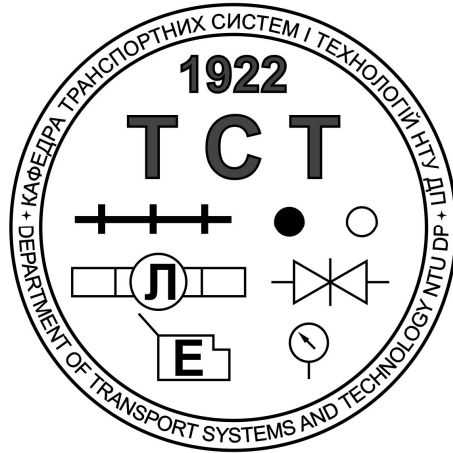


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



Є.А. Коровяка, М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець.

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ

Навчальний посібник

для студентів спеціальності
185 Нафтогазова інженерія та технології

Дніпро
ДВНЗ «НГУ»
2019

УДК 006 (075)

Затверджено до видання редакційною радою ДВНЗ «НГУ» (протокол № 3 від XX.XX.XXXX) за поданням методичної комісії спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» (протокол № 12 від XX.XX.XXXX).

Рецензенти:

..... –

..... –

Коровяка Є.А.

«Метрологія, стандартизація та сертифікація: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». – Д., ДВНЗ «НГУ», 2018. – 163 с.

Автори:

Коровяка Є.А., канд. техн. наук, доц. (розділи 1-6):

Лубенець М.О., канд. техн. наук, доц. (розділи 1-6);

Лубенець, Т.М., аспірант (розділ 5,6).

Навчальний посібник містить нормативно-правові і методичні основи метрології, стандартизації, сертифікації і акредитації, у тому числі:

- різновиди методів, засобів і способів вимірювань, які використовуються в метрології, широко ілюструються багатьма класифікаціями; можливості методів вимірювання демонструються на конкретних прикладах;

- нормативна база управління якістю, органи стандартизації в Україні, вітчизняні і міжнародні системи стандартів, питання загальних правил, схем та порядку проведення сертифікації, атестації і акредитації об'єктів.

Матеріали для теоретичних та практичних занять навчального посібника супроводжуються питаннями для контролю знань.

Призначено для студентів гірничотранспортного та нафтогазового профілю.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри транспортних систем і технологій, д-р техн. наук, проф. Л.Н. Ширін

ЗМІСТ

Передмова	6
1. Метрологія	7
1.1. Введення в навчальну дисципліну	7
1.1.1. Наукові основи вимірювань	8
1.1.2. Склад метрології	9
1.1.3. Історія розвитку метрології	11
1.2. Загальні питання з основ метрології та вимірювальної техніки	14
1.2.1. Вступ	14
1.2.2. Основні поняття метрології	14
1.2.3. Розвиток системи одиниць фізичних величин	16
1.3. Види, методи, похибки і засоби вимірювань	18
1.3.1. Класифікація вимірювань	18
1.3.2. Принцип вимірювань	20
1.3.3. Шкала вимірювань	20
1.3.4. Об'єкт вимірювання	21
1.3.5. Методи вимірювань	22
1.3.6. Похибки вимірювань	24
1.3.7. Види засобів вимірювань	27
1.3.7.1. Міра	28
1.3.7.2. Вимірювальний перетворювач	29
1.3.7.3. Вимірювальні прилади	29
1.3.7.4. Вимірювальні установки і системи	29
1.3.7.5. Вимірювальні приналежності	30
1.3.7.6. Еталон, як засіб вимірювання	30
1.4. Метрологічні характеристики засобів вимірювань	32
1.4.1. Статична характеристика перетворення	32
1.4.2. Метрологічна характеристика міри, як засобу вимірювання	32
1.4.3. Метрологічні характеристики вимірювальних приладів	33
1.4.4. Вибір засобів вимірювання в техніці	35
1.5. Повірка засобів вимірювання	36
1.5.1. Загальні уявлення	36
1.5.2. Види повірок	36
1.5.3. Організація повірки	37
1.5.4. Методи повірки (калібрування) та повірочні схеми	38
1.5.5. Повірочні схеми	39
1.6. Метрологічна служба України	41
1.6.1. Загальні уявлення про метрологічну службу України	41
1.6.2. Державна метрологічна служба України	41
1.6.3. Відомча метрологічна служба України	43
1.6.4. Державні випробування засобів вимірювання	45
1.7. Метрологічне забезпечення, контроль, експертиза і атестація	47
1.7.1. Метрологічне забезпечення підготовки виробництва	47

1.7.2. Метрологічний контроль і експертиза	47
1.7.3. Метрологічне забезпечення не стандартизованих засобів вимірювань	48
1.7.4. Атестація нестандартних засобів вимірювання	49
1.7.5. Правові основи метрології	49
2. Основи стандартизації	51
2.1. Стандартизація – нормативна база управління якістю продукції	51
2.1.1. Предмет, метод, об'єкт, мета та принципи стандартизації	51
2.1.2. Правові основи стандартизації	53
2.1.3. Види стандартизації і стандартів	54
2.1.4. Використання стандартів і технічних умов	57
2.2. Органи стандартизації в Україні	58
2.2.1. Органи державної служби стандартизації	58
2.2.2. Органи галузевої служби стандартизації	59
2.2.3. Державна система стандартизації України	60
3. Основи сертифікації	63
3.1. Сертифікація продукції і систем якості	63
3.1.1. Предмет, об'єкт і завдання сертифікації	63
3.1.2. Види, органи і системи сертифікації	64
3.1.3. Функції органу сертифікації	66
3.1.4. Основні поняття сертифікації	67
3.2. Загальні правила, схеми та перелік робіт з проведення сертифікації	67
3.2.1. Схема проведення сертифікації продукції	67
3.2.2. Правила сертифікації продукції	67
3.2.3. Порядок проведення робіт сертифікації продукції	68
3.2.4. Вибір механізмів сертифікації	72
3.2.5. Знак відповідності і правила його застосування	73
3.4. Державна система сертифікації УкрСЕПРО	74
3.4.1. Структура Системи, функції її органів та осіб	75
3.4.2. Основні принципи і загальні правила Системи	77
3.4.3. Система сертифікації CERTEX - нова форма добровільної сертифікації продукції	78
4. Основи акредитації	80
4. 1. Мета, область, види і об'єкт акредитації	80
4.2. Органи акредитації, їх функції	81
4.3. Правові основи і нормативні документи з акредитації	84
4.4. Основні терміни та їх визначення	85
4.5. Порядок проведення експертизи документів	85
4.6. Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації	88

