

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. М. Васілевський, В.О. Поджаренко

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2010

УДК 621.317: 389.14

ББК 30.10

В19

Рецензенти:

Столярчук П. Г., доктор технічних наук, професор (НУ «ЛП»)

Лисого В. М., доктор технічних наук, професор (ВДАУ)

Хаймзон І. Й., доктор технічних наук, професор (ВНМУ)

Кондрашов С. І., доктор технічних наук, професор (НТУ «ХП»)

Рекомендовано до видання Міністерством освіти і науки України.
Лист № 1/11-9433 від 20.11.09.

Васілевський, О. М.

В19 Актуальні проблеми метрологічного забезпечення : навчальний посібник / О. М. Васілевський, В. О. Поджаренко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 214 с.

ISBN 978-966-641-348-5

У навчальному посібнику викладено базовий навчальний матеріал із актуальних проблем метрологічного забезпечення, метрологічного нагляду та контролю, виходячи з сучасних міжнародних документів, що спрямовані на забезпечення єдності вимірювань.

Навчальний посібник відповідає вимогам державних стандартів України та навчальній програмі дисципліни «Актуальні проблеми метрологічного забезпечення» та частково дисципліні «Метрологічний нагляд за засобами вимірювання», і призначений для наукових працівників, інженерів метрологів, викладачів та студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 621.317: 389.14

ББК 30.10

ISBN 978-966-641-348-5

© О. Васілевський, В. Поджаренко, 2010

З М І С Т

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	9
1 МЕТРОЛОГІЧНІ ОРГАНІЗАЦІЇ КРАЇН СВІТУ	11
1.1 Міжнародні метрологічні організації	11
1.2 Нормативна база в галузі метрології	15
1.3 Регіональні метрологічні організації	21
1.4 Метрологічна діяльність у країнах світу	28
1.5 Вплив держави на метрологічну діяльність	34
1.6 Основні етапи розвитку метрології в Україні	37
1.7 Державна метрологічна система України	44
Контрольні запитання	50
Список літератури	50
2 ДЕРЖАВНИЙ МЕТРОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ТА КОНТРОЛЬ ..	51
2.1 Основні положення метрологічного нагляду та контролю	51
2.2 Державні випробування засобів вимірювальної техніки	56
2.3 Метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань..	59
2.3.1 Функції державного метрологічного нагляду	60
2.3.2 Права, обов'язки та відповідальність службових осіб органів державного метрологічного нагляду	61
2.3.3 Організація та порядок здійснення державного метрологіч- ного нагляду	62
2.3.4 Порядок оформлення і розгляду результатів державного метрологічного нагляду	66
2.4 Метрологічний нагляд за кількістю фасованого товару в упа- ковках	68
2.4.1 Порядок підготовки до здійснення перевірок	69
2.4.2 Порядок проведення перевірок кількості фасованого товару в упаковках	69
2.4.3 Порядок оформлення і розгляду результатів державного метрологічного нагляду за кількістю фасованого товару в упаковках ...	73
2.5 Акредітація державних випробувальних центрів	75
2.5.1 Права і обов'язки ДВЦ ЗВТ	77
2.5.2 Відповідальність ДВЦ ЗВТ	79
Контрольні запитання	80
Список літератури	80
3 ПОВІРКА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	81
3.1 Види та методи повірок засобів вимірювальної техніки	81
3.1.1 Метод зразкових приладів	84
3.1.2 Метод зразкових мір	85
3.1.3 Метод зіставлення	86
3.1.4 Метод зразкових сигналів	88

