

- приложения любых украинских производителей смогут использовать сертификаты любых ЦСК, удовлетворяющих требованиям закона об ЭЦП;
- электронная подпись, выполненная приложением одного производителя, может быть проверена приложением другого.

Также в НИОК должна быть определена общая политика сертификации, которая представляет собой правила использования сертификатов и сертификационных услуг, а также правила поведения в случае наступления того или иного события. К примеру, если пользователь по ошибке отослал получателю секретный ключ, то в соответствии с правилами ему может быть предписано сообщить об этом ЦСК сообщением о компрометации секретного ключа.

Таким образом, в процессе проектирования национальной системы электронной цифровой подписи должны быть решены следующие вопросы.

1. Разработан порядок и протоколы взаимодействия между субъектами системы ЭЦП, в частности процедуры получения или отзыв сертификата конечного пользователя, ЦСК, центральный удостоверяющий орган.

2. Разработана типовая политика сертификации в НИОК (типовой регламент функционирования ЦСК) – формализованный документ, определяющий порядок взаимодействия ЦСК с владельцами сертификатов, а также с другими ЦСК, обязанности и ответственность участников документооборота, принципы осуществления физической и технической защиты, идентификация и аутентификация субъектов информационного взаимодействия и т. д. Данный документ должен учитывать особенности использования цифровой подписи для разных категорий пользователей, возможные сферы применения механизмов цифровой подписи и т. д.

3. Разработан национальный профайл сертификата (формат) и списка отозванных сертификатов. Указанный документ должен определить и описывать расширения (основные и дополнительные поля), которые используются при формировании сертификатов, стандартизировать форматы представления ключей, хранящихся на ключевых носителях и в составе сертификата, а также унифицировать значения и форматы представления параметров алгоритма ЭЦП.

4. Разработка и правовая регистрация национальной иерархии объектных идентификаторов для специфических дополнений, криптографических алгоритмов, их параметров и т. д.

В заключение хотелось бы отметить, что процесс создания систем ЦСК для защищенного документооборота в масштабах такого государства, как Украина, займет весьма продолжительное время и потребует привлечения значительных финансовых и других ресурсов. Поэтому поэтапное и параллельное создание описанных подсистем общей системы НИОК позволит, с одной стороны, сэкономить ресурсы, с другой стороны – относительно быстро включить в электронный документооборот системы органов государственного управления Украины с отдельными юридическими и физическими лицами.

#### УДК 62.001.4

## ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

*Евгений Володарский, Игорь Харченко\**

*Национальный технический университет Украины “КПИ”*

*\*Украинский НИИ пожарной безопасности*

*Анотація: Розглядаються особливості організації міжлабораторних випробувань на перевірку повторюємості та відтворюємості результатів, що дозволяє враховувати не тільки вплив випадкових факторів, але й індивідуальні властивості лабораторій.*

*Summary: It is considered the properties of organization interlaboratory tests on repeatability and reproducibility checriny. It allows to tare into account not only influence of the random factors but specific laboratory property.*

*Ключові слова: Испытания, повторяемость, воспроизводимость.*

### I Введение

В соответствии с [1] испытания заключаются в экспериментальном определении количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта как результата воздействия на него при его функционировании. Характерной чертой испытаний является проведение экспериментальных исследований при нормированных условиях, которые задаются в нормативной документации. Таким образом, существенным отличием между

испытаниями и измерениями является определение близости действительных характеристик объекта и результатов испытаний, полученных в определенных нормированных условиях.

Уверенность в том, что испытательная лаборатория получает надежные результаты, является особенно важным для пользователей услугами этой лаборатории.

Целью межлабораторных испытаний является установление соответствия между результатами, получаемыми различными лабораториями, при использовании одного и того же метода исследования.

Однако испытания, выполненные по установленной методике на предположительно идентичных материалах (образцах) в идентичных обстоятельствах, в общем не всегда дают идентичные результаты. Эти результаты могут быть по-разному истолкованы. Причины расхождения результатов могут быть установлены и объяснены только лишь на основе единства испытаний, базой которого является, в первую очередь, однозначность и четкость понятий и определений. Только путем разработки и выполнения требований к единству испытаний можно добиться недопустимых расхождений в результатах испытаний, взаимного признания результатов, полученных в разных лабораториях.