5. Практичні заняття	94
Практичні заняття № 1. Похибки вимірювань	94
Практичні заняття № 2. Попередня обробка результатів вимірювань	105
Практичні заняття № 3. Обробка результатів вимірювань	112
Практичні заняття № 4. Розв'язання задач з метрології при транспортуванні вантажів	122
Практичне заняття № 5. Стандарти. Стандарт вищого навчального закладу	123
6. Завдання для самостійної роботи	152
Практичне завдання № 1. Обробка результатів вимірювання	152
Практичне завдання № 2. Вивчення стандарту	161
Питання для самостійної підготовки та контролю знань	167
Висновки	169
Рекомендована література	171

ПЕРЕДМОВА

В умовах переходу до ринкової економіки і розвитку міжнародної торгівлі успіх окремих підприємств на зовнішньому та внутрішньому ринках повністю залежить від того, на скільки їх продукція або послуги відповідають стандартам якості.

Навчальний посібник «Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація» дозволить ознайомитись з:

- нормативно-правовими і методичними основами вимірювання, з методами оцінки якості продукції статистичними і математичними методами;
- органами стандартизації та організації робіт з стандартизації, сертифікації та акредитації;
- Державною системою сертифікації УкрСЕПРО та системою добровільної сертифікації;
- практикою сертифікації в Україні;
- атестацією виробництва та порядком акредитації лабораторій і організацій;
- Міжнародною і Європейською діяльністю в галузі стандартизації і сертифікації, міжнародними стандартами та іншим.

Навчальний посібник складається з 4-х розділів: метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація.

Навчальний посібник окрім матеріалів для теоретичних і практичних занять містить питання для самостійної підготовки та контролю знань по кожній темі.

Навчальний посібник з цих питань підготовлений за типовою програмою, затвердженою Міністерством освіти і науки України.

1. МЕТРОЛОГІЯ.

1.1. Введення в навчальну дисципліну.

Розробка, виготовлення та експлуатація транспортних машин гірського виробництва пов'язане з виконанням великої кількості *вимірювань*. При цьому отримана інформація використовується як для власне виміру, так і для вироблення відповідних управлінських рішень, логічних висновків і суджень в такій діяльності, як управління, контроль, діагностування, ідентифікація і т.п. Очевидно, що вибір методів і засобів вимірювання у кожному конкретному випадку повинен забезпечувати отримання необхідних показників якості кінцевої продукції та послуг.

Таким чином, перед фахівцем гірничого виробництва постає завдання правильного вибору методу і засобу вимірювань, належної організації вимірювального експерименту, обробки і представлення результатів вимірювань відповідно до принципів метрології та діючими в цій галузі нормативними документами.

Звідси випливає необхідність відповідної метрологічної підготовки фахівців в області проектування, виготовлення і експлуатації транспортних машин. Щоб вони могли вирішувати завдання вимірювань і забезпечувати дотримання їх вимогам системи стандартів Державної системи вимірювань в повсякденній практичній діяльності. Отримані знання дозволять фахівцеві кваліфіковано вирішувати питання метрологічної підготовки виробництва, метрологічної експертизи конструкторської та технологічної документації та експлуатації транспортних машин.

У процесі пізнавальної діяльності людини виникає безліч завдань, для вирішення яких необхідно розташовувати кількісної інформацією про той чи інший властивості об'єктів матеріального світу (явища, процесу, речовини, виробу). Основним способом отримання такої інформації є вимірювання, при правильній організації інформації і виконанні яких отримують результат вимірювання з більшою або меншою точністю, який відображає властивості об'єкта пізнання. Інформація про властивість і якість об'єктів, які отримана за допомогою вимірювань, називається *вимірювальною інформацією*.

Студенти вже з першого курсу працюють в лабораторіях, виконуючи лабораторні завдання. При цьому в основі більшості лабораторних робіт лежать вимірювання. Результати будь-яких вимірювань, як би ретельно і на якому б високому рівні вони не виконувалися, неминуче містять деякі похибки. Абсолютно точних вимірювань не може бути принципово. Саме тому навіть найуспішніша робота студента в лабораторії, поряд з вивченням методів і засобів вимірювань і набуттям навичок вимірювань, передбачає також знайомство з сучасними методами математичної обробки результатів вимірювань, аналізу та оцінювання похибок.

Результат будь-якого вимірювання заслуговує на увагу лише за умови, що він супроводжується оцінкою похибки вимірювання, або доповнюється відомостями, що дозволяють споживачеві вимірювальної інформації оцінити

точність вимірювання самостійно. З іншого боку, важливо не тільки вміти виконувати вимірювання і оцінити похибку результату, але й так спланувати та здійснити процедуру вимірювання, щоб забезпечити необхідну точність або звести похибки до мінімуму.

Говорячи про точність вимірювань, слід зауважити, що рівень точності, до якого треба прагнути, повинен визначатися критеріями технічної і економічної доцільності. Відомо, що збільшення точності вимірювання удвічі - здорожує саме вимірювання в кілька разів. У той же час зниження точності вимірювання у виробництві від визначеної норми призводить до браку продукції. При призначенні точності вимірювань важливо також враховувати їхню соціальну значимість. В одних випадках недостатня точність одержуваної вимірювальної інформації має невелике або локальне значення, в інших грає виключно важливу роль: від точності вимірювання може залежати наукове відкриття або життя і здоров'я людей [1-6].

1.1.1. Наукові основи вимірювань.

З розвитком науки, техніки і розробкою нових технологій вимірювання охоплюють все нові й нові фізичні величини, істотно розширюються діапазони вимірювань як в сторону вимірювання надмалих значень, так і в бік дуже великих значень фізичних величин. Безперервно підвищуються вимоги до точності вимірювань; з високою точністю необхідно вимірювати параметри і характеристики процесів в частотному діапазоні від інфранизьких до надвисоких частот; при цьому геометричні розміри об'єктів вимірювання багаторазово відрізняються один від одного (вироби мікроелектроніки і вироби великого машинобудування).

У цих умовах, щоб успішно впоратися з численними і різноманітними проблемами вимірювань, необхідно освоїти деякі уявлення і принципи, потрібен єдиний науковий і законодавчий фундамент, який забезпечує на практиці високу якість вимірювань, незалежно від того, де і з якою метою вони проводяться. Таким фундаментом є *метрологія*.

