



## ОПЫТ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МЕТРОЛОГОВ

**С.А. Затока,** старший преподаватель Национального технического университета Украины “Киевский политехнический институт”



*Рассмотрены вопросы использования компьютерных тренировочных программ при подготовке специалистов-метрологов. Описаны программы-тренажеры при компьютеризации лабораторных работ, используемых при изучении курса “Испытания и сертификация средств измерительной техники”*

*при подготовке бакалавров по направлению “Метрология и информационно-измерительные технологии”.*

*The issues on using the computer training programs for the training of specialists-metrologists. The training programs while computerizing laboratory works used in the course “Testing and certification of measuring instruments” for the obtaining bachelor degree in speciality “Metrology and information-measuring technologies” are described.*

### Постановка задачи

На кафедре информационно-измерительной техники Национального технического университета Украины “КПИ” с середины 90-х гг. проводится большая работа по организации и внедрению дистанционного обучения студентов. В курсе “Испытания и сертификация средств измерительной техники” рассматриваются методы нормирования и оценки метрологических характеристик средств измерительной техники на этапах разработки, утверждения, а также методы их экспериментального определения при поверке и калибровке. При изучении дисциплины возникают сложности, связанные с необходимостью приобретения навыков работы на реальных физических приборах и макетах. Особенностью изучения данных вопросов является необходимость выполнения и обработки большого количества экспериментальных данных и трудоемкость выполнения промежуточных расчетов. Поэтому часть данных обучаемые получают самостоятельно, а повторяющиеся эксперименты автоматизируются, кроме этого автоматизируется часть трудоемких расчетов, что позволяет выполнить большой объем индивидуальной работы за меньшее время (в со-

ответствии с индивидуальным заданием). Разработанное методическое обеспечение дает возможность перехода на дистанционное обучение.

*Цель статьи* – ознакомить с компьютерными тренажерами, разработанными для подготовки специалистов по направлению “Метрология и информационно-измерительные технологии”.

### Описание компьютерных тренажеров

При разработке компьютерных тренажеров (лабораторных работ) особое внимание уделено возможности приобретения обучаемыми навыков экспериментального определения метрологических характеристик средств измерительной техники. Наличие компьютерных виртуальных тренажеров позволило в комбинированном режиме работы (студент – компьютер) поставить работу на тему “Экспериментальное определение метрологических характеристик средств измерительной техники” и охватить все разновидности методов поверки: метод непосредственного сличения – поверка измерительных трансформаторов тока; метод прямых измерений – поверка цифрового микровольметра, электронного вольтметра и магазина индуктивности; метод непосредственного сличения с применением компаратора – поверка многозначной меры сопротивления; метод косвенных измерений – поверка электронного счетчика.

Задача создания виртуальных лабораторных работ была решена с использованием пакета Lab VIEW [1].

При подготовке к лабораторным работам студенты могут изучить методики экспериментального определения метрологических характеристик средств измерительной техники, ознакомиться с описанием и метрологическими характеристиками эталонных средств измерений, имитационными моделями, порядком проведения измерительного эксперимента, обработкой полученных результатов, оценкой параметров методики поверки.

В работе “Экспериментальное определение метрологических характеристик средств измерительной техники” [2] реализована методика предварительной точной и точной оценки метрологических