## II Основная часть

Исходя из отличия между измерениями и испытаниями в [2] для характеристики точности результатов испытаний вводится два понятия:

- правильность (trueness);
- прецизионность (precision).

Точность испытаний является более общим понятием, чем точность измерений и характеризует скорее адекватность получаемых результатов истинному значению или истинной характеристике.

Правильность (trueness) применяемого метода измерения можно оценить лишь в том случае, когда имеется возможность задать истинное значение для измеряемой характеристики или оно известно из справочника. Правильность в последнем случае может быть определена путем сравнения принятого справочного значения с результатами, полученными с применением метода измерения. Правильность обычно выражается в значениях смещения

$$\delta = m - \mu,$$

где  $\mu$  – является некоторым истинным или принятым справочным значением;

$m$  – общее среднее значение характеристики, которое вычисляется по результатам исследований.

Смещение может возникать, например, когда метод измерения не позволяет осуществить частотное разделение сигналов. Таким образом, можно заключить, что правильность характеризует методическую составляющую точности испытаний.

Для получения результата испытаний необходимо реализовать процедуру измерения, которая, как известно, сопровождается погрешностями. Наличие случайной погрешности измерения  $e$ , приводит к рассеянию результатов серии измерений вокруг некоторого среднего. Множество факторов может влиять на рассеяние результатов измерения. Среди них можно выделить четыре основных фактора [2]:

- оператор;
- используемое оборудование;
- калибровка оборудования;
- окружающая среда (температура, влажность, загрязнение воздуха и т. д.).

Для характеристики рассеяния результатов испытаний в [2] вводится понятие прецизионность (precision), которая является второй составляющей точности (ассигасы), так называемая экспериментальная составляющая.

В начале рассмотрим рассеяние результатов внутри лаборатории. Как известно из математической статистики [3] устойчивость результатов измерений наблюдается в их повторяемости. Поэтому для обеспечения условий повторяемости необходимо обеспечить постоянство во время исследования всех вышеперечисленных четырех факторов. Если исследования проводятся в одной и той же лаборатории на идентичных испытуемых изделиях, одним и тем же оператором на одной и той же установке за малый по сравнению с изменениями окружающей среды промежуток времени, то расхождения между серией результатов последовательных измерений будет проявляться случайным образом, в большинстве случаев эти расхождения хорошо аппроксимируются нормальным законом.

В [2] вводится понятие повторяемость (repeatability), которое характеризует изменения результатов последовательных измерений в лаборатории. Условие повторяемости заключается в поддержании неизменными вышеуказанных условий – постоянства первых четырех названных факторов.

Согласно определению условий повторяемости, измерения для определения повторяемости должны быть выполнены в стабильных эксплуатационных режимах, т. е. в течение времени измерения влияющие факторы

должны быть стабильными. В частности, оборудование не должно повторно калиброваться между измерениями. Испытания должны проводиться за возможно короткие промежутки времени, чтобы минимизировать изменения факторов (типа окружающей среды), которые нельзя всегда гарантировать как постоянные.

Так как межлабораторные испытания осуществляются несколькими лабораториями, оснащенными оборудованием с отличными (индивидуальными) техническими характеристиками, а опыты проводятся при участии различных операторов, то для характеристики прецизионности межлабораторного эксперимента вводится понятие воспроизводимости (reproducibility) результатов, получаемых различными лабораториями. Для получения воспроизводимости результатов необходимо выполнить условия воспроизводимости, т. е. исследования должны проводиться в различных лабораториях на идентичных испытуемых образцах. При этом следует помнить, что для каждой лаборатории должно выполняться условие повторяемости. Таким образом, повторяемость и воспроизводимость являются двумя крайними характеристиками прецизионности, причем повторяемость характеризует прецизионность только одной отдельно взятой лаборатории.

