

Министерство образования и науки Украины  
Винницкий национальный технический университет  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»  
Национальный авиационный университет

**Е. Т. Володарский**  
**Л. А. Кошечая**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
АККРЕДИТАЦИИ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ**

**Монография**

Винница  
ВНТУ  
2013

УДК 006.86  
ББК Ж.ц.в 643  
В68

Рекомендовано к изданию ученым советом Винницкого национального технического университета Министерства образования и науки Украины (протокол № 2 от 26 сентября 2013 г.)

Рецензенты:

**В. В. Кухарчук**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой теоретической электротехники и электрических измерений Винницкого национального технического университета

**Л. Н. Щербак**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, профессор кафедры информационно-измерительных систем Национального авиационного университета

**Володарский, Е. Т.**

В 68 Технические аспекты аккредитации испытательных лабораторий : монография / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева. — Винница : ВНТУ, 2013. — 271 с.

ISBN 978-966-641-549-6

Рассмотрены технические вопросы аккредитации испытательных лабораторий, пути достижения сопоставимости и взаимного признания результатов испытаний. Приведено обоснование выбора унифицированных показателей точности результатов испытаний и методов их оценивания. Рассмотрены примеры практического применения предложенных методов оценивания результатов.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, разработчиков методик испытаний, аудиторов (ассессоров), экспертов органов по аккредитации и других специалистов в сфере испытаний.

**УДК 006.86**  
**ББК Ж.ц.в 643**

**ISBN 978-966-641-549-6** © Володарский Е. Т., Кошева Л. А., 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	6
Предисловие.....	7
Введение.....	10
<b>Глава 1</b>	
<b>Испытания как этап обеспечения качества продукции.....</b>	<b>18</b>
1.1 Качество продукции и его оценка.....	18
1.2 Этапы жизненного цикла продукции. Место и роль испытаний.....	19
1.3 Содержание процесса испытаний.....	21
1.4 Научные проблемы достижения качества испытаний.....	27
1.5 Обеспечение качества испытаний.....	33
1.5.1 Современные требования к испытательным лабораториям.....	33
1.5.2 Аккредитация испытательных лабораторий.....	37
1.5.3 Первоочередные задачи обеспечения качества испытаний.....	39
<b>Глава 2</b>	
<b>Обеспечение метрологической сопоставимости и совместимости результатов лабораторных испытаний.....</b>	<b>41</b>
2.1 Понятие метрологической сопоставимости и совместимости результатов измерений при испытании....	41
2.2 Источники неопределенности результатов лабораторных испытаний.....	43
2.3 Обеспечение прослеживаемости результатов лабораторных испытаний.....	49
2.4 Модель обеспечения качества лабораторных испытаний..	53
<b>Глава 3</b>	
<b>Статистический подход к оцениванию количественных результатов испытаний.....</b>	<b>56</b>
3.1 Статистические показатели точности.....	56
3.2 Представление остаточной изменчивости в модели.....	66
3.3 Статистические модели результатов испытаний.....	69
3.3.1 Базовая статистическая модель.....	70
3.3.2 Статистические модели оценивания характеристик правильности.....	71
3.3.3 Статистические модели оценивания промежуточных показателей прецизионности.....	72
3.3.4 Статистическая модель оценивания дополнительных факторов.....	74

<b>Глава 4</b>	
<b>Установление характеристик точности методики испытаний</b> .....	76
4.1 Метод и методика испытаний .....	76
4.2 Современные требования к показателям точности методик испытаний.....	81
4.3 Межлабораторный совместный эксперимент в системе обеспечения качества лабораторных испытаний.....	82
4.3.1 Межлабораторный эксперимент по оцениванию показателей прецизионности .....	82
4.3.2 Межлабораторный эксперимент по оцениванию показателей правильности.....	98
4.3.3 Межлабораторный эксперимент по оцениванию показателей промежуточной прецизионности.....	105
4.3.4 Межлабораторный эксперимент по оцениванию неоднородности объектов испытаний.....	121
<b>Глава 5</b>	
<b>Внутрилабораторный эксперимент в системе обеспечения качества лабораторных испытаний</b> .....	127
5.1 Оценка приемлемости результатов лабораторных испытаний.....	129
5.2 Внутрилабораторный эксперимент по оцениванию показателей промежуточной прецизионности.....	130
5.3 Оперативный контроль процедуры испытаний.....	132
5.4 Контроль стабильности результатов.....	136
<b>Глава 6</b>	
<b>Внешний контроль качества результатов лабораторных испытаний</b> .....	156
6.1 Анализ данных лаборатории при наличии стандартного образца.....	156
6.2 Сравнение с результатом, полученным референтной лабораторией.....	161
6.3 Совместный оценочный эксперимент.....	165
6.4 Сравнение с результатами, полученными по стандартизированной методике .....	169
<b>Глава 7</b>	
<b>Неопределенность количественных результатов испытаний</b> .....	176
7.1 Оценивание количественных результатов испытаний.....	176
7.2 Концепция погрешности и концепция неопределенности..	180

7.3 Подходы к оцениванию неопределенности результатов испытаний.....	186
7.3.1 Модельный подход (подход GUM).....	186
7.3.2 Экспериментальный подход .....	202
7.4 Практические примеры использования неопределенности.....	209
7.4.1 Оценивание неопределенности результата хроматографического количественного анализа.....	209
7.4.2 Оценивание неопределенности результатов биологических испытаний.....	214
7.4.3 Оценивание неопределенности калибровки микроскопа в нанодиапазоне.....	216
7.5 Робастное оценивание результатов испытаний.....	219
7.5.1 Понятие робастного оценивания.....	219
7.5.2 Принцип вычислительной робастной процедуры.....	224
7.5.3 Практический пример использования робастной процедуры .....	225
<b>Глава 8</b>	
<b>Оценивание неопределенности принятия решения при контрольных испытаниях.....</b>	<b>234</b>
8.1 Достоверность результатов контрольных испытаний.....	235
8.2 Интервальный подход к оцениванию неопределенности результатов контрольных испытаний.....	241
8.3 Оценивание влияния функции преобразования на неопределенность принятия решения.....	243
Заключение.....	255
Литература.....	259

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ISO	International Standardisation Organization (Международная организация по стандартизации)
IEC	International Electrotechnical Commission (Международная электротехническая комиссия)
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation (Международное сообщество аккредитованных лабораторий)
ВТО	Всемирная торговая организация
СИТ	Средство измерительной техники
СМК	Система менеджмента качества
МСИ	Межлабораторные сравнительные испытания
SI	Sistem International (Международная система единиц)
ОИ	Объект испытаний
РК	Руководство по качеству
ВКК	Внутренний контроль качества
МОЗМ	Международная организация законодательной метрологии
VIM	International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (Международный словарь метрологических терминов)
СО	Стандартный образец
МВИ	Методика выполнения измерений
СКО	Среднее квадратическое отклонение
ANOVA	Analysis of variations (Анализ дисперсий)
RM	Reference material (Эталонный материал)
EN	European norms (Европейские нормы)
EURACHEM	A focus for analytical chemistry in Europe (Европейский Центр аналитической химии)
СИТАС	Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry (Международное сообщество по прослеживаемости результатов в аналитической химии)

## Предисловие

Эффективное сотрудничество с зарубежными странами, совместная разработка научно-технических программ, дальнейшее развитие международной интеграции и кооперирования, развитие торговых отношений между странами базируются на взаимном доверии, что продукция, приобретаемая в рамках зачастую дорогостоящих контрактов, действительно соответствует предъявляемым требованиям.