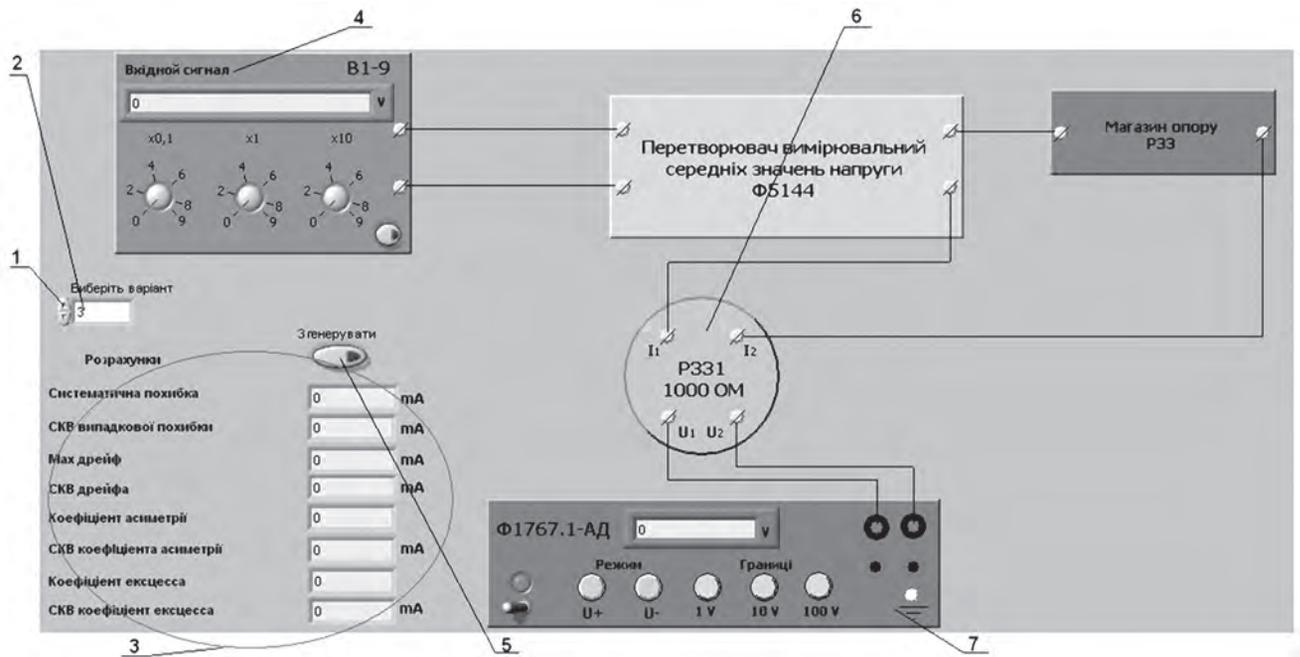


Рис. 1. Вид рабочего стола работы “Предварительная точная оценка”: 1 – кнопка выбора варианта; 2 – окно выбора варианта; 3 – окно результатов расчетов; 4 – модель установки для поверки вольтметров В2-9; 5 – кнопка генерации значений напряжений в каждой исследуемой точке; 6 – модель измерительной катушки электрического сопротивления Р 331 – 100 Ω; 7 – модель прецизионного цифрового вольтметра Ф1767.1 – АД и модель исследуемого измерительного преобразователя среднего значения напряжения в постоянный ток

характеристик измерительного преобразователя среднего значения напряжения в унифицированный сигнал постоянного тока. На рис.1 приведен вид рабочего стола (имитационная модель) опыта 1 “Предварительная точная оценка”.

В соответствии с требованиями [2], испытания средства измерения производятся в 5 точках диапазона преобразования при 50-кратном измерении в каждой исследуемой точке. Генератор случайных чисел имитирует входной сигнал в исследуемых точках с учетом заданного значения погрешности преобразователя. Осуществляется автоматический расчет составляющих погрешности в каждой точке.

Студент устанавливает исходные данные для точной оценки метрологических характеристик самостоятельно, переходит к опыту 2, вводит эти данные с дисплея. Определение точных оценок метрологических характеристик в каждой заданной точке реализуется автоматически. Установление окончательного значения погрешности преобразователя в диапазоне преобразования производится студентом опять самостоятельно. Алгоритм оценки метрологических характеристик преобразователя приведен на рис. 2.

Без автоматизации процесса измерения и обработки данных рассматриваемую методику студенту изучить практически невозможно ввиду большого количества результатов измерений и их обработки.

В качестве примера виртуальной работы по поверке средства измерения на рис. 3 приведен вид рабочего стола работы “Поверка цифрового

микроверметра” [3]. На рабочем столе – модели исследуемого микроверметра, калибратора тока и катушки взаимной индуктивности, кнопки задания варианта, сеть и переключатель полярности тока калибратора.