3.1.5 Автономна повірка ЗВТ	88
3.1.6 Вимоги до зразкових засобів вимірювальної техніки	89
3.2 Повірка приладів прямого перетворення	90
3.2.1 Загальні питання повірки	90
3.2.2 Методи повірки ЗВТ прямого перетворення	91
3.2.3 Вибір зразкових засобів вимірювальної техніки	92
3.2.4 Повірка ЗВТ методом зразкових приладів	93
3.2.5 Повірка ЗВТ за допомогою компенсаторів постійного стру- му та компараторів напруг	96
3.2.6 Регульовані джерела струму та напруги	98
3.3 Автоматизація повірки засобів вимірювальної техніки	100
3.4 Державні та галузеві повірочні схеми	101
3.5 Визначення обсягу повірочних робіт	104
3.6 Калібрування засобів вимірювальної техніки	106
3.6.1 Вимоги до виконання калібрувальних робіт	107
3.6.2 Порядок акредитації метрологічних служб на право проведення калібрувальних робіт	109
3.6.3 Інспекційний контроль за дотриманням акредитованими ме- трологічними службами вимог щодо проведення калібрувальних робіт..	110
3.6.4 Приклад калібровки кінцевої міри довжини	112
3.7 Умови та правила проведення ремонту ЗВТ	119
3.7.1 Умови проведення ремонту ЗВТ	120
3.7.2 Правила проведення ремонту ЗВТ	120
Контрольні запитання	121
Список літератури	121
4 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ	122
4.1 Розробка методики виконання вимірювань	122
4.2 Розробка, експертиза і затвердження документа на МВВ	124
4.3 Стандартизація і атестація МВВ	128
4.4 Метрологічний нагляд за атестованими МВВ	129
Контрольні запитання	130
Список літератури	130
5 АНАЛІЗ СТАНУ ВИМІРЮВАНЬ	131
5.1 Мета і завдання аналізу стану вимірювань	131
5.2 Організація і проведення аналізу стану вимірювань	134
5.3 Аналіз діяльності метрологічної служби підприємства	138
Контрольні запитання	141
Список літератури	141
6 МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА	142
6.1 Метрологічне забезпечення стандартизації і сертифікації	144
6.2 Загальні положення метрологічної експертизи	146
Контрольні запитання	147

Список літератури	147
7 ДЕРЖАВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ВИМІ- РЮВАНЬ	148
Контрольні запитання	151
Список літератури	151
8 ОСНОВИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА ДЕРЖАВНИЙ НАГЛЯД ЗА ДОДЕРЖАННЯМ СТАНДАРТІВ	152
8.1 Державна система стандартизації. Основні поняття і озна- чення	152
8.2 Мета і напрямки стандартизації	154
8.3 Види стандартизації	155
8.4 Категорії і види стандартів	156
8.5 Основні принципи стандартизації	158
8.6 Державні і галузеві системи стандартів	160
8.7 Державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил	163
8.7.1 Порядок проведення перевірок при здійсненні державного нагляду	164
8.7.2 Оформлення результатів державного нагляду	170
8.7.3 Заходи за порушення стандартів, норм і правил	172
8.8 Міжнародна стандартизація. Стандарти серії ISO 9000 і ISO 14000	176
Контрольні запитання	179
Список літератури	179
9 МЕТРОЛОГІЧНА АТЕСТАЦІЯ АЛГОРИТМІЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	180
9.1 Метрологічна атестація програмного забезпечення засобів вимірювань з використанням комп'ютерних програм генерації цифро- вих тестових сигналів	180
9.1.1 Матеріали, що подаються на метрологічну атестацію	184
9.1.2 Вимоги до змісту програми метрологічної атестації	186
9.1.3 Порядок проведення метрологічної атестації та оформлення її результатів	188
9.2 Метрологічна атестація алгоритмів та програм генерації цифрових тестових сигналів	189
9.3 Методика метрологічної атестації програмного забезпечення комп'ютерних засобів вимірювань із застосуванням генерації цифрових тестових сигналів	194
Контрольні запитання	202
Список літератури	202
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	203
Додаток А. Форма завдання на проведення державного метроло- гічного нагляду	206

Додаток Б. Визначення оцінки відповідності партії упаковок з фасованим товаром, відхилення кількості якого в упаковці не встановлено нормативними документами	207
Додаток В. Зразок письмового рішення про перевірку додержання вимог стандартів, норм і правил	208
Додаток Г. Зразок акта відбору зразків продукції	209
Додаток Д. Зразок протоколу метрологічної атестації програмного забезпечення	210
Додаток Е. Зразок свідоцтва про метрологічну атестацію програмного забезпечення	211
ГЛОСАРІЙ	212