Контролирование и/или оценивание параметров качества любого произведенного и потребляемого продукта производят при соответствующих испытаниях в испытательных лабораториях. Следовательно, подтвердить качество продукции невозможно без эффективно функционирующих испытательных лабораторий, которые должны обеспечивать достоверность своих результатов. Взаимное признание результатов испытаний, проводимых испытательными лабораториями различных стран, возможно только при их высокой компетенции.

Сегодня одним из наиболее эффективных и признаваемых во всем мире средств подтверждения компетентности лабораторий проводить испытания продукции в различных областях промышленности, сферы обслуживания и обеспечения безопасности жизнедеятельности человека является аккредитация – официальное признание права испытательной лаборатории осуществлять конкретные испытания или конкретные типы испытаний в определенной сфере.

В настоящее время введен в действие международный стандарт ДСТУ ISO/IEC 17025-2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», который включает требования к технической компетентности испытательных лабораторий и обеспечению достоверных результатов. В случае аккредитации на соответствие требованиям данного стандарта лаборатория получает преимущество перед конкурентами и возможность выхода на мировой рынок.

Процедура аккредитации включает как организационные, так и технические мероприятия по подтверждению технической компетентности лабораторий. Практика проведения аудита в испытательных лабораториях показывает, что основные проблемы при внедрении требований ДСТУ ISO/IEC 17025-2006 в лабораториях возникают не на этапе разработки документации, а на этапе проведения технических мероприятий, на что акцентирует внимание и

документ ИЛАС – G 20:2002 «Руководство по классификации несоответствий». Поскольку аккредитация доказывает обществу (потребителям) *техническую* возможность лаборатории получать достоверные результаты, то несоответствия технического характера считаются более существенными, чем несоответствия организации систем менеджмента качества.

Цель настоящей монографии – раскрыть техническую сторону аккредитации испытательных лабораторий, предложить и концептуально обосновать систему обеспечения единства испытаний как элемента системы управления качеством продукции; проанализировать целесообразность применения возможных показателей точности и достоверности результатов испытаний, а также способов их оценивания.

В первой главе показаны роль, место и содержание процедуры испытаний в жизненном цикле продукции, а также рассмотрены современные требования к испытательным лабораториям в свете решения первоочередных задач обеспечения высокого качества испытаний.

Во второй главе рассмотрены терминологические особенности понятий метрологической сопоставимости и совместимости результатов измерений при испытании, сформулированные в действующей международной нормативной документации, показана их связь с национальным понятием единства измерений. Проанализированы факторы, вызывающие изменчивость и влияющие на неопределенность результатов испытаний и их достоверность; рассмотрена структурно-логическая схема возникновения неопределенности результатов испытаний. На основании рассмотренных положений сформирована модель обеспечения качества испытаний.

Третья и четвертая главы посвящены описанию современных тенденций к установлению и оценке характеристик точности результатов испытаний, которые заключаются в отходе от идеологии назначения их допустимых пределов, а требуют новых принципов к их нормированию на основе проведения межлабораторных сравнительных испытаний и использовании соответствующих статистических моделей результата.

В пятой и шестой главах рассмотрены меры по обеспечению контроля показателей качества результатов испытаний как в виде внутрилабораторного эксперимента, так и внешнего контроля качества.

В седьмой и восьмой главах проанализированы показатели точности и/или достоверности как количественных, так и нечисловых результатов испытаний в соответствии с требованиями сов-

ременных международных стандартов. Рассмотрено применение различных концепций в оценке показателей точности результатов измерений (испытаний): погрешности и неопределенности. Обоснованы различные подходы к оценке неопределенности результатов в зависимости от вида поставленных задач при испытаниях, рассмотрены процедуры робастного оценивания, предложен интервальный метод оценивания неопределенности неколичественных (контрольных) результатов испытаний. Рассмотрены числовые примеры практического применения указанных методов оценивания результатов испытаний.

На сегодняшний день нормативно-техническая документация в области испытаний разрознена и в большинстве своем не гармонизирована с международными требованиями по планированию, организации и проведению испытаний, а также по обработке и представлению их результатов. Несоответствие требований реальных практических задач испытательных лабораторий уровню решения ряда теоретических вопросов обуславливает необходимость усовершенствования теоретических и прикладных основ испытаний, направленных на обеспечение сопоставимости и взаимного признания их результатов. Эта проблема является актуальной и требует своего решения как для разработчиков стандартов, так и специалистов, занимающихся разработкой и аттестацией методик испытаний, а также координаторов и лабораторий-участниц межлабораторных сравнительных испытаний разных уровней.

Подход к написанию монографии предусматривался таким, чтобы она могла послужить фундаментом, на котором по мере развития модели обеспечения качества испытаний могло бы быть построено здание будущих знаний.

Авторы благодарны коллегам, сотрудничеству с которыми позволило накопить материал для этой монографии, специалистам, с которыми обсуждались вопросы практического приложения рассматриваемых проблем. Весьма важной явилась роль рецензентов: В. В. Кухарчука, д. т. н., проф., заведующего кафедрой теоретической электротехники и электрических измерений Винницкого национального технического университета и Л. Н. Щербака, д. т. н., проф., лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, профессора кафедры информационно-измерительных систем Национального авиационного университета, конструктивные замечания и советы которых способствовали улучшению качества излагаемого материала.

## Введение

В связи со вступлением Украины в ВТО все более актуальной становится задача производства высокотехнологической наукоемкой продукции, способной конкурировать в мировом экономическом сообществе. Конкурентоспособность же промышленных предприятий в современных условиях во многом зависит от достижения требуемого уровня качества произведенной продукции, под которым понимают соответствие характеристик продукции заданным значениям параметров, указанным в нормативной документации, сформулированным заказчиком или выявленным потребностям рынка.

Качество продукции является интегральным показателем, на который влияет множество разнообразных факторов: качество технической документации, качество технических решений, качество материалов и комплектующих, состояние экспериментальной и испытательной базы, технический уровень оборудования, средств контроля и/или испытаний, квалификация персонала и т. п. Качество должно формироваться и обеспечиваться на всех стадиях создания продукции: от момента определения ее необходимости и в течение всего периода эксплуатации. Требования к качеству продукции постоянно возрастают – формируются новые потребности, появляются новые материалы, конструкции, прогрессивные технологии.

Достичь высокого качества продукции невозможно без эффективной системы технического регулирования, в частности без:

- передовых прогрессивных документов по стандартизации (стандартов, технических условий, методик испытаний);
- точных средств измерительной техники (СИТ);
- квалифицированных испытаний в строгом соответствии с нормативной документацией или аттестованными методиками.