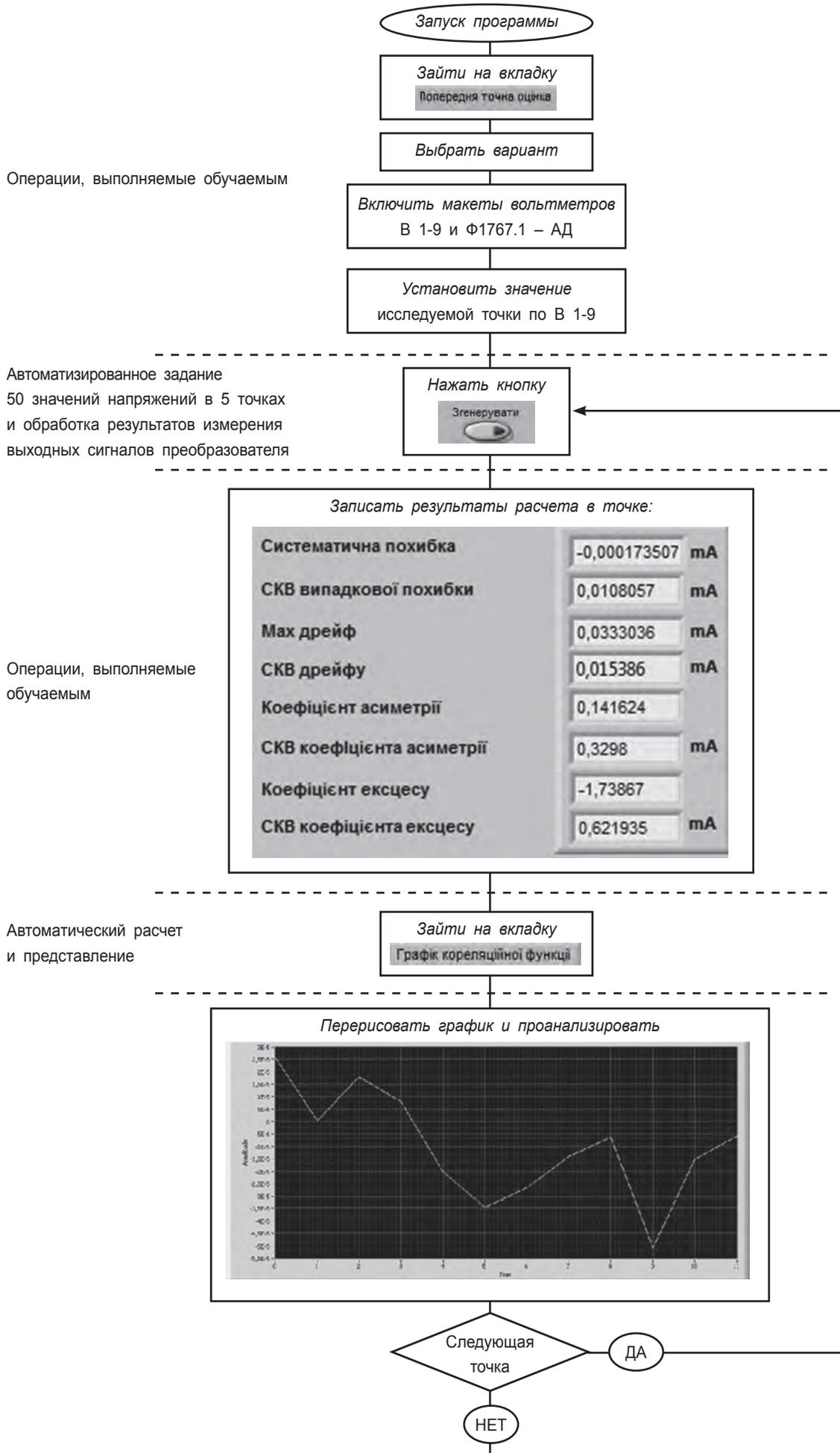
Работы выполняются в следующей последовательности:

- 1) по заданным значениям критериев достоверности поверки  $(P_{\text{bам}})_p$ ,  $((\delta_m)_{\text{ba}})_p$ ,  $\Omega_p$  и заданному числу исследуемых точек определить параметры  $\alpha_p$  и  $\gamma$ , выбрать значение образцовой меры взаимной индуктивности и рассчитать значение тока калибратора для каждой исследуемой точки;
- 2) выполнить поверку микроверметра;
- 3) рассчитать погрешность микроверметра в каждой точке;
- 4) составить методику поверки;
- 5) сделать вывод о метрологической годности микроверметра.