Исходя из вышеизложенного обобщенная структура испытаний будет иметь вид, представленный на рис.



Рисунок

Таким образом, если испытания проводятся только одной лабораторией, то понятия повторяемость и прецизионность идентичны.

Исходя из вышеизложенного каждый результат испытания  $y$  можно представить в виде суммы трех составляющих

$$y = m + B + e \quad (1)$$

где  $m$  – общее среднее значение, которое в общем случае может быть отличным от истинного значения;  $B$  – лабораторная составляющая смещения в условиях повторяемости;  $e$  – случайная погрешность, встречаемая в каждом измерении в условиях повторяемости. Второе слагаемое обусловлено тем, что хотя в лаборатории оператор и оборудование неизменны, но их индивидуальные характеристики, которые отличны от идеальных, приводят к смещению получаемого результата. На смещение оказывает влияние и организация процедуры экспериментального исследования в лаборатории. Для другой лаборатории  $B$  будет иметь свое значение, которое отличается от  $B$  других лабораторий.

Если заменить общее среднее значение соотношением  $m = \mu + \delta$ , то основная модель (1) запишется следующим образом

$$y = \mu + \delta + B + e \quad (2)$$

Модель (2) используется в том случае, когда нас интересует  $\delta$  – смещение метода измерения, которое характеризует его правильность.

Если по результатам испытаний необходимо оценить лабораторное смещение, которое включает в себя индивидуальные особенности лаборатории, и смещение, обусловленное правильностью (trueness) метода измерения, необходимо использовать модель

$$y = \mu + \Delta + e$$

где  $\Delta = \delta + B$  – лабораторное смещение.

На основании результатов испытаний, полученных участвующими в эксперименте лабораториями, определяют точность результатов испытаний. Такой межлабораторный эксперимент называется “полным экспериментом точности” (accuracy).

Исходя из ограниченной цели эксперимент точности может быть вырожденным, а именно:

- эксперимент прецизионности (precision);
- эксперимент правильности (trueness).

Эксперимент прецизионности является исходным как для эксперимента правильности, так и для общего эксперимента точности (accuracy).

Более того, при изучении различий между результатами испытаний, полученных при использовании одного и того же метода измерения, смещение  $\delta$  метода не будет влиять на процедуру анализа полученных результатов и им можно пренебречь (исключить из рассмотрения) при эксперименте прецизионности.

Если цель исследований состоит в том, чтобы определить правильность, то эксперимент прецизионности должен быть проведен предварительно, или одновременно с экспериментом правильности.

Лабораторная погрешность включает в себя систематическую и случайную составляющие. Случайная составляющая может быть выявлена в разбросе результатов измерений вокруг некоторого среднего при фиксированных факторах, о которых говорилось выше, когда определялись условия повторяемости. Причиной этого разброса является влияние неучтенных факторов, о существовании которых или о характере их воздействия нам не известно. Такой разброс результатов в отдельной лаборатории в условиях повторяемости характеризует рассеяние в пределах лаборатории:

$$\sigma^2(e) = \sigma_w^2$$

Систематическая составляющая  $B$  лабораторной погрешности в условиях повторяемости обусловлена тем, что в лаборатории используется оборудование, метрологические характеристики которого лежат в пределах нормы, но для конкретного оборудования эти характеристики имеют одно из возможных значений. Оператор, работающий на этом оборудовании, имеет свои индивидуальные особенности, хотя и соответствует квалификации для работы на оборудовании.

Эксперимент следует проводить за возможно короткие промежутки времени, чтобы минимизировать изменение факторов типа окружающей среды, а следовательно и возникающей при этой погрешности.