Одним из результатов стремительного вхождения Украины в мировой рынок является актуализация процедуры оценки соответствия как в законодательном поле Украины, так и в нормативном обеспечении данной процедуры. С помощью проведения соответствующих испытаний, которые могут играть роль инструмента оценки соответствия продукции международным или национальным стандартам, контролируются (оцениваются) параметры качества фактически любого произведенного и потребляемого продукта. Международная организация по стандартизации ISO провозгласила внедрение оценки соответствия продукции по принципу «1+1+1», что означает «единый стандарт – единый метод испытаний – единая процедура

оценки соответствия», что позволит объективно оценить качество продукции.

В последние годы все больше отечественных предприятий разрабатывают, внедряют и сертифицируют систему менеджмента качеством (СМК) на соответствие требованиям международных стандартов серии ISO 9000 [1...5]. Внедрение и эффективное функционирование СМК позволяет предприятиям повышать результативность и эффективность своей деятельности и выигрывать в конкурентной борьбе, гарантируя потребителям высокое качество продукции. Система менеджмента качества продукции охватывает все стадии жизненного цикла изделия и все стороны деятельности предприятия, в том числе и испытание продукции.

Испытательная лаборатория в соответствии с общими требованиями к компетентности испытательных лабораторий, изложенными в стандарте ISO/IEC 17025-2006 [6], «должна разработать, внедрить и поддерживать систему менеджмента в соответствии с областью своей деятельности для обеспечения качества результатов испытаний». Таким образом, внедрение ISO/IEC 17025 подразумевает реализацию в системе менеджмента испытательной лабораторией требований ISO 9001, включая требования, касающиеся повышения ее результативности, и дополнительные требования к организации, управлению и техническим аспектам деятельности испытательной лаборатории. Если испытательная лаборатория аккредитована на соответствие требованиям стандарта ISO/IEC 17025, то таким образом, она подтверждает свою техническую компетентность. Поскольку процесс аккредитации является субъективным то практически, единственным на сегодня объективным методом оценивания компетентности, является метод межлабораторных сравнительных испытаний. Для исключения субъективизма при аккредитации (решение, как правило, принимается по результатам экспертных оценок), международная организация ILAC разработала рекомендации [7] по оцениванию значимости выявленных при подтверждении технической компетентности несоответствий.

Признание технической компетентности испытательной лаборатории, подтвержденное при аккредитации, способствует созданию уверенности в качестве лабораторных испытаний, что определяется, прежде всего, качеством их результатов. Поскольку на этапе испытаний одновременно присутствуют интересы заказчика и поставщика, то особый интерес вызывает достоверность результатов, которой должно характеризоваться качество результата испытания. Достоверность результатов испытаний – это свойство кон-

трольных испытаний, характеризуемое степенью совпадения заключения о состоянии объекта при испытании его действительному состоянию.

В настоящее время при осуществлении отношений в производственных и непроизводственных сферах, связанных с различными оценками показателей точности испытаний у поставщиков и потребителей, становится необходимым внедрять новые подходы к организации, планированию и проведению испытательного процесса в лабораториях. Учитывая, что Украина подписала Соглашение о партнерстве и сотрудничестве с Европейским Союзом, а также согласно ДСТУ ISO/IEC Guide 59-2000 «Кодекс установившихся правил стандартизации» [8] развитие национальной системы сертификации и стандартизации в Украине должно идти в направлении её гармонизации с международными нормами и правилами, которые формируют современные тенденции в организации и проведения испытательного процесса. В частности, современные требования к установлению и оценке характеристик точности результатов испытаний заключаются в отходе от идеологии назначения их допустимых пределов и внедрении новых принципов к их нормированию. Так, для достижения сопоставимости полученных результатов разными лабораториями необходимо исходить из реальных возможностей лабораторий по организации испытаний. Современный подход не может декларировать «любая лаборатория при измерении по данной методике должна иметь погрешность, не превышающую предписанную данной методике». Можно сколько угодно повышать требования к точности результатов испытаний, но это не будет объективной характеристикой технических и организационных возможностей лаборатории. Поэтому необходимо кардинально менять подходы к нормированию показателей точности испытаний и устанавливать, а затем нормировать их на основании *статистического подхода*. В большинстве своем мониторинг и измерение процессов требуют использования именно статистических методов.

С достоверностью результатов связаны понятия воспроизводимости и правильности, которые в общем случае характеризуют правомерность используемых методов, достоверность исходных данных, обоснованность предположений, а также соответствие используемой процедуры испытания методике их проведения. Необходимость использования статистических методов при этом вызвана изменчивостью, имеющейся в процессе испытаний и влияющей на их результаты даже при кажущейся стабильности процесса. Та-

кая изменчивость может проявляться в измерениях характеристик процессов и продукции на различных этапах ее жизненного цикла. Случайная природа измерений, следствием чего является рассеивание их результатов, приводит к неоднозначности (неопределенности) результатов процедур, основанных на измерениях. Поэтому одной характеристики – *правильности* – недостаточно, чтобы охарактеризовать точность результата. Для более полного описания точности результата вводится еще одна характеристика – *воспроизводимость*, которая не только характеризует точность результатов испытаний, но и является характеристикой, оценивающей реальную способность лабораторий выполнять испытания, характеристикой, по которой можно объединять компетентные лаборатории в определенной области для выработки совместных решений как в трактовке нормативных документов в области испытаний, так и в установлении унифицированных методик проведения испытаний, а следовательно, определять фактическое состояние испытаний в отрасли.

Таким образом, статистические методы могут помочь при формировании лучшего понимания течения, сроков и причин изменчивости даже при наличии ограниченного статистического материала, а в дальнейшем – при решении и даже предотвращении проблем, связанных с такого рода изменчивостью [9].

Достоверный результат испытаний получается в том случае, если лаборатория в точности придерживается *методики* проведения испытаний. Для того чтобы методику можно было использовать, она должна быть аттестована или валидирована.

Для *аттестации* методики проведения измерений при заданных условиях испытаний (включая и многостадийный этап пробоподготовки) необходимо оценить, а затем и нормировать показатели точности этой методики, которые учитывали бы возможные влияния условий проведения испытаний, характерные особенности при организации эксперимента в лаборатории. Аналитическим путем такую задачу решить практически невозможно, так как отсутствует математическая модель, учитывающая связь характеристик объекта испытаний, условий и режимов работы объекта испытаний с выходной измеряемой величиной. Единственным путем, позволяющим решить эту задачу, являются *межлабораторные сравнительные испытания* (МСИ). При проведении МСИ учитываются особенности организации проведения испытаний в лабораториях, возможные сочетания влияющих величин в пределах заданных (предполагаемых) норм и т.п. Межлабораторный эксперимент фак-

тически является физической моделью реализации процедуры испытаний в соответствии с методикой его проведения, создаваемый на основе содружества лабораторий, имеющих близкий профессиональный уровень и специализирующихся в данном виде испытаний.

В практике испытательных лабораторий встречаются ситуации, когда по каким-либо причинам нецелесообразно использовать стандартную методику. В таких случаях необходимо использовать процедуру валидации (термин перешел в отечественную терминологию из стандартов ISO серии 9000), которая является важной частью системы обеспечения и контроля качества. *Валидация* методики – процесс демонстрации соответствия методики предполагаемому применению путем лабораторных исследований специфических характеристик. Основной целью валидации методики является гарантия того, что выбранная методика будет давать воспроизводимые и достоверные результаты, соответствующие поставленной цели. Лаборатория должна валидировать нестандартные разработанные, усовершенствованные или модифицированные лабораторией методики, а также стандартные методики, используемые вне области их применения.