Метрологія - наука про вимірювання, методи, засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності [6].

Метрологія (грец.), «метрон» - міра і «логос» - вчення.

Якщо ще на початку ХХ століття під словом метрологія розумілася наука, головним завданням якої було опис всякого роду заходів, що застосовуються в різних країнах, областях, містах, то тепер це поняття набуло більш широкий науковий і практичний сенс, розширився зміст метрологічної діяльності.

Сформувався і розвиваються **дві взаємопов'язані гілки метрології:**

- **наукова метрологія;**

- **законодавча метрологія.**

Наукова метрологія є базою вимірювальної техніки. Вона займається вивченням проблем вимірювання в цілому і їх утворених елементів: засобів вимірювань, фізичних величин і їх одиниць, методів і методик вимірювань, результатів і похибок вимірювань.

Щодня в країні виконуються мільйони вимірювань. Очевидно, що

вимірювання, які виконуються за допомогою різноманітних за принципом дії, методик застосування і точності засобів вимірювання, можуть бути корисні лише тоді, коли їх результатам можна довіряти, коли результати вимірювання, отримані різними експериментаторами в різний час і в різних місцях, можна при необхідності зіставити, порівняти між собою. Іншими словами - необхідно забезпечити *єдність вимірювань* в масштабі від невеликого підприємства до держави в цілому. Для цього *метрологія наділена законодавчими функціями*.

Законодавча метрологія розробляє і впроваджує норми і правила виконання вимірювань, встановлює вимоги, спрямовані на досягнення єдності вимірювань, порядок розробки і випробувань засобів вимірювань, встановлює терміни та визначення в галузі метрології, одиниці фізичних величин і правил їх застосування.

Всі ці норми, правила і вимоги встановлюються державними стандартами Державної системи забезпечення єдності вимірювань (стандарти ГСИ) і іншими обов'язковими до застосування нормативно-технічними документами.

У сферу діяльності сучасної метрології входить і визначення найбільш точних значень найважливіших фізичних констант (швидкості світла, прискорення сили тяжіння і ін.), які необхідні для багатьох галузей науки і техніки.

Метрологія забезпечує споживачів стандартними зразками речовин і матеріалів, склад і фізико-хімічні характеристики яких визначені з необхідною точністю.

Методи метрології широко використовуються в суміжних галузях знань, таких як оцінювання та контроль якості продукції, сертифікація промислової продукції, атестація програм і алгоритмів обробки даних і ін.

1.1.2. Склад метрології.

По складу метрологія ділиться на три самостійні частини, які доповнюють одна одну:

- **Теоретична метрологія** (основна частина) розглядає загальні питання теорії вимірювань;

- **Прикладна метрологія** здійснює вивчення питань практичного застосування вимірювань в різних сферах діяльності результатів теоретичних досліджень;

- **Законодавча метрологія** розглядає комплекси взаємопов'язаних і взаємообумовлених загальних правил, вимог і норм, а також інші питання, які потребують регламентації і контролю з боку держави, спрямовані на забезпечення єдності вимірювань і одноманітності засобів вимірювання (ЗВ).

Предметом метрології є отримання кількісної інформації про властивості об'єктів і процесів з заданою точністю і достовірністю.

Засоби метрології - це сукупність засобів вимірювальної техніки та метрологічних стандартів, що забезпечують їх раціональне використання.

Вимірювання (основне поняття метрології) згідно ГОСТ 16263-70 - це знаходження значення фізичної величини (ФВ) дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

Значимість вимірювань виражається в трьох аспектах: філософському, науковому і технічному.

Філософський аспект вимірювань полягає в тому, що вимірювання є найважливішим універсальним методом пізнання фізичних явищ і процесів.

Науковий аспект вимірювань полягає в тому, що з їх допомогою в науці здійснюється зв'язок теорії і практики.

Без вимірювань неможлива підтвердження і перевірка наукових гіпотез і, відповідно, розвиток науки.

Наведемо **структуру основної частини Метрології - Теоретичної метрології**.

Основні уявлення метрології.

Основні поняття і терміни. Цей підрозділ займається узагальненням і уточненням понять, що склалися в окремих областях вимірювань з урахуванням специфіки метрології. Головним завданням є створення єдиної системи основних понять метрології, яка повинна служити базою для її розвитку. Значення системи понять визначається значимістю самої теорії вимірювань і тим, що зазначена система стимулює взаємопроникнення методів і результатів, напрацьованих в окремих областях вимірювань.

Постулати метрології. У цьому підрозділі розвивається аксіоматична побудова теоретичних основ метрології, виділяються такі постулати, на підставі яких можна побудувати змістовну і повну теорію і вивести важливі практичні наслідки.

Вчення про фізичні величини. Основним завданням підрозділу є побудова єдиної системи ФВ, тобто вибір основних величин системи та управлінь зв'язку для визначення похідних величин. Система ФВ служить основою для побудови системи одиниць ФВ, раціональний вибір якої важливий для успішного розвитку теорії та практики метрологічного забезпечення.

Методологія вимірювань. У підрозділі розробляється наукова організація вимірювальних процесів. Питання метрологічної методології є досить суттєвими, оскільки вона об'єднує галузі вимірювань різні за фізичною природою вимірюваних величин і методів вимірювань. Це створює певні труднощі при систематизації і об'єднанні понять, методів і досвіду, накопиченого в різних областях вимірювань. До числа основних напрямків робіт з методології відносяться:

- переосмислення основ вимірювальної техніки та метрологія в умовах суттєвого оновлення арсеналу методів і засобів вимірювань і широкого впровадження мікропроцесорної техніки;
- структурний аналіз вимірювальних процесів з системних позицій;
- розробка принципово нових підходів до організації процедури вимірювань.

Теорія єдності вимірювань.

Теорія одиниць фізичних величин. Основна мета підрозділу - вдосконалення одиниць ФВ в рамках існуючої системи величин, що полягає в уточненні і перевизначенні одиниць. Іншим завданням є розвиток та вдосконалення системи одиниць ФВ, тобто зміна складу і визначень основних одиниць. Роботи

в цьому напрямку проводяться постійно на основі використання нових фізичних явищ і процесів.