### Выводы

Использование компьютерных технологий в подготовке специалистов по специальности “Метрология и измерительная техника” позволило:

- изучить методику экспериментального определения метрологических характеристик средства измерительной техники;
- познакомить студентов с методами экспериментальной оценки метрологических характеристик средства измерений на этапах его утверждения и эксплуатации;
- при необходимости выполнить лабораторные работы дистанционно;



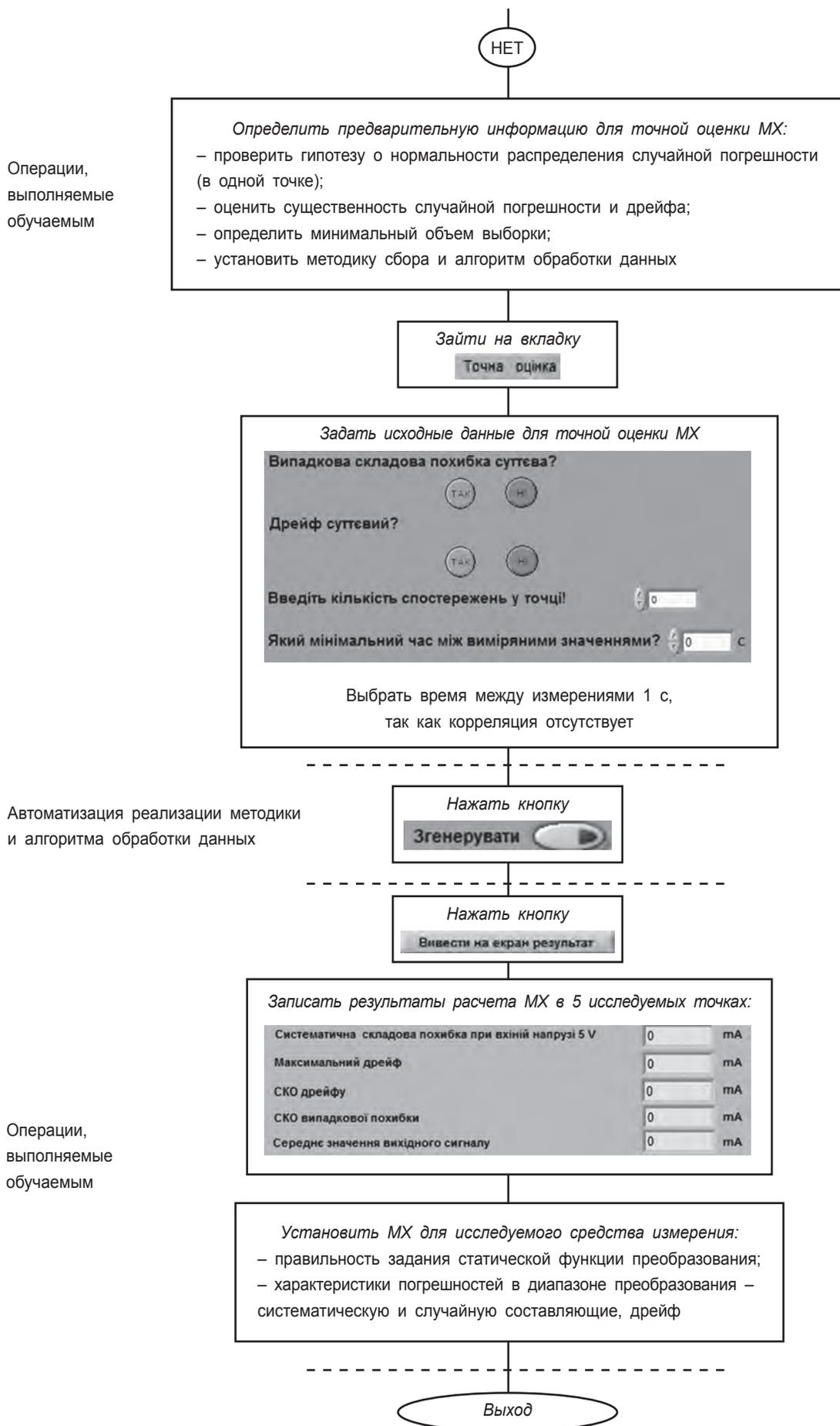


Рис. 2. Алгоритм работы “Экспериментальное определение метрологических характеристик средств измерительной техники”