На достоверность результатов испытаний с очевидностью влияет *уровень метрологического обеспечения* испытаний продукции. Оценка реализации основных требований к метрологическому обеспечению испытаний является наиболее существенной составляющей оценки технической компетентности испытательной лаборатории, поскольку основной целью метрологического обеспечения испытаний является получение достоверной измерительной информации о значениях показателей качества и безопасности продукции. Кроме того, реализация в системе менеджмента испытательной лаборатории требований к системе менеджмента измерений, установленных ISO 10012 [10], позволяет постоянно управлять процессами измерений при испытаниях.

Сегодня компетентная лаборатория должна осуществлять оценивание неопределенности результата измерений (испытаний) и обеспечение его прослеживаемости. В стандарте ISO/IEC 17025 вопросы прослеживаемости и неопределенности измерения являются ключевыми составляющими технических требований, которым должны соответствовать испытательные лаборатории.

В международной практике измерений разработана и широко применяется концепция «неопределенности» измерений. Ее принятие связано с появлением большого спектра новых измерительных

задач, требующих другого подхода к оценке результатов и качеству измерений, а также необходимостью создания условий для взаимного признания результатов измерений в разных странах на основе единого подхода. В ИАС-G17 «Представление концепции неопределенности измерений при проведении испытаний в связи с введением в действие международного стандарта ISO/IEC 17025» [11] описано применение концепции неопределенности измерений с учетом существующего уровня ее понимания. В данном документе отмечается, что заказчики должны иметь возможность получить максимальную пользу от услуг испытательной лаборатории, при этом приемлемый уровень неопределенности должен быть согласован с заказчиком.

Гарантировать прослеживаемость измерений может *калибровка*. Все средства измерений, используемые при проведении калибровочных работ, должны быть *поверены (калиброваны)* перед вводом в эксплуатацию. Калибровка является одним из источников неопределенности результата, поэтому результаты калибровки оформляются в виде свидетельства о калибровке, куда заносятся результаты измерений вместе с их неопределенностями.

В общем случае заказчики заинтересованы в получении следующей информации:

- насколько надежны результаты, и что получится, если их дополнить данными, относящимися к их неопределенности;
- с какой степенью уверенности можно говорить о характеристиках испытанной продукции;
- являются ли протоколы испытаний правильными, полезными и достаточными для клиентов лаборатории.

В связи с этим вопросы выбора показателей качества результатов испытаний, методов их оценивания и представления в протоколах испытаний являются актуальными и требующими тщательной проработки. Например, какой из методов оценивания неопределенности результата квалифицированно выбрать для обеспечения их достоверности и убедительности в этом заказчика.

Оценивание способности лаборатории компетентно проводить испытания должно быть постоянным и включать как собственное оценивание лабораторией полученных результатов по методикам внутрилабораторного контроля, так и по методикам внешнего контроля качества, в том числе, при проведении совместного оценочного эксперимента. При этом знание правильности и прецизионности методики испытаний позволяет оценить лабораторное смещение и повторяемость результатов, а также типичные для лаборато-

рии показатели промежуточной прецизионности в течение длительного периода работы лаборатории, претендующей быть признанной компетентной. При этом могут возникать ситуации, когда текущие оценки показателей точности результатов будут употребляться вместе с оценками, полученными ранее, в том числе, определенными в результате проведения совместных экспериментов. Оценки результатов совместных экспериментов, основанные на достаточности статистики, следует воспринимать как опорные, поскольку они при конечном количестве результатов измерений представляют наиболее полную информацию о показателях точности. При внешнем и внутрिलाбораторном контроле возможно оценить лабораторную составляющую смещения результата, по которой можно судить об организации испытательного процесса в лаборатории в целом.

Таким образом, для оценивания характеристик свойств любого объекта при испытании необходимо:

- выбрать параметры, которые характеризуют интересующие свойства объекта;
- установить степень точности и/или достоверности, с которой следует определять выбранные параметры, а также допуски, нормы точности и т. п.;
- описать процедуру отбора и подготовки проб;
- выбрать методы и средства измерительной техники для достижения необходимой точности и/или достоверности;
- обеспечить готовность оборудования и/или средств измерительной техники к выполнению своих функций посредством аттестации и/или обеспечения прослеживаемости измерений к единицам SI или эталонам;
- создать необходимые условия для проведения испытаний или обеспечить их учет;
- провести квалифицированную обработку измерений и оценку их неопределенности результата, и на этой основе сформулировать решение.

Перечисленные положения представляют собой, по сути, *систему испытаний*, изъятие из которой какого-либо звена неизбежно приводит к получению недостоверной информации и, как следствие, к принятию ошибочных решений и значительным экономическим потерям.

Система испытаний в общем случае является организационно-технической системой, закономерности построения и функционирования которой изучает теория испытаний. Основные научные

проблемы этой теории связаны с разработкой и испытанием моделей объектов, средств, процесса испытаний и обработки результатов. Развитие теории испытаний ведется в направлении достижения сопоставимости результатов испытаний, что в свою очередь обеспечивается их *единством*, когда при повторном воспроизведении тех же экспериментальных условий в пределах соответствующей им неопределенности должны совпадать их результаты [12].

Единство испытаний позволит осуществить переход на качественно новые формы организации и проведения работ по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, удовлетворяющие современным требованиям, а также:

- выйти на международный рынок с признанием результатов испытаний объектов различных отраслей;

- осуществить защиту интересов и прав потребителей и государства в вопросах повышения качества выпускаемой продукции, обеспечения ее безопасности для жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды;

- создать современную, гармонизированную с международными стандартами нормативно-техническую базу испытаний;

- обеспечить качество испытаний на всех жизненных циклах продукции;

- обеспечить взаимное признание результатов испытаний.

Настоящая монография призвана способствовать целям защиты интересов производителей, потребителей и государства в обеспечении надлежащего качества продукции. Реализация положений, рассмотренных в монографии, позволит осуществить переход на качественно новые формы организации и проведения работ по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, отвечающие современным требованиям.

# ИСПЫТАНИЯ КАК ЭТАП ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

### 1.1 Качество продукции и его оценка

Качество, в широком смысле этого понятия, наиболее обобщенная и объективная характеристика любого объекта. Качество объекта потребления – это интегральная характеристика его свойств, с помощью которых могут быть удовлетворены соответствующие потребности людей, т. е. качество, как характеристика сущности объектов и их свойств, всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Вот почему вопросы оценки качества всего, с чем имеет дело человек, были и остаются среди важнейших.

Развитие международной торговли требует классификации продукции по качественным категориям, для чего необходимо оценивать ее качество по совокупности всех основных потребительских свойств. Для решения такого рода практических проблем нужны единые методики, позволяющие достоверно и точно определять уровни качества и на этой основе принимать адекватные управленческие, инженерно-технологические и иные решения. Многочисленными исследованиями [13] доказано, что качество – это не просто совокупность свойств объекта и его характеристик, а единая синергетическая система элементов, которыми являются свойства объекта и его характеристики.