Теорія вихідних засобів вимірювань. В даному підрозділі розглядаються питання створення раціональної системи еталонів одиниць ФВ, які забезпечують необхідний рівень єдності вимірювань. Перспективний напрямок вдосконалення еталонів - перехід до стандартів, заснованим на стабільних природних фізичних процесах. Для еталонів основних одиниць принципово важливим є досягнення максимально можливого рівня для всіх метрологічних характеристик.

Теорія передачі розмірів одиниць фізичних величин. Предметом вивчення підрозділу є алгоритми передачі розмірів одиниць ФВ при централізованому і децентралізованому їх відтворенні. Зазначені алгоритми повинні бути засновані як на метрологічних, так і техніко-економічних показниках.

Теорія побудови засобів вимірювань.

У розділі узагальнюється досвід конкретних наук в області побудови засобів і методів вимірювань. Важливим завданням є розробка нових і вдосконалення відомих вимірювальних перетворювачів.

Теорія точності вимірювань.

В даному розділі метрології узагальнені методи, що розвиваються в конкретних областях вимірювань. Він складається з 3 підрозділів:

Теорія похибок. Цей підрозділ є центральним в метрології, оскільки результати вимірювань об'єктивні настільки, наскільки правильно оцінені їх похибки. Предметом теорії похибок є класифікація похибок вимірювань, вивчення і опис їх властивостей.

Теорія підсумовування похибок - важлива частина розділу.

Теорія точності засобів вимірювань. Підрозділ включає: теорію похибок засобів вимірювань, принципи і методи визначення і нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки, методи аналізу їх метрологічної надійності.

Теорія вимірювальних процедур. Підвищення складності вимірювальних завдань, постійне зростання вимог до точності вимірювань, ускладнення методів і засобів вимірювань обумовлюють проведення досліджень, спрямованих на забезпечення раціональної організації та ефективного виконання вимірювань. При цьому головну роль відіграє аналіз вимірювань як сукупності взаємопов'язаних етапів, тобто як процедури.

Розділ включає:

- *теорія методів вимірювань;*
- *методи обробки вимірювальної інформації;*
- *теорія планування вимірювань;*
- *аналіз граничних можливостей вимірювань.*

Теорія методів вимірювань - підрозділ, присвячений розробці нових методів вимірювань і модифікації існуючих, що пов'язано зі зростанням вимог до точності вимірювань, діапазонам, швидкості роботи, умовам проведення вимірювань. За допомогою сучасних засобів вимірювальної техніки реалізуються складні сукупності класичних методів. Тому залишається

актуальною традиційна завдання вдосконалення існуючих методів і дослідження їх потенційних можливостей з урахуванням умов реалізації.

Методи обробки виміральної інформації, що використовуються в метрології, ґрунтуються на методах, які запозичуються з математики, фізики та інших дисциплін. У зв'язку з цим актуальною є задача обґрунтованості вибору і застосування того чи іншого способу обробки виміральної інформації та відповідності необхідних вихідних даних теоретичного способу тим, якими реально володіє експериментатор.

Теорія планування вимірювань - область метрології, яка дуже розвивається. До числа її основних завдань відносяться уточнення метрологічного змісту завдань планування вимірювань і обґрунтування запозичень математичних методів із загальної теорії планування експерименту.

Аналіз граничних можливостей вимірювань на даному рівні розвитку науки і техніки дозволяє вирішити таку головну задачу, як дослідження граничної точності вимірювань за допомогою конкретних типів чи засобів вимірювань.

1.1.3. Історія розвитку метрології.

Вимірювання є одним з найдавніших занять в пізнавальній діяльності людини. Їх виникнення відноситься до витоків матеріальної культури людства.

У найдавніші часи люди обходилися тільки рахунком однородних об'єктів - голів худоби, числа воїнів та ін. Такий рахунок не вимагав введення поняття фізичної величини і встановлення умовних одиниць виміру. Не було потреби у виготовленні і використанні спеціальних технічних засобів для проведення рахунку. Однак у міру розвитку суспільства з'явилася необхідність в кількісних оцінках різних величин - відстаней, ваги, розмірів, обсягів та ін. Цю оцінку намагалися звести до рахунку, для чого вибиралися природні і антропологічні одиниці. Наприклад, час вимірювався в добі, роках; лінійні розміри - в ліктях, ступнях; відстані - в кроках, добі шляху. Пізніше, в процесі розвитку промисловості, були створені спеціальні засоби - засоби виміральної техніки, які призначені для кількісної оцінки різних величин. Так з'явився годинник, ваги, міри довжини та інші вимірвальні засоби.

На певному етапі свого розвитку вимірювання стали причиною виникнення метрології. Довгий час метрологія існувала, як описова наука, яка констатувала угоди про використання величин, які склалися в суспільстві. Розвиток науки і техніки призвело до використання безлічі мір одних і тих же величин, які застосовуються в різних країнах. Так, відстань в Росії вимірювалася верстами, а в Англії - милями. Все це істотно ускладнювало співпрацю між державами в торгівлі та науці.

З метою уніфікувати одиниці ФВ, зробити їх незалежними від часу і різного роду випадковостей були розроблені такі системи мір.

Історично перша система одиниць фізичних величин - ***метрична система*** була введена 26 березня в 1791 Національними зборами Франції, яка запропонована Паризької академією наук. Вона будувалася за допомогою природних одиниць довжини та маси: *метра та кілограма*.

У 1832 р німецький математик К. Гаус запропонував *абсолютну систему*, одиниць ФВ, яка була сукупністю *основних* і *похідних* одиниць. В ній за основу були прийняті незалежні одна від одної одиниці ФВ - *довжини, маси та часу*, а саме: *міліметр, міліграм та секунда*.

Надалі з розвитком науки і техніки виникла ціла низка систем одиниць фізичних величин, які побудовані *за принципом, запропонованим Гауссом*, що базуються на *метричній системі мір*, які відрізняються одна від другої розміром основних одиниць.

Зараз в науці і техніці існує ряд систем одиниць фізичних величин, побудованих за принципом, запропонованим Гауссом, що базуються на метричній системі мір, але відрізняються одна від одної основними одиницями.

Поширеними системами одиниць ФВ є введена в 1881 р *Система СГС*, в якій основними одиницями є *сантиметр, грам і секунда*; введена в кінці ХІХ століття *Система МКГСС* з *метром, кілограм-силою і секундою* та запропонована в 1901 р італійським вченим Джорджі *Система МКСА* з *метром, кілограмом, секундою і ампером*.