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

АЦП	Аналого-цифровий перетворювач
ВЛ	Вимірювальні лабораторії
ВЦВК	Всеукраїнський центральний виконавчий комітет
ГКМВ	Генеральна конференція з мір і ваги
ГЦТС	Генератор цифрових тестових сигналів
ДМС	Державна метрологічна служба
ДВЦ	Державні випробувальні центри
ДНМЦ	Державний науковий метрологічний центр
ДМК	Державний метрологічний контроль
ДМН	Державний метрологічний нагляд
ДМС	Державна метрологічна служба
ДСЗЄВ	Державна система забезпечення єдності вимірювань
ДСС	Державна система стандартизації
ДСЄЧЧ	Державна служба єдиного часу і еталонних частот
ДССДД	Державна служба стандартних довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів
ДССЗ	Державна служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів
ДЦСМС	Державний центр стандартизації, метрології та сертифікації
ЕСТПВ	Єдина система технологічної підготовки виробництва
ЄАВТ	Європейська асоціація вільної торгівлі
ЄВРОМЕТ	Метрологічна організація країн Західної Європи
ЄКС	Європейський комітет зі стандартизації
ЄКСЕ	Європейський комітет зі стандартизації в електротехніці
ЄС	Європейський союз
ЄСКД	Єдина система конструкторської документації
ЄСТД	Єдина система технологічної документації
ЄСТПВ	Єдина система технологічної підготовки виробництва
ЗЄОЗМ	Західно-Європейське об'єднання із законодавчої метрології
КД	Керівні документи

КЗВ	Комп'ютерний засіб вимірювання
КООМЕТ	Метрологічна організація країн Центральної та Східної Європи
МА	Метрологічна атестація
МВ	Методичні вказівки
МВВ	Методика виконання вимірювань
МЕ	Метрологічна експертиза
МЕК	Міжнародна електротехнічна комісія
МІ	Міжнародні інструкції
МОЗМ	Міжнародна організація законодавчої метрології
МБЗМ	Міжнародне бюро законодавчої метрології
МКЗМ	Міжнародний комітет законодавчої метрології
МКМВ	Міжнародний комітет мір і ваги
МБМВ	Міжнародне бюро мір і ваги
МД	Міжнародні документи
МР	Міжнародні рекомендації
МОС	Міжнародна організація із стандартизації
МС	Метрологічна служба
МХ	Метрологічні характеристики
МЦ	Метрологічні центри
НД	Нормативні документи
НТД	Науково-технічна документація
ПЗ	Програмне забезпечення
ПЗВТ	Повірний засіб вимірювальної техніки
ПМА	Програма метрологічної атестації
ПР	Правила з метрології
ФВ	Фізична величина
ЗВТ	Засіб вимірювальної техніки
ЗВ	Засіб вимірювання
ЗЗВТ	Зразковий засіб вимірювальної техніки
СДД	Стандартні довідникові дані
СКВ	Середньоквадратичне відхилення
СЗ	Стандартні зразки
ТЗ	Технічне завдання
ТК	Технічний комітет
ТО	Територіальні органи
ТПВ	Технологічна підготовка виробництва
ТУ	Технічні умови
УГПМВ	Українська головна палата мір і ваги
УКС	Український комітет стандартизації
ЦУМВ	Центральне управління мір і ваги

ВСТУП

Темпи оновлення знань в галузі метрології, перегляду і прийняття нових нормативних документів з питань метрології, метрологічного забезпечення, метрологічного нагляду та контролю дуже швидкі. Із зростанням значення метрології як науки для її успішного засвоєння необхідні спеціалізовані навчальні посібники, що відображають специфіку метрологічного забезпечення виробництва та метрологічної діяльності загалом. Вивчення питань метрологічного забезпечення, метрологічного нагляду та контролю, законодавчої метрології ускладнюється відсутністю підручників та навчальних посібників, що відображають сучасний стан розвитку прикладної метрології (applied metrology) як у світі, так і в Україні. Тому під час підготовки матеріалів навчального посібника автори використали сучасні міжнародні документи з питань метрології, що діють в Україні, та нормативні документи, які визначають організаційно правові основи державної метрологічної системи. Рівень викладеного матеріалу вимагає попередніх знань студентами основ метрології, спеціальних розділів вищої математики, фізики і теорії ймовірності в обсязі навчальних програм.