Таким образом, качество – атрибут, определенная сущность объекта, показателем которой является совокупность всех его свойств и характеристик.

Поскольку качество объекта, в первую очередь, проявляется через его свойства, т. е. через объективные особенности объекта, то для оценки качества необходимо:

- во-первых, определить перечень тех свойств, совокупность которых в достаточно полной мере характеризует требуемое качество;
- во-вторых, измерить (оценить) установленные свойства, то есть определить их численные значения (качественные характеристики);

– в-третьих, сопоставить полученные данные с подобными характеристиками другого объекта, принимаемого за образец или эталон качества.

Полученный результат будет с достаточной степенью достоверности характеризовать качество исследуемого объекта. Числовой показатель уровня качества исследованного объекта по отношению к качеству принятого эталона – это еще не окончательная оценка качества, а только основа для нее. Оценка качества – это ответ на вопрос, в какой мере полученный уровень качества исследуемого объекта соответствует интересам или потребностям оценивающего субъекта, группы людей или общества в целом.

При оценивании качества иногда используют образ «идеального», необходимого полезного качества, которому редко когда соответствует выбранный эталон. Даже идеальный эталон качества не может всех удовлетворить, т.к. интересы, потребности, взгляды на ценности у всех людей разные, поэтому любые оценки качества субъективны даже с объективной их основой в виде числовых показателей уровней качеств. Это свидетельствует о единстве и очевидном противоречии объективного и субъективного в оценках качества реальных объектов, интересующих людей.

В отношении оценки качества товарной продукции проблема состоит в том, что у потребителей и производителей продукции интересы существенно разнятся. Производитель не всегда заинтересован и часто не может создавать качественные товары, а продавать их он стремится по несоответствующей качеству продукции наиболее высокой цене. Потребитель же заинтересован в дешевой, но качественной продукции. Исходя из этого, и соответствующие методы оценки качества продукции могут быть разными, следовательно, необходимо применять такие методы, приемы и средства оценивания качества продукции, которые учитывают интересы как производителей, так и потребителей.

## **1.2 Этапы жизненного цикла продукции. Место и роль испытаний**

Несмотря на разнообразие назначения, состава и условий использования ко всем видам продукции можно отнести понятие *жизненный цикл* продукции. На рис. 1.1 представлены основные этапы жизненного цикла продукции, среди которых назовем такие, как научно-исследовательские, конструкторские работы, серийное производство и эксплуатацию.

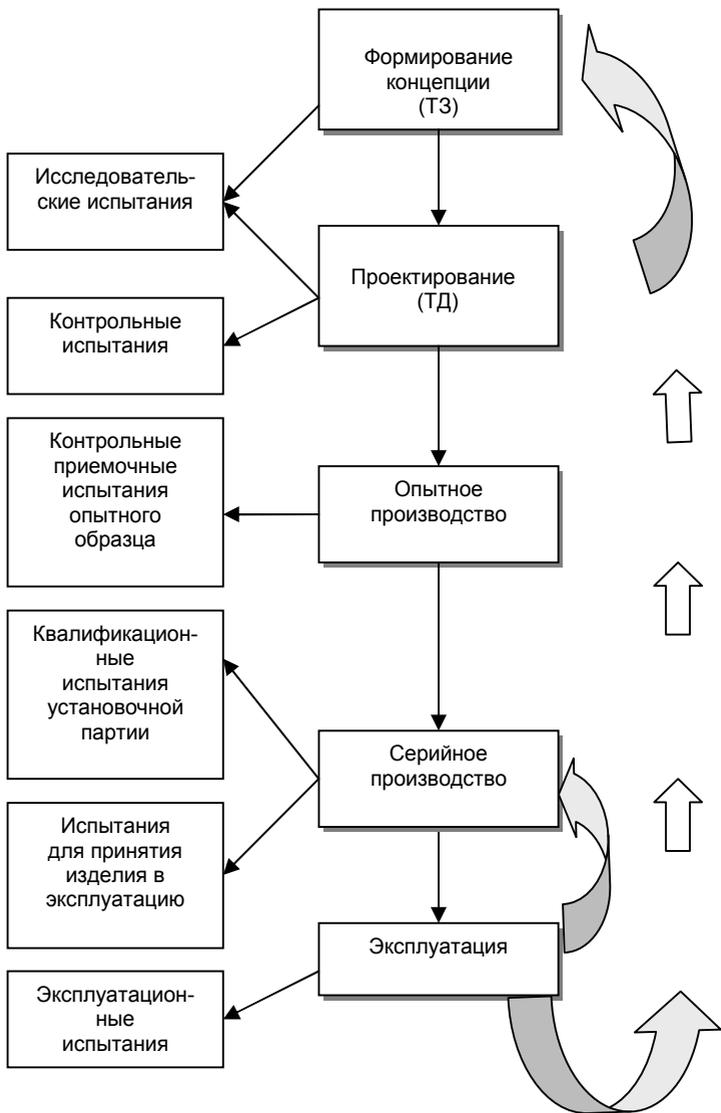


Рисунок. 1.1 – Основные этапы жизненного цикла продукции и соответствующие им виды испытаний

## ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – (Международный стандарт).
2. ISO 9001:2011 Системы менеджмента качества. Требования. – (Международный стандарт).
3. ISO 9004:2009 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. – (Международный стандарт).
4. ISO 19011:2011 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – (Международный стандарт).
5. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT) : ДСТУ ISO 9001:2009. – Чинний від 01.09.2009. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 68 с. – (Національний стандарт України).
6. ISO/IEC 17025:2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий). – (Международный стандарт).
7. ILAC – G 20:2002. Guidelines on Grading of Nonconformities (Руководство по классификации несоответствий).
8. Кодекс ustalених правил стандартизації (ISO/IEC Guide 59:1994) : ДСТУ ISO/IEC Guide 59:2000. – Чинний від 2000-11-27. – К. : Держстандарт України, 25 с. – (Державний стандарт України).
9. Настанови щодо застосування статистичних методів згідно з ISO 9001:2000 (ISO/TR 10017:2003, IDT) : ДСТУ ISO/TR 10017:2005. – Чинний від 2006.01.01. – 48 с. – (Національний стандарт України).
10. Системи управління вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального оснащення (ISO 10012:2003, IDT) : ДСТУ ISO 10012:2005. – Чинний від 2007-01-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с. – (Національний стандарт України).
11. ILAC G17:2002. Introducing the Concept of Uncertainty of Measurement in Testing in Association with the Application of the Standard ISO/IEC 17025. – (Представление концепции неопределенности измерения в испытаниях совместно с применением стандарта ИСО/МЭК 17025).
12. Кошева Я. А. Обеспечение единства испытаний. Концептуальные основы : монография / Я. А. Кошева. – К. : НАУ-друк, 2009. – 176 с.
13. Варжапетян А. Г. Квалиметрия : учебн. пособ //А. Г. Варжапетян. – СПб. : ГУАП, 2005. – 176 с.
14. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

: ГОСТ 16504:81. – Введ. с 1982-01-01. –78 с. – (Міждержавний стандарт).

15. ДСТУ 3021:95. Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення. Чинний від 1996-01-01. – К. : Держстандарт України. – 71 с. – (Державний стандарт України).