В нашій країні, яка тоді знаходилась в складі Росіїв, в 1835 р був виданий указ "Про систему Російських мір і ваги", в якому були затверджені еталони довжини (платинова сажень) і маси (платиновий фунт). У 1842 р на території Петропавловської фортеці в Санкт-Петербурзі в спеціально побудованій будівлі відкрилося перша метрологічна установа - Депо зразкових мір і ваги. У ньому зберігалися еталони та їх копії, виготовлялися зразкові міри для передачі в інші міста, проводилися звірення російських мір з іноземними. Діяльність Депо регламентувалася "Положенням про міри та вагу", яке поклало початок державному підходу до забезпечення єдності вимірювань в країні. У 1848 р вийшов перший підручник з метрології - "Загальна метрологія", яка написана Ф.І. Петрушевским. У цій роботі описані міри і грошові знаки різних країн.

У 1875 р сімнадцять держав, в тому числі і Росія, на дипломатичній конференції підписали Метричну конвенцію, до якої в даний час долучилася 41 країна світу. Відповідно до цієї конвенції встановлюється міжнародне співробітництво країн підписантів її. Для цього було створено Міжнародне бюро мір і ваги (МБМВ), що знаходиться в м Севрі поблизу Парижа. У ньому зберігаються міжнародні прототипи ряду мір та еталони одиниць деяких ФВ. Відповідно до конвенції для керівництва діяльністю МБМВ був заснований Міжнародний комітет мір і ваги (МКМВ), в який увійшли вчені з різних країн. Зараз при МКМВ діють сім консультативних комітетів: по одиницям ФВ, визначенню метра, секунди, термометрії, електрики, фотометрії і по стандартам для вимірювання іонізуючих випромінювань.

Дуже багато для розвитку вітчизняної метрології зробив Д.І. Менделєєв. Період з 1892 по 1917 р називають менделєєвська етапом розвитку метрології. У 1893 р на базі Депо зразкових мір і ваги була затверджена Головна палата мір і ваги, керівником якої до останніх днів життя був Д.І. Менделєєв. Вона стала одним з перших у світі науково-дослідних установ метрологічного профілю.

До 1918 р метрична система впроваджувалася в Росії факультативно, поряд зі старою російською та англійською (дюймовою) системами. Значні зміни

в метрологічній діяльності стали відбуватися після підписання декрету "Про введення міжнародної метричної системи мір і ваги". Впровадження метричної системи в Росії відбувалося з 1918 по 1927 г. Після Великої Вітчизняної війни і до цього часу метрологічна робота в нашій країні проводиться під керівництвом Державного комітету зі стандартів (Держстандарт).

Наявність ряду систем одиниць ФВ, а також значного числа позасистемних одиниць, незручності, пов'язані з перерахунком при переході від однієї системи одиниць до іншої, вимагало уніфікації одиниць вимірювань. Зростання науково-технічних і економічних зв'язків між різними країнами обумовили необхідність такої уніфікації в міжнародному масштабі.

Була потрібна єдина система одиниць фізичних величин, яка б була зручною і охоплювала різні галузі вимірювань. При цьому вона повинна була зберегти принцип когерентності (рівність одиниці коефіцієнтів пропорційності в рівняннях зв'язку між фізичними величинами).

Тому у 1954 р X Генеральна конференція з мір та ваги (ГКМВ) встановила шість основних одиниць (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін та кандела).

11-я Генеральна конференція мір і ваги (ГКМВ) в 1960 році затвердила міжнародну систему одиниць, що позначається літерами SI (від початкових літер французької назви Systeme International d'Unites, українською мовою – СІ) та закликала країни прийняти її.

У 1955 р під Москвою був створений другий метрологічний центр країни - нині Всеросійський науково-дослідний інститут фізико-технічних і радіотехнічних вимірювань (ВНИИФТРИ). Він розробляє еталони і засоби точних вимірювань в ряді найважливіших галузей науки і техніки: радіоелектроніці, службі часу і частоти, акустиці, атомної фізики, фізики низьких тем-ператур і високого тиску.

У Наступних роках Генеральна конференція прийнять ряд доповнень та змін, в результаті яких в системі СІ стало сім основних одиниць фізичної величини, додаткові і похідні одиниці фізичних величин (одиниця довжини - метр; одиниця маси - кілограм; одиниця часу - секунда; одиниця сили електричного струму - ампер; одиниця термодинамічної температури - Кельвін; одиниця кількості речовини - моль; одиниця сили світла - кандела), дві додаткові одиниці плоского і просторового кута (радіан і стерадіан), велика кількість похідних одиниць простору, часу, механічних величин, електричних і магнітних величин, теплових, світлових, акустичних величин і іонізуючих випромінювань, а також розробила визначення основних одиниць.

Третім метрологічним центром Росії є Всеросійський науково-дослідний інститут метрологічної служби (ВНИИМС) - головна організація в галузі прикладної і законодавчої метрології. На нього покладено координацію і науково-методичне керівництво метрологічною службою країни. Крім перерахованих існує ряд регіональних метрологічних інститутів і центрів.

Зараз метрична система узаконена більш ніж в 124 країнах світу.

В даний час на базі Головної палати мір і ваги існує вища наукова установа - Всеросійський науково-дослідний інститут метрології ім. Д.І. Менделєєва (ВНИИМ). В лабораторіях інституту розробляються і зберігаються державні

еталони одиниць вимірювань, визначаються фізичні константи, властивості речовин та матеріалів. Тематика робіт інституту охоплює лінійні, кутові, оптичні і фотометричні, акустичні, електричні та магнітні вимірювання, вимірювання маси, щільності, сили, тиску, в'язкості, твердості, швидкості, прискорення і ряду інших величин.

До міжнародних метрологічних організацій відноситься і Міжнародна організація законодавчої метрології (МОЗМ), яка утворена в 1956 р. При МОЗМ в Парижі працює Міжнародне бюро законодавчої метрології. Його діяльністю керує Міжнародний комітет законодавчої метрології. Деякі питання метрології вирішує Міжнародна організація по стандартизації (ISO).

1.2. Загальні питання з основ метрології та вимірювальної техніки.

У практичному житті людина всюди має справу з вимірюванням. На кожному кроці зустрічаються вимірювання таких величин, як довжина, об'єм, вага, час і ін.

Вимірювання є одним з найважливіших шляхів пізнання природи людиною. Вони дають кількісну характеристику навколишнього світу, розкриваючи людині діючі в природі закономірності. Всі галузі техніки не могли б існувати без розгорнутої системи вимірювання, що визначають як всі технологічні процеси, контроль і управління ними, а також властивості та якість продукції, яка випускається.