В общем случае можно было бы предполагать, что лабораторные рассеяния будут различными. Однако для стандартной методики выполнения измерения при выполнении лабораториями условий повторяемости такие различия будут определяться ограниченным объемом выборочных данных. Поэтому для получения более надежной характеристики случайной погрешности измерения вводится общее значение рассеяния [2], которое в дальнейшем принимается одним и тем же для всех лабораторий. Это общее значение, которое определяется как среднеарифметическое, называется рассеянием повторяемости (repeatability)

$$\sigma_r^2 = \overline{\text{var}(e)} = \overline{\sigma_w^2}$$

Если рассмотреть результаты, полученные двумя лабораториями, то они будут отличаться даже при большом объеме испытаний. Это обусловлено тем, что в этих лабораториях исследования проводятся на однотипном, но различном оборудовании различными операторами, одной квалификации, но имеющими индивидуальные особенности. Это в конечном итоге приводит к различию лабораторных составляющих смещения  $B$ . В общей совокупности различия между лабораторными значениями  $B$  характеризуется межлабораторным рассеянием, которое выражается как

$$\text{var}(B) = \sigma_L^2$$

где  $\sigma_L^2$  – включает в себя различия между операторами и оборудованием.

Так как лабораторная погрешность содержит систематическую и случайную составляющие, а систематическая составляющая  $B$  является выборочным значением случайной величины “межлабораторные различия”, то для характеристики рассеяния воспроизводимости результатов (reproducibility)  $\sigma_R^2$ ,

полученных различными лабораториями, необходимо учитывать рассеяние повторяемости результатов в лабораториях и межлабораторное рассеяние, т. е.

$$\sigma_R^2 = \sigma_L^2 + \sigma_r^2$$

Исходя из вышеизложенного, в качестве меры прецизионности межлабораторных испытаний можно использовать две величины:

- стандартное отклонение повторяемости:

$$\sigma_r = \sqrt{\text{var}(e)}$$

- стандартное отклонение воспроизводимости:

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_r^2}$$

Для этих величин вводятся пределы повторяемости и воспроизводимости. Абсолютная разница между двумя результатами испытания, полученными соответственно в условиях повторяемости и условиях воспроизводимости, может быть равной или меньшей пределов повторяемости и восприимчивости соответственно с вероятностью 0,95.

### III Выводы

Таким образом, прецизионность характеризует совпадение между независимыми результатами испытаний, полученными при оговоренных условиях различными лабораториями. Если окажется, что абсолютная разница между двумя результатами превосходит предельные значения, то следует искать в начале возможные нарушения условия повторяемости или воспроизводимости. Если таковых нет, то следует сделать заключение, что результаты, полученные лабораториями, неадекватно отображают истинное значение и их нельзя сопоставлять без дополнительной статистической обработки.

Рассмотренный подход позволяет при сопоставлении полученных результатов учесть влияние случайных факторов и специфические особенности лабораторий, что приводит к обоснованному принятию решений о существенности расхождения результатов и возможности совместного использования.

*Литература:* 1. ДСТУ 3021-95. Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення. Держстандарт України. Київ. 2. ISO 5725-94 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. 3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.

УДК 681.2.088:004.891.3

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДДИТИВНОЙ И МУЛЬТИПЛИКАТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Елена Кириченко

Национальный технический университет Украины “КПИ”

*Анотація:* Проводиться порівняльний аналіз ефективності адитивної та мультиплікативної корекції систематичних інструментальних похибок засобу вимірювання, яка застосовується для підвищення вірогідності діагностування.

*Summary:* The efficiency of additive and multiply correction of instrumental errors is being investigated.

*Ключові слова:* Інструментальна похибка засобу вимірювання, адитивна корекція похибок, мультиплікативна корекція похибок, ефективність корекції.

### I Введение

Процедура диагностирования состояния объекта состоит из этапов измерения (восприятия) значения диагностического признака  $X$  и определения возможного состояния объекта (например, “исправного” или “неисправного”) на основании измеренного значения  $X$ . Качество проведенной процедуры количественно характеризуют точность и достоверность диагностирования. С помощью этих параметров оценивается влияние погрешности средств измерительной техники (СИТ) на результаты диагностирования.

Рассмотрим задачу диагностирования в ее вероятностной постановке при следующих условиях. Пусть диагностирование осуществляется по единственному признаку  $X$ , и множество возможных результатов