Початком планомірних робіт з прикладної метрології можна вважати Менделєєвську реформу – реформу «Государственной службы мер и весов». Її творцем був основоположник наукової метрології великий російський учений Д. І. Менделєєв. Найважливішою складовою частиною цієї реформи було створення мережі місцевих перевірочних закладів – повірочних палат. За ініціативою Д. І. Менделєєва в 1900 р. при Московському окружному пробирному управлінні відбулося відкриття повірочної палати торгових мір і ваг. Її першим і основним завданням був перехід вимірювальної справи в Росії на метрологічну систему.

11 лютого 1998 р. Верховною Радою України був прийнятий закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», який замінив Декрет КМ України «Про забезпечення єдності вимірювань» 1992 р., яким і покладено початок розвитку законодавчої метрології у нашій країні.

На сьогоднішній день прикладна метрологія як розділ метрології вивчає основні види метрологічної діяльності, займається аналізом стану вимірювань, метрологічною експертизою технічної документації, розробкою, стандартизацією і атестацією методик виконання вимірювань, повіркою і калібруванням засобів вимірювальної техніки, метрологічним забезпеченням виробництва. Всі ці види метрологічної діяльності в першу чергу направлені на забезпечення необхідної якості та єдності вимірювань.

Сучасний стан метрологічного забезпечення і перспективи його розвитку пов'язані з усуненням метрологічних бар'єрів в торгівлі.

У 1995 р. під егідою Всесвітньої торговельної організації (ВТО), найбільш авторитетною політичною організацією після ООН, 46 держав підписали угоду щодо технічних бар'єрів в торгівлі, так звану угоду ТБТ. Цією угодою передбачається керівництво і для метрологів в галузі гармонізації і взаємної довіри результатам калібрування і випробувань. Гармонізація стосується законодавства в галузі метрології, фізичних величин, стандартів на продукцію, методик калібрування, методик випробувань і оцінки відповідності.

Вдосконалення засобів вимірювальної техніки пов'язують з еволюцією пристроїв на основі мікро- і наноструктур.

Визнання результатів калібрування можна встановити за допомогою міжлабораторних звірень, створення систем якості, акредитації випробувальних та інших лабораторій і участі в угоді за взаємним визнанням результатів калібрування і випробувань.

Викладене нижче дозволяє зрозуміти подальший розвиток метрології – науки про вимірювання, та сприяє оволодінню сучасними нормативними документами за додержанням стандартів, норм і правил, технічних регламентів з підтвердження відповідності стану засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), а також інших вимог, пов'язаних з якістю продукції. В навчальному посібнику розглянуто основні види практичної метрологічної діяльності: метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань, повірка і калібровка засобів вимірювальної техніки, розробка, стандартизація і атестація методик виконання вимірювань, аналіз стану вимірювань, державні випробування засобів вимірювальної техніки та затвердження їх типів, метрологічної атестації алгоритмічного та програмного забезпечення засобів вимірювання параметрів фізичних об'єктів і полів з використанням комп'ютерних програм генерації цифрових тестових сигналів, а також державний нагляд за додержанням стандартів.

Викладання матеріалу побудовано за принципом послідовного розгляду метрологічних організацій країн світу – основних завдань та цілей міжнародних і регіональних метрологічних організацій, що здійснюють свою діяльність в галузі метрологічного забезпечення, державного метрологічного нагляду та контролю – основних положень, функцій, порядку здійснення метрологічного нагляду за забезпеченням єдності вимірювань, за кількістю фасованого товару в упаковках (an amount of fasovanogo commodity is in packing), метрологічного забезпечення виробництва, існуючих видів і методів метрологічної повірки для забезпечення виконання та перевірки дотримань положень Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», законодавчих актів та нормативних документів з метрології.