16. Городецкий В. И. Элементы теории испытаний и контроля технических систем / В. И. Городецкий, А. К. Дмитриев, В. М. Марков ; под ред. Р. М. Юсупова. – Л. : Энергия, 1978. – 192 с.

17. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення : (ISO/IEC 5725-1:1994, IDT) : ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 31 с. – (Національний стандарт України).

18. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем : учеб. пособие / Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов и др. – М. : Логос, 2003. – 736 с.

19. Грановский В. А. Системная метрология: метрологические системы и метрология систем /В. А. Грановский. – СПб., 1999. – 360 с.

20. Хьюбер Дж. П. Робастность в статистике / Дж. П. Хьюбер. – М. : Мир, 1984. – 304 с.

21. Стандартизація та суміжні види діяльності. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 1.1: 2001. – Чинний від 2001-06-01. – К. : Держстандарт України. – 2001. – 37 с. – (Державний стандарт України).

22. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 6. Використання значень точності на практиці : (ISO/IEC 5725-6:1994, IDT) : ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-6:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 50 с. – (Національний стандарт України).

23. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій : (ISO/IEC 17025:2001, IDT) : ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. – Чинний від 2006-01-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 32 с.– (Національний стандарт України).

24. Настанови. Перевірка професійного рівня шляхом міжлабораторних порівняльних випробувань : ISO/IEC 43:1997. – [1997-08-08]. – Geneva, 1997. –37 р. – (Міжнародний стандарт).

25. Оцінювання відповідності. Загальні вимоги до органів акредитації, що акредитують органи з оцінювання відповідності (ISO/IEC 17011:2004, IDT) : ДСТУ ISO/IEC 17011:2005. – Чинний від 2006-10-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 25 с. – (Національний стандарт України).

26. Рекомендации для правительств стран – членов ЕЭК ООН относительно политики в области стандартизации (N 20 PГ 4 ЕЭК, п. К «Метрологическое обеспечение испытаний») – Режим доступа <http://www.unece.org>.

27. Регламент Європейського Парламенту та Ради № 765/2008 від 9 липня 2008 р.

28. Рішення Європейського Парламенту та Ради № 768/2008 від 9 липня 2008 р.

29. Guide. Arrangements for the recognition and acceptance of conformity assessment results (Руководство. Меры по признанию и принятию результатов оценки соответствия) : ISO/IEC Guide 68:2002. – [2009-10-02]. – 90 p. – (Міжнародний стандарт).

30. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11.02.1998 № 113/98-ВР (у редакції Закону України від 15.06.2004 № 1765-IV). // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 37, – С. 449

31. Quantities and units (Величины и единицы) : ISO 8000 (IEC 8000). – (Міжнародний стандарт).

32. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (Руководство по оцениванию неопределенности в измерениях) : First edition. ISO, Switzerland. – 1993. – 101 p.

33. Guide. International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (Руководство. Международный словарь по метрологии – Основные и общие понятия и соответствующие термины). – VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008: ISO/IEC Guide 99-12:2007.

34. ГОСТ 15001:88. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Введ. с 01.07.88.– М.: Изд-во стандартов, 1988.– 30 с. – (Міждержавний стандарт).

35. ГОСТ 24525.2:80. Управление качеством продукции. Основные положения. – Введ. 01.01.81. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 18 с. – (Міждержавний стандарт).

36. Policy on Traceability of Measurement Results (Политика по прослеживаемости результатов измерений): ILAC P-10:2002.

37. Кошева Л. О. Забезпечення правильності результатів клініко-діагностичних досліджень / Л. О Кошева, О. О. Мішина // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2009. – № 3. – С. 44–49.

38. Кошева Л. О. Оцінювання правильності результатів вимірювань та випробувань / Л. О. Кошева // Український метрологічний журнал. – 2010. – № 1. – С. 3–6.

39. Смирнов Н. Д. Курс теории вероятности и математической статистики для технических приложений / Н. Д. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – Л. : Наука. Главная ред. Физматлитературы, 1969. – 511 с.

40. Качество испытаний. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.niiva.org/data/pdf>.

41. Володарский Е. Т., Определение показателей промежуточной прецизионности при проведении межлабораторных испытаний / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошечкина // Системи обробки інформації. – 2009. – Вип. 6 (80). – С. 18–22.

42. Кошечкина Л. А. Об унификации показателей точности результатов измерений и испытаний / Л. А. Кошечкина // Правове, нормативне, метрологічне забезпечення захисту інформації в Україні. – 2009. – № 1(18). – С. 12–17.

43. Руководство по выражению неопределенности измерения / пер. с англ. под ред. В. А. Слаева. – СПб. : ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 1999. – 126 с.

44. Шеффе Г. Дисперсионный анализ / Г. Шеффе ; пер. с англ. Б. А. Севостьянов. – 2-е изд. – М. : Наука, 1980. – 512 с.

45. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке : методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион ; пер. с англ. под ред. Е. Г. Коваленко. – М. : Мир, 1980. – 512 с.

46. Кошечкина Л. А. Применение дисперсионного анализа при оценке неопределенности / Л. А. Кошечкина // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 3. – С. 188–192.

47. Кошечкина Л. А. Статистические модели результатов измерений, используемые при проведении межлабораторных испытаний / Л. А. Кошечкина // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2009. – № 2(15). – С. 63–68.

48. ISO/TR 22971:2005, IDT. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Practical guidance for the use of ISO 5725-2:1994 in designing, implementing and statistically analyzing inter-laboratory repeatability and reproducibility results (Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Практическое руководство по использованию ISO 5725-2:1994 в разработке, осуществлении и статистическом анализе межлабораторных повторяемости и воспроизводимости результатов).

49. Кошечкина Л. А. Особенности оценивания неопределенности химико-аналитических измерений в медицине / Л. А. Кошечкина // Системи обробки інформації. – 2008. – Вип. 4(71). – С. 102–104.

50. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 5. Альтернативні методи визначення преци-

зійного стандартного методу вимірювань : (ISO/IEC 5725-5:1994, IDT) : ДСТУ ГОСТ ISO 5725-5:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 80 с. – (Національний стандарт України)

51. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения : ГОСТ 16504:81. – Введ. 1982-01-01. – 78 с. – (Міждержавний стандарт).

52. Большой энциклопедический словарь / гл. научн. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая Российская энциклопедия. – СПб. : НОРИТ, 1997. – 650 с.

53. Контроль объекта аналитический. Термины и определения : ГОСТ Р 52361:2005. – Введ. 2006-01-01. – М. : Стандартиформ. – 2006. – 18 с. – (Національний стандарт Российской Федерации).

54. EURACHEM Guide. The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics (Пригодность для конкретной цели аналитических методов. Лабораторное руководство по валидации метода и смежные вопросы). – Eurachem, 1998. – 61 p.

55. Методики виконання вимірювань : ДСТУ ГОСТ 8.010:99. – Чинний від 2003-05-01. – К. : Держстандарт України, 2003. – 20 с. – (Державний стандарт України).

56. Требования к лабораториям референтных измерений (ISO 15195: 2003, IDT) : ГОСТ Р ИСО 15195:2006. – Введ. 2008-01-01. – М. : Стандартиформ, 2007. – 12 с. – (Національний стандарт Российской Федерации).

