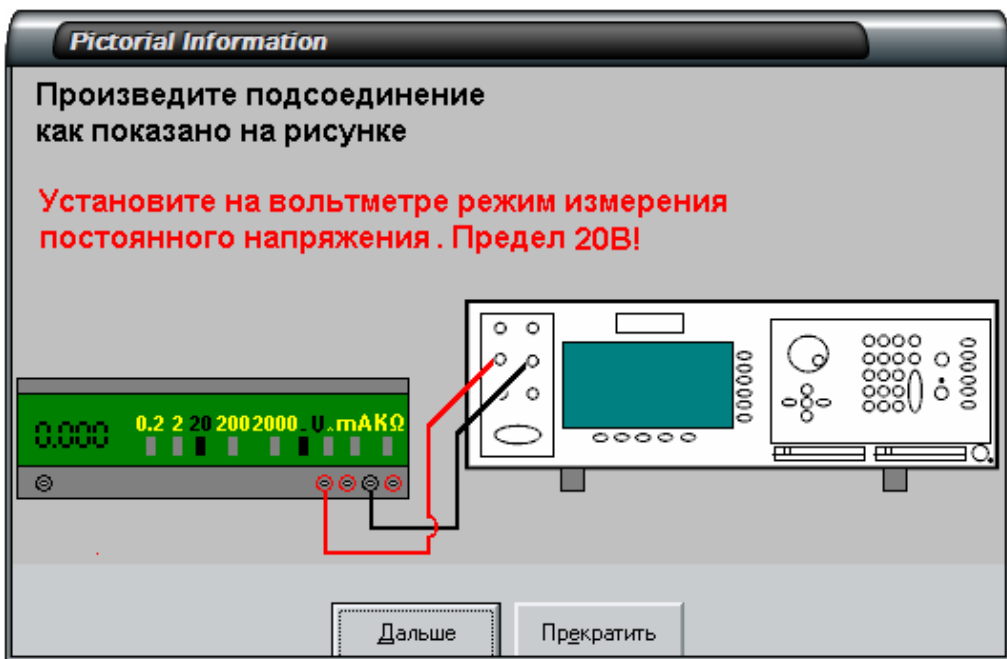


Рис. 6. Схема подключения поверяемого вольтметра к калибратору Fluke 9100

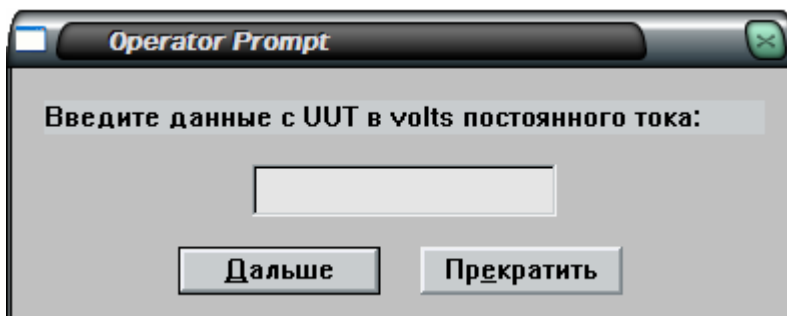


Рис. 7. Сообщение о вводе данных с дисплея вольтметра

Калибратор программируется на воспроизведение напряжения постоянного тока с внутренним контролем, при этом на монитор компьютера выводится диалоговое окно (см. рис. 7), в котором пользователю предлагается ввести показания, отображаемые на индикаторном табло поверяемого СИ.

После ввода показаний происходит автоматическая оценка результата измерений. Показания поверяемого СИ сравниваются с системным воздействием согласно спецификации поля Tolerance (Допуск). Если показания не соответствуют требованиям нормативных документов, то процедура прерывается, и дальнейшая поверка СИ прекращается. Расчет погрешностей и сохранение результатов измерений осуществляется автоматически.

В процессе отладки процедуры MET/CAL следит за тем, чтобы в процедуре выдерживалось соотношение погрешности образцового и поверяемого СИ в пределах 1:3. В случае невыполнения данного соотношения выдается сообщение о невозможности применения калибратора для поверки данного СИ. Также предусмотрены предупреждения о наличии высоких напряжений на соединительных проводах.

Вольтметры В7-22А и В7-38 имеют функциональные отличия, следовательно, процедуры поверки данных вольтметров различаются.

Вольтметр В7-38 работает только в режиме автоматического переключения пределов, в отличие от вольтметра В7-22А, у которого пределы переключаются вручную.

В момент подачи тестовых сигналов с калибратора тестовое значение изменяется скачкообразно и может произойти неправильный выбор предела измерений поверяемым СИ. Поэтому в процедуру поверки вольтметра В7-38 был добавлен цикл, для плавного установления тестовых значений калибратора [5].

1. На прибор подается напряжение значительно меньше граничного:

```
14.001 9100      1.15000V      S 2W
```

2. Задается шаг для плавного увеличения напряжения:

```
14.002 MATH      M[1] = 0.00100
```

3. Начинается цикл, в процессе выполнения которого выходное напряжение увеличивается до номинального значения:

```
14.003 LABEL      cycle2
```

```
14.004 MATH      MEM = MEM + M[1]
```

```
14.005 9100      V              S 2W
```

4. Для обеспечения плавности увеличения напряжения в цикле вводится задержка:

```
14.006 WAIT      [D50]
```

5. Цикл будет выполняться до тех пор, пока подаваемое на вольтметр значение напряжения не достигнет номинального:

```
14.007 IF      MEM<0.19900
14.008 JMPL      cycle2
14.009 ELSE
14.010 9100      0.19900V      0.000119U      2W
15.001 ENDIF
```

После завершения выполнения процедуры программа предлагает выбрать тип протокола и при необходимости распечатать. В процессе разработки был создан универсальный протокол, который можно использовать для различных типов вольтметров.

Процедуры поверки были протестированы и отлажены на автоматизированном рабочем месте и на данный момент успешно применяются при поверке вольтметров. Данные процедуры являются типовыми и могут быть использованы при разработке процедур на другие типы вольтметров.

Применение разработанного программно-аппаратного комплекса при поверке универсальных вольтметров позволило свести к минимуму вероятность внесения ошибки оператором при выборе схем подключений и режимов работы калибратора и поверяемого СИ. Разработанные процедуры гарантируют соблюдение строгой последовательности действий при определении метрологических характеристик, правильность расчетов погрешности и, как следствие, существенно повышают достоверность измерений. Автоматизация процесса поверки существенно облегчила процесс проверки метрологических характеристик и документального оформления результатов поверки, таким образом, повысилась производительность труда. Например, время, затрачиваемое на выполнение операций по определению метрологических характеристик вольтметра В7-38 и на заполнение протокола поверки, сократилось примерно на 20 %.

## Литература

1. Метрологическое программное обеспечение Fluke Metrology Software: руководство по установке и обновлению. Fluke Corporation, 1999.
2. Метрологическое программное обеспечение Fluke Metrology Software: Руководство пользователя. Fluke Corporation, 2002.
3. Вольтметр универсальный цифровой В7-38. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
4. Вольтметр универсальный цифровой В7-22А. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
5. MET/CAL Metrology Software: Reference. Fluke Corporation, 1995.