ГЛОСАРІЙ

Агрегатування	the aggregation
Акредитація державних випробувальних центрів	akrditatsiya of state proof-of-concept centers
Аналіз стану вимірювань	analysis of the state of measurings
Вибіркова повірка	selective check
Визначення метра	metre definitions
Визначення секунди	definitions of second
Генеральна конференція мір і ваги	General conference measures and scales
Державний метрологічний нагляд	state metrology supervision
Державний метрологічний контроль	state metrology control
Державний інспектор	state inspector
Державні випробування	state tests
Державні стандарти України	State standards of Ukraine
Експертна повірка	expert check
Еталон	standard
Європейський комітет зі стандартизації	Comite Europeen de la Normalisation
Європейський стандарт	European norm
Єдність вимірювань	unity of measurings
Західно-Європейське об'єднання із законодавчої метрології	Western European associations on legislative metrologii
Інспекційна повірка	inspection check
Іонізуювальні випромінювання	ionizing radiation
Калібрування	calibration
Керівні документи	leading documents
Керівні нормативні документи	leading normative documents
Кількість речовини	amounts of matters
Кількість фасованого товару в упаковках	an amount of fasovanogo commodity is in packing
Комп'ютерний засіб вимірювань	computer mean of measurings
Консультативні комітети	advisory committees
Маса та пов'язані з нею величин	mass and sizes related to it
Методика виконання вимірювань	method of executions of measurings
Методичні вказівки	methodical pointing
Методичні інструкції	methodical instructions
Метрична конвенція	The metric convention
Метрологічна атестація	metrology attestation
Метрологічна експертиза	metrology examination

Метрологічна організація країн Західної Європи	Metrology association of the states of Western Europe
Метрологічна організація країн Центральної та Східної Європи	Metrology association of the states of Central and East Europe
Метрологічна повірка	metrology check
Метрологічне забезпечення виробництва	metrology providing of production
Метрологічні дослідження	metrology researches
Метрологічні служби	metrology services
Метрологічні центри	metrology centers
Метрологія	metrology
Міждержавні керівні документи з метрології	Intergovernmental leading documents on metrologii
Міжнародна електротехнічна комісія	International Electrotechnical Commission
Міжнародна конференція законодавчої метрології	International conference of legislative metrologii
Міжнародна організація законодавчої метрології	International organization of legislative metrologyi
Міжнародна організація зі стандартизації	International organization for Standardization
Міжнародне бюро мір і ваги	International bureau of measures and scales
Міжнародний комітет мір і ваги	International committee measures and scales
Міжповірочний інтервал	intertest interval
Невизначеність вимірювання	uncertainty of measurings
Одиниці фізичних величин	units of physical sizes
Первинна повірка	primary check
Періодична повірка	periodic check
Позачергова повірка	extraordinary check
Правила з метрології	governed on metrologyi
Прикладна метрологія	applied metrology
Радіометрія	radiometry
Симпліфікація	the simplification
Система мір	system of measures
Стандартизація	standardization
Стандартні зразки складу і властивостей речовин і матеріалів	standard phoenix of composition and vsoystv matters and materials
Територіальні органи	territorial organs
Термометрія	termometriy
Типізація	the typification
Уніфікація	the unification
Фотометрія	the photometry

Навчальне видання

Васілевський Олександр Миколайович
Поджаренко Володимир Олександрович

Актуальні проблеми метрологічного забезпечення

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна

Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено О. Васілевським

Підписано до друку 12.03.2010 р.
Формат 29,7 × 42 ¼. Папір офсетний
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 13,5
Наклад 300 прим. Зам. № 2010-049

Вінницький національний технічний університет,
науково-методичний відділ 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 у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
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.