57. Рекомендация. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров: МИ 1317–2004. ГСИ. – Введ. 2005.01.01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 29 с.

58. Метрологія. Застосування «Руководства по выражению неопределенности измерений» : ДСТУ-Н РМГ 43:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 20 с. – (Національний стандарт України).

59. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. / пер. с англ. под ред. Л. А. Конопелько. – 2-е изд. – СПб. : ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 149 с.

60. Контроль объекта аналитический. Термины и определения : ГОСТ Р 52361:2005. – Введ. 2006-01-01. – М. : Стандартиформ. – 2006. – 18 с. – (Національний стандарт Российской Федерации).

61. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 2. Основний метод визначення повторюваності та відтворюваності стандартного методу вимірювань (ISO/IEC 5725-2:1994, IDT) : ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-2:2005. – Чинний від 2006-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 48 с. – (Національний стандарт України).

62. Статистические методы. Термины и определения (ISO 3534.1:93) : ГОСТ Р 50779.10-2000. – Введ. 2000-01-01. – М. : Издво стандартов. – 2001. – 41 с. – (Государственный стандарт Российской Федерации).

63. Статистична обробка даних : монографія / В. П. Бабак, А. Я. Білецький, П. О. Приставка, О. П. Приставка. – К. : МІВВЦ, 2001. – 388 с.

64. Третьяк Л. Н. Обработка результатов наблюдений / Л. Н. Третьяк. – Оренбург. : Оренбургский государственный университет, 2004. – 178 с.

65. Большев Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. – М. : Наука, 1983. – 416 с.

66. Володарський Е. Т. Корректность применения критерия Граббса при анализе результатов испытания с тремя элементами: «Системи обробки інформації» / Е. Т. Володарський, И. А. Харченко, В. И. Згурия, М. Е. Молочков // Збірник наук. праць, Харківського ун-ту Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Харків, 2007. – Вип. № 6(64). – С. 20–22.

67. Володарський Є. Т. Ітераційна процедура оцінювання залежності прецизійності результату випробувань від рівня досліджуваної величини / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2011. – № 2(21). – С. 22–26.

68. Володарський Є. Т. Статистична обробка даних : навч. посіб. / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева. – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2008. – 308 с.

69. Показники точності, правильності, прецизійності методик кількісного хімічного аналізу. Методи оцінення : ДСТУ-Н РМГ 61:2006. – Чинний від 2007-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 38 с. – (Національний стандарт України).

70. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation (Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценке неопределенности измерений) : ISO/TS 21748:2004.

71. Кошевая Л. А. Организация межлабораторного эксперимента при неоднородных образцах / Л. А. Кошевая // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 7(105). – С. 95–98.

72. Метрологія. Внутрішній контроль якості результатів кількісного хімічного аналізу : ДСТУ-Н РМГ 76:2008. – Чинний від 2009-01.01. – 67 с. – (Національний стандарт України).

73. Мердок Дж. Контрольные карты / Дж. Мердок. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 150 с.

74. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта (ISO 8258:91) : ГОСТ Р 50779.42:99. – Введ. 2000.01.01. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 32 с. – (Государственный стандарт Российской Федерации).

75. Володарский Е. Т. Особенности оценивания стабильности результатов лабораторных испытаний / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошевая // Системи обробки інформації. – 2011. – Вип. 5(95). – С. 23–26.

76. Володарский Е. Т. Внутрिलाбораторный контроль качества. Современные подходы / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошевая, Н. А. Рековец // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – № 3(19). – С. 95–101.

77. Кошевая Л. А. Сопоставление характеристик точности альтернативных методик измерений // Вісник Інженерної академії України. – 2013. – № 1. – С. 284–287.

78. Айвазян С. А. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

79. Земельман М. А. Метрологические основы технических измерений / М. А. Земельман. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 228 с.

80. Брюханов В. А. Методы повышения точности измерений в промышленности / В. А. Брюханов. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 104 с.

81. Бурдун Г. Д. Основы метрологии / Г. Д. Бурдун, Н. Н. Марков. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 256 с.

82. EA-4/02:99. Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration (Выражение неопределенности измерений при калибровке).

83. EA 4/16:2003. EA guidelines on the expression of uncertainty in quantitative testing (Руководство по выражению неопределенности при количественных испытаниях).

84. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК «Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях» / пер. с англ. под ред. Л. А. Конопелько. – 2-е изд. – СПб., 2002. – 141 с.

85. Метрологія. Застосування «Руководства по выражению неопределенности измерений»: ДСТУ-Н РМГ 43:2006. – Чинний від

2007-01-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 20 с. – (Національний стандарт України).

86. Грановский В. А. Системная метрология: метрологические системы и метрология систем / В. А. Грановский. – СПб., 1999. – 360 с.

87. Захаров І. П. Розвиток теорії та методів оцінювання точності результатів вимірювань з урахуванням концепції невизначеності : автореф. дис. ... докт. техн. наук. : 05.01.02 / І. П. Захаров. – Х. : ХНУРЕ, 2006. – 39 с.

88. Статистические методы. Термины и определения (ISO 3534.1:93) : ГОСТ Р 50779.10-2000. – Введ. 2000-01-01. – М. : Изд-во стандартов. – 2001. – 41 с. – (Государственный стандарт Российской Федерации).

89. Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement (Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководство по неопределенности измерения): ISO/IEC Guide 98-1:2009.

90. Evaluation of measurement data – Supplement 3 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Modelling (Оценивание данных измерений. Приложение 3 к Руководству по неопределенности измерений. Моделирование) : JCGM 103:2011.

91. Evaluation of measurement data – Supplement 2 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Extension to any number of output quantities (Оценивание данных измерения – Приложение 2 к Руководству по неопределенности измерений. Расширение до любого числа входных величин): JCGM 102:2011.

92. Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” — Propagation of distributions using a Monte Carlo method (Оценивание данных измерения – Приложение 1 к GUM – распространение распределений с использованием метода Монте Карло) : JCGM 101:2008.

93. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement Guide to the expression of uncertainty (GUM) (Руководство по выражению неопределенности измерения) : JCGM 100:2008.

94. Карпенко О. М. Розвиток інтервальних методів та підвищення точності оцінки результатів вимірювань з використанням концепції невизначеності : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / О. М. Карпенко. – К., 2009. – 21 с.

95. Володарский Е. Т. Неопределенности при замене результирующего распределения нормальным / Е. Т. Володарский, А. Н. Карпенко // Системы обработки информации. – 2008. – № 4(71). – С. 27–29.

96. Володарский Е. Т. Взаимосвязь вероятностного подхода и нечеткой логики при оценке неопределенности измерений / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева, А. Н. Карпенко // Системы обработки информации. – 2006. – Вып. 7(56). – С. 19–22.

97. Володарский Е. Т. Корректность оценки корреляции, обусловленной постоянным смещением результатов измерений / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева, Е. А. Мишина // Системы обработки информации. – 2007. – Вып. 6(64). – С. 18–19.

98. Rabinovich S.G. Measurement errors and uncertainty: theory and practice (Погрешности измерений и неопределенность: теория и практика). – 3<sup>rd</sup> edn. Springer, New York.