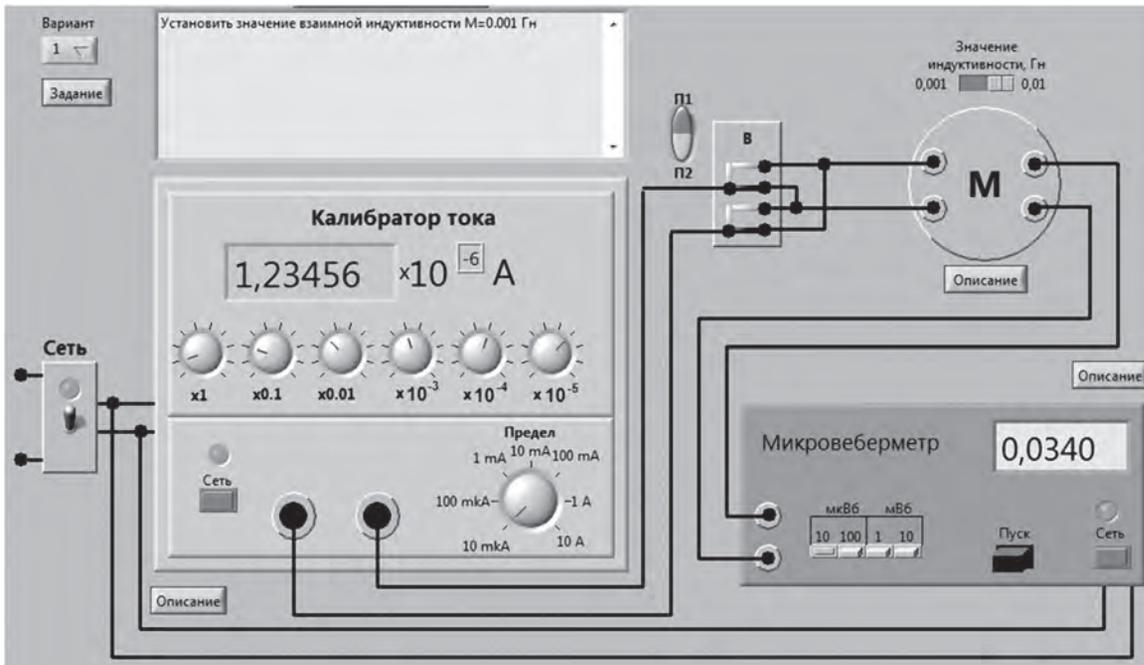


Рис. 3. Вид рабочего стола работы “Поверка микроамперметра”

- закрѣпить знання по курсу выполнением самостоятельной работы, используя методические материалы к их выполнению;
- познакомить студентов с основными элементами метрологического обслуживания средств измерительной техники;
- повысить активность изучения дисциплины, так как исключается бригадная работа;
- повторно обратиться к изученному материалу при работе над курсовыми и дипломными работами;
- создать единое образовательное пространство – возможность использовать данный курс в подготовке специалистов для других специальностей.

#### Список литературы

1. Свиридов Е.В. Разработка прикладного программного обеспечения в среде / Е.В. Свиридов, Я.И. Листратов, Н.А. Виноградова. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 50 с.
2. ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Методы оценки и контроля: ДСТУ ГОСТ 8.508:2008. – М.: Изд-во стандартов, 1986.
3. Веберметры. Методика поверки: МИ 1930 ГСИ. – М.: Изд-во стандартов, 1989.

УДК 389.1

## КОРИГУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ГЛАДКОСТІ ПАПЕРУ В УМОВАХ ЧАСТКОВОЇ ВТРАТИ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ПНЕВМОСИСТЕМИ

Г.К. Ленюк,

кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник АТ “Інститут паперу”, м. Київ



*Наведено коригування результатів вимірювання гладкості паперу в умовах часткової втрати герметичності пневмосистеми.*

*The correction of the results of paper smoothness measuring under conditions of partial loss in hermetic state of pneumatic system is presented.*

У статті [1] зазначалася проблемність питання різною показів вимірювачів гладкості паперу та відсутності оцінки їх інструментальної похибки і там же успішно його розв’язано, але доводиться визнати наявність неврахованого чинника у вигляді часткової втрати герметичності пневмосистеми вимірювачів, що передбачена та допускається у певних границях стандартами [2].

Коригування результатів вимірювань в умовах часткової втрати герметичності пневмосистеми