Галуззю науки, що вивчає вимірювання, є метрологія. Слово "метрологія" утворене з двох грецьких слів: метрон - міра і логос - вчення. Дослівний переклад слова "метрологія" - вчення про міри. Довгий час метрологія залишалася в основному описовою наукою про різні міри і співвідношення між ними. З кінця 19-го століття завдяки прогресу фізичних наук метрологія отримала значного розвитку. Велику роль в становленні сучасної метрології як однієї з наук фізичного циклу зіграв Д. І. Менделєєв, який керував вітчизняною метрологією в період 1892 - 1907 рр [1,3].

1.2.1. Основні поняття метрології.

Метрологія у відповідності до ГОСТ 16263-70 «Метрологія. Терміни та визначення» - це наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Забезпечення єдності вимірювань може бути реалізовано при дотриманні двох умов, які можна назвати основними:

- вираження результатів вимірювань в єдиних узаконених одиницях;
- встановлення допустимих помилок (похибок) результатів вимірювань і меж, за які вони не повинні виходити при заданій імовірності.

Похибкою називають відхилення результату вимірювань від дійсного (істинного) значення вимірюваної величини.

При цьому слід мати на увазі, що **істинне значення** фізичної величини вважається невідомим і застосовується в теоретичних дослідженнях. **Дійсне значення** фізичної величини визначається експериментальним шляхом в

припущенні, що результат експерименту (вимірювання) в максимальною мірою наближається до істинного значення.

Похибки вимірювань наводяться зазвичай в технічній документації на засоби вимірювальної техніки або в нормативних документах. Правда, якщо врахувати, що похибка залежить ще і від умов, в яких проводиться саме вимірювання, від експериментальної помилки, методики і суб'єктивних особливостей людини у випадках, де він бере безпосередню участь у вимірюваннях, то можна говорити про декілька складових похибки вимірювань або про сумарну похибку.

Єдність вимірювань - такий стан вимірювань, за якого їх результати виражені в узаконених одиницях і похибки вимірювань відомі з заданою вірогідністю.

Єдність вимірювань необхідна для того, щоб можна було порівняти результати вимірювань, виконаних в різних місцях, в різний час, з використанням різних методів і засобів вимірювань.

Єдність вимірювань, однак, не може бути забезпечена лише збігом похибок. Потрібна ще й **достовірність** вимірювань, яка свідчить про те, що похибка не виходить за межі відхилень, заданих у відповідності до поставленої мети вимірювання.

Існує ще й поняття **точності** вимірювань, яка характеризує ступінь наближення похибки вимірювань до нуля, тобто отриманого при вимірюванні значення наближеного до істинного значення вимірюваної величини.

Точність вимірювань характеризується близькістю їх результатів до істинного значення вимірюваної величини.

Точність вимірювань - величина, зворотна похибці (про неї мова піде нижче).

Вимірювальна техніка - це практична, прикладна область метрології.

Вимірюваними величинами, з якими має справу метрологія, є фізичні величини, тобто величини, що входять в рівняння різноманітних наук (фізика, хімія та ін.), які займаються пізнанням світу емпіричним (дослідним) шляхом.

Метрологія проникла в усі науки і дисципліни, які мають справу з вимірюванням, і є для них єдиною наукою.

Основні поняття, якими оперує метрологія, наступні:

- *фізична величина;*
- *одиниця фізичної величини;*
- *система одиниць фізичних величин;*
- *розмір одиниці фізичної величини (передача розміру одиниці фізичної величини);*
- *засоби вимірювальної техніки фізичної величини;*
- *еталон;*
- *зразкове засіб вимірювань;*
- *робоче засіб вимірювань;*
- *вимірювання фізичної величини;*
- *метод вимірювань;*
- *результат вимірювань;*

- похибка вимірювань;
- метрологічна служба;
- метрологічне забезпечення та ін.

Дамо визначення деяким основним поняттям:

Фізична величина - характеристика однієї з властивостей фізичного об'єкта (явища або процесу), загальна в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але в кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта (тобто значення фізичної величини може бути для одного об'єкта в певне число разів більше або менше, ніж для іншого).

Наприклад, довжина, час, сила електричного струму.

Одиниця фізичної величини - фізична величина фіксованого розміру, якої умовно присвоєно числове значення рівне 1, і застосовується для кількісного вираження однорідних фізичних величин.

Наприклад, 1 м - одиниця довжини, 1 с - часу, 1 А - сили електричного струму.

Система одиниць фізичних величин - сукупність основних і похідних одиниць фізичних величин, яка утворена відповідно до прийнятих принципів для заданої системи фізичних величин.

Наприклад, міжнародна система одиниць (СІ), яка прийнята в 1960 р

В системі одиниць фізичних величин СІ виділяють **основні одиниці** системи одиниць (*метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль, і кандела*).

Додаткові одиниці для вимірювання плоского і просторового кута (*радіан і стерадіан*), а також велика кількість **похідних одиниць простору, часу, механічних величин, електричних і магнітних величин, теплових, світлових, акустичних величин, а також іонізуючих випромінювань**.

З поєднання основних одиниць утворюються похідні одиниці швидкості - м / с, щільності - кг / м³ та ін..

Шляхом додавання до основних одиниць встановлених приставок, утворюються кратні (наприклад - кілометр) або частинні (наприклад - мікрометр) одиниці.

Розмір одиниці фізичної величини - кількісна визначеність одиниці фізичної величини, яка відтворюється або зберігається засобом вимірювань.

Розмір основних одиниць СІ встановлюється визначенням цих одиниць Генеральними конференціями з мір та ваги (ГКМВ).

Так, відповідно до рішення XIII ГКМВ, одиниця термодинамічної температури *кельвін*, встановлена рівною 1 / 273,16 частини термодинамічної температури потрійної точки води.

Відтворення одиниць здійснюється національними метрологічними лабораторіями за допомогою національних еталонів. Відмінність розміру одиниці, що відтворюється національним еталоном від розміру одиниці за визначенням ГКМВ встановлюється при міжнародних звіреннях еталонів.

Розмір одиниці, що зберігається **зразковим** (ЗЗВ) або робочим (РЗВ) засобами вимірювань, може бути встановлений по відношенню до національного *первинного* еталону. При цьому може бути декілька ступенів порівняння (через *вторинні* еталони і ЗЗВ).

1.2.2. Розвиток системи одиниць фізичних величин.

Історично перша система одиниць фізичних величин була запропонована Паризької академією наук - **метрична система** одиниць, яка була прийнята 26 березня в 1791 Національними зборами Франції.

Метрична система будувалася за допомогою природних одиниць довжини та маси: *метра* та *кілограма*. *Одиниця довжини метр* дорівнює одній сорокамільйонній частини меридіана, що проходить через Париж. *Одиниця маси кілограм* - маса кубічного дециметра чистої води при температурі + 4 ° С. *Метрична система* не була ще системою одиниць в сучасному розумінні, а включала в себе одиниці довжин, площ, об'ємів, місткості і ваги, в основу яких були покладені дві одиниці: метр і кілограм. Це стало серйозною передумовою для проведення міжнародної уніфікації одиниць ФВ.

У 1832 р німецький математик К. Гаус запропонував методику побудови системи одиниць як сукупності **основних і похідних**. Він побудував систему одиниць, в якій за основу були прийняті три довільні, незалежні одна від одної одиниці - **довжини, маси та часу**. Всі інші одиниці можна було визначити за допомогою цих трьох. Таку систему одиниць, пов'язану певним чином з трьома основними, Гаус назвав **абсолютною системою**. За основні одиниці він прийняв міліметр, міліграм та секунду.

Надалі з розвитком науки і техніки виникла ціла низка систем одиниць фізичних величин, побудованих за принципом, запропонованим Гауссом, що базуються на метричній системі мір, які відрізняються одна від другої розміром основних одиниць.

Розглянемо найголовніші системи одиниць фізичних величин.

Система СГС. Система одиниць фізичних величин СГС, в якій *основними одиницями є сантиметр*, як одиниця довжини, грам, як одиниця маси і секунда, як одиниця часу, була запропонована в 1881 р

Система МКГСС. Застосування кілограма як одиниці ваги, а в подальшому як одиниці сили взагалі, призвело в кінці ХІХ століття до формування системи одиниць фізичних величин з трьома основними одиницями: метр - одиниця довжини, кілограм-сила - одиниця сили і секунда - одиниця часу.

Система МКСА. Основи цієї системи були запропоновані в 1901 р італійським вченим Джорджі. Основними одиницями системи МКСА є метр, кілограм, секунда і ампер.

Наявність ряду систем одиниць фізичних величин, а також значного числа позасистемних одиниць, незручності, пов'язані з перерахунком при переході від однієї системи одиниць до іншої, вимагало уніфікації одиниць вимірювань. Зростання науково-технічних і економічних зв'язків між різними країнами обумовили необхідність такої уніфікації в міжнародному масштабі.

Була потрібна єдина система одиниць фізичних величин, яка б була зручною і охоплювала різні галузі вимірювань. При цьому вона повинна була зберегти принцип когерентності (рівність одиниці коефіцієнтів пропорційності в рівняннях зв'язку між фізичними величинами).

У 1954 р Х Генеральна конференція з мір та ваги (ГКМВ) встановила шість

основних одиниць (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін та кандела).

11-я Генеральна конференція мір і ваги (ГКМВ) в 1960 році затвердила міжнародну систему одиниць, що позначається літерами SI (від початкових літер французької назви *Systeme International d'Unites*, українською мовою – СІ) та закликала країни прийняти її.

. У Наступних роках Генеральна конференція прийняла ряд доповнень та змін, в результаті яких в системі СІ стало сім основних одиниць фізичної величини, додаткові і похідні одиниці фізичних величин, а також розробила наступні визначення основних одиниць:

. • *одиниця довжини - метр - довжина шляху, яку проходить світло у вакуумі за $1/299792458$ частку секунди;*

. • *одиниця маси - кілограм - маса, яка дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма.*

. • *одиниця часу - секунда - тривалість 9192631770 періодів випромінювання, яке відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію - 133 при відсутності обурення з боку зовнішніх полів;*

. • *одиниця сили електричного струму - ампер - сила незмінного струму, який при проходженні по двох паралельних провідниках нескінченної довжини і нескінченно малого кругового перетину, що знаходяться на відстані 1 м один від іншого в вакуумі, створював би між цими провідниками силу, яка дорівнює $2 * 10^{-7}$ на кожен метр довжини;*

. • *одиниця термодинамічної температури - Кельвін - $1 / 273,16$ частина термодинамічної температури потрійної точки води. Допускається також застосування шкали Цельсія;*

. • *одиниця кількості речовини - моль - кількість речовини системи, коотрої містить стільки ж структурних елементів, скільки атомів містить нуклід вуглецю - 12 , масою $0,012$ кг;*

. • *одиниця сили світла - кандела - сила світла в заданому напрямку джерела, що випромінює монохроматичне випромінювання частотою $540 * 10^{12}$ Гц, енергетична сила якого в цьому напрямку скла дає $1/683$ Вт / ср '.*

Наведені визначення складні і вимагають достатнього рівня знань, у першу чергу в фізиці. Але вони дають уявлення про природне походження прийнятих одиниць, а тлумачення їх ускладнювалося в міру розвитку науки і завдяки новим високим досягненням теоретичної і практичної фізики, механіки, математики та інших фундаментальних наук. Це дало можливість, з одного боку, представити основні одиниці як достовірні і точні, а з іншого - як ясні і зрозумілі для всіх країн світу, що є головною умовою для того, щоб система одиниць стала міжнародною. Міжнародна система СІ вважається найбільш досконалою і універсальною в порівнянні з попередніми.

Окрім основних одиниць в системі СІ є додаткові одиниці для вимірювання плоского і просторового кута, - радіан і стерадіан відповідно, а також велика кількість похідних одиниць простору і часу, механічних величин, електричних і магнітних величин, теплових, світлових, акустичних величин, а також іонізуючих випромінювань. Після прийняття Міжнародної системи

одиниць СІ практично всі найбільші міжнародні організації включили її в свої рекомендації по метрології

В Україні система СІ офіційно була прийнята в 1963 році шляхом введення відповідного державного стандарту. До речі, треба мати на увазі, що в той час всі державні стандарти мали силу закону і були суворо обов'язковими для виконання.

На сьогоднішній день система СІ дійсно стала міжнародною, але разом з тим застосовуються і несистемні одиниці фізичних одиниць, наприклад, тонна, доба, літр, гектар та ін.

1.3. Види, методи, похибки і засоби вимірювань.

1.3.1. Класифікація вимірювань.