99. Guide to the expression of uncertainty in measurement. Propagation of distributions using a Monte Carlo method (Руководство по выражению неопределенности измерения. Распространение распределений с использованием метода Монте-Карло) / Tech. rep. Joint Committee for Guides in Metrology. – 2006. – Final draft.

100. Голубев Е. А. О неопределенности измерений. ч.1 / Е. А. Голубев // Общие вопросы метрологии и измерительной техники. – 2003. – № 10. – С. 7–11.

101. Кошева Л. А. Особенности оценивания неопределенности химико-аналитических измерений в медицине / Л. А. Кошева // Системы обработки информации. – 2008. – Вып. 4(71). – С. 102–104.

102. IUPAC Recommendations 1993. // Pure & Appl. Chem. – 1993. – Vol. 65, No. 4. – P. 819–872.

103. Volodarsky E. Metoda poprawy docladnosci analiz chromatografem z detecja spectrometrem mas / E. Volodarsky, L. Kosheva, Z. Warsza // Pomjari, awtomatyczna, control. – 2011. – V. 57, № 6. – P. 599–602.

104. Володарский Е. Т. Особенности оценивания неопределенности результатов биологических испытаний / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева // Системы обработки информации. – 2010. – Вып. 4(85). – С. 142–144.

105. Володарский Е. Т. Уменьшение неопределенности процедуры разведения растворов при аналитических исследованиях / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева, М. В. Мороженко // Системы обработки информации. – 2011. – Вып. 1(91). – С. 74–77.

106. Bulygin F. V. An investigation of methods of measuring the diameter of the electron probe of scanning electron microscopes using modern nanometer band standard measures (Исследование методов измерения диаметра электронного зонда сканирующего электронного микроскопа с использованием современных нанометровых

групп эталонных мер) / F. V. Bulygin, V. L. Lyaskovskii // Measurement Techniques (Springer). – 2010. – V. 53, No. 9. – P. 996–1001.

107. O kalibracji elektronowego mikroskopu skaningowego do pomiaru wymiarów w zakresie nanometrowym / E. Volodarsky, L. Kosheva, Z. Warsza, A. Shantyr // Elektronika. – 2013. – № 2. – P. 64–67

108. Volodarsky E. Metoda odporna oceny docladnosci pomiarow / E. Volodarsky, L. Kosheva, Z. Warsza // Pomjari, awtomatica, control. – 2012. – V. 58. – № 4. – P. 396–401.

109. Sarhan Ahmed E. Contributions to order statistics (Вклады в порядковые статистики) / Ahmed E. Sarhan, Bernard G. Greenberg. – John Wiley & Sons, 1962, pp. 482.

110. Tukey John W. Exploratory Data Analysis (Разведочный анализ данных). / John W. Tukey. – Addison-Wesley. 1978.

111. Analyst Robust statistics – How Not to Reject Outliers (Робастная статистика – Как не отвергать выбросы). December 1989, vol. 114.

112. Freund John E. Mathematical Statistics (Математическая статистика) / Freund John E., Walpole Ronald E. – 4th Ed. Prentice-Hall, Inc., NJ 1987.

113. Odporna ocena jednorodności wyników badań laboratoryjnych dla małych próbek / E. Volodarsky, Z. Warsza, L. Kosheva, D. Polianichko // Pomjari, awtomatica, control. – 2013. – V. 58, № 4. – P. 396–401.

114. Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения : ГОСТ 15895:77. – Введ. 1978-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 49 с. – (Государственный стандарт СССР).

115. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю : навч. посіб. / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк. – Вінниця : Велес, 2001. – 219 с.

116. Планирование испытаний на надежность : ГОСТ 13216:74. – Введ. 1975-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 15 с. – (Государственный стандарт СССР).

117. Система технического обслуживания и ремонта техники. Испытания на ремонтпригодность. Основные положения : ГОСТ 19489:74. Введ. 1974-06-01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 24 с. – (Государственный стандарт СССР).

118. Володарский Е. Т. Неопределенность результатов измерительного контроля / Е. Т. Володарский, Л. А. Кошева, И. А. Харченко // Вісник інженерної академії України. – 2006. – № 1. – С. 114–118.

119. Качество продукции. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Случай недопустимости дефектных

изделий в выборке : ГОСТ 16493:70. – Введ. 1972-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 43 с. – (Государственный стандарт СССР).

120. Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля : ГОСТ 20736 :75. – Введ. 1976-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 120 с. – (Государственный стандарт СССР).

121. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку на основе экономических показателей : ГОСТ 24660:81. – Введ. 01.01.1982. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 119 с. – (Межгосударственный стандарт).

122. Quantifying uncertainty in qualitative analysis (Количественное описание неопределенности в качественном анализе). / Stephen L.R. Ellison, Soumi Gregory and William A. Hardcastl // *Analyst*. – 1998. – V. 123, May. – P. 1155–1161.

123. ISO 10576-1:2003. Statistical methods. Guidelines for evaluation of conformity with specified requirements (Статистические методы. Руководство по оценке соответствия установленным требованиям).

124. Bishop C. *Pattern. Recognition And Machine Learning* (Признание и машинное обучение). Springer. 2006.

125. Володарський Є.Т. Ефективність послідовних алгоритмів контролю / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева, О. М. Литвиненко // *Вісник Хмельницького Національного університету*. – 2007. – Т. 2. – С. 130–133

126. Володарський Є. Т. Оцінка невизначеності результатів контролю / Є. Т. Володарський, О. О. Мішина // *Наукові вісті НТУ «КПІ»*. – 2008. – № 2. С. 20–25.

127. Volodarsky E. Nепewnosc oceny zgodnosci badanego obiektu z wymaganiami / E. Volodarsky, L. Kosheva, Z. Warsza // *Pomjari, awtomatyczna, control*. – 2012. – V. 58, № 4. – P. 391–395.

- Володарський, Є. Т.**  
В 68 Технічні аспекти акредитації випробувальних лабораторій:  
монографія / Є. Т. Володарський, Л. О. Кошева. — Вінниця :  
ВНТУ, 2013. — 271 с.

ISBN 978-966-641-549-6

Розглянуто технічні питання акредитації випробувальних лабораторій, шляхи досягнення порівнянності та взаємного визнання результатів випробувань. Наведено обґрунтування вибору уніфікованих показників точності результатів випробувань та методів їх оцінювання. Розглянуто приклади практичного застосування запропонованих методів оцінювання результатів.

Для наукових працівників, викладачів, аспірантів, розробників методик випробувань, аудиторів (асесорів), експертів органів з акредитації та інших фахівців у сфері випробувань.

**УДК 006.86**  
**ББК Ж.ц.в 643**

*Наукове видання*

**Володарський Євген Тимофійович  
Кошева Лариса Олександрівна**

**ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ АКРЕДИТАЦІЇ  
ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ**

(російською мовою)

**Монографія**

Редактор Малішевська С. А.

Оригінал-макет підготовлено авторами

Художник О. Павлова

Підписано до друку 29.11.2013 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 15,85  
Наклад 300      0Зам № 11-03

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.  
21021, м. Вінниця, вул. Порики, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.