Вимірювання фізичної величини у відповідності до ГОСТ 16263-70 - це знаходження значення фізичної величини (ФВ) дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

На рис. 1. приведена схема класифікації вимірювань.

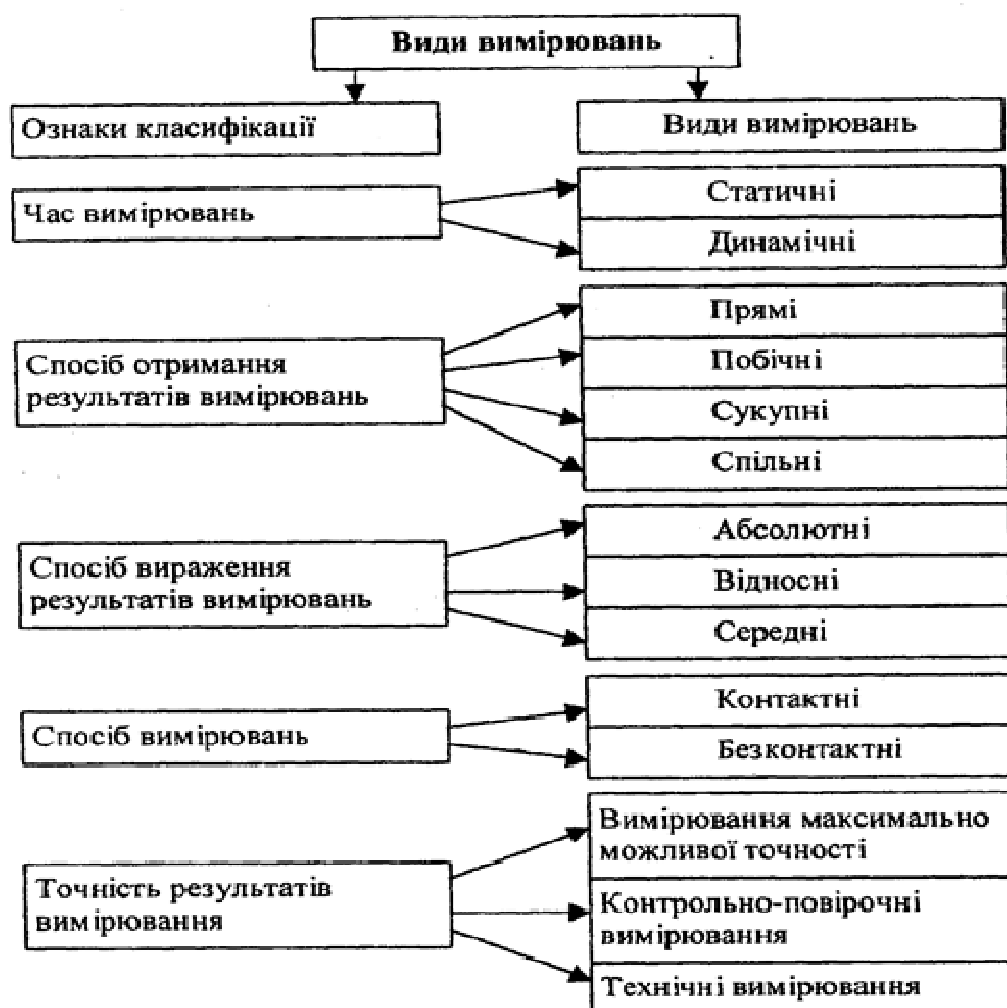


Рис. 1. Сема класифікації вимірювань.

Вимірювання характеризується:

- за способом отримання інформації;
- за характером змін вимірюваної величини в процесі вимірювань;
- за кількістю вимірювальної інформації;
- по відношенню до основних одиниць;
- за способом вимірювань.

За способом отримання інформації вимірювання поділяють на прямі, непрямі, сукупні і спільні.

Прямі вимірювання - це безпосереднє порівняння фізичної величини з її мірою.

Наприклад, при визначенні довжини предмета лінійкою відбувається порівняння розшукуваної величини (кількісного вираження значення довжини) з мірою, тобто лінійкою.

Непрямі вимірювання відрізняються від прямих тим, що розшукуване значення величини встановлюють за результатами прямих вимірювань таких величин, які пов'язані з розшукуваною визначеною залежністю. Так, якщо виміряти силу струму амперметром, а напругу вольтметром, то за відомою функціональною залежністю між трьома величинами можна розрахувати потужність електричного кола.

Сукупні вимірювання пов'язані з розв'язанням системи рівнянь, що складаються за результатами одночасних вимірювань декількох однорідних величин. Рішення системи рівнянь дає можливість обчислити розшукувану величину.

Спільні вимірювання - це вимірювання двох або більше неоднорідних фізичних величин для визначення залежності між ними.

Сукупні і спільні вимірювання часто застосовують при вимірюванні різних параметрів і характеристик в області електротехніки.

За характером змін вимірюваної величини в процесі вимірювань бувають статистичні, динамічні і статичні вимірювання.

Статистичні вимірювання пов'язані з визначенням характеристик випадкових процесів, звукових сигналів, рівня шуму і т. ін.

Статичні вимірювання мають місце тоді, коли вимірювана величини практично постійна.

Динамічні вимірювання пов'язані з такими величинами, які в процесі вимірювань зазнають ті чи інші зміни.

Статичні і динамічні вимірювання в ідеальному вигляді на практиці рідкісні.

За кількістю вимірювальної інформації розрізняють одноразові і багаторазові вимірювання.

Одноразові вимірювання - це один вимір однієї величини, тобто число вимірювань дорівнює числу вимірюваних величин.

Практичне застосування такого виду вимірювань завжди пов'язано з великими похибками, тому слід проводити не менше трьох одноразових вимірювань і знаходити кінцевий результат як середнє арифметичне значення.

Багаторазові вимірювання характеризуються перевищенням числа вимірювань кількості вимірюваних величин.

Зазвичай мінімальне число вимірювань в даному випадку більше трьох. Перевага багаторазових вимірювань - в значному зниженні впливу випадкових факторів на похибку вимірювань.

По відношенню до основних одиниць вимірювання ділять на абсолютні та відносні.

Абсолютними вимірюваннями називають такі, при яких використовується пряме вимірювання однієї (іноді кількох) основної величини і фізичної константи.

Так, у відомій формулі Ейнштейна

$$E = mc^2 ;$$

де маса (m) - основна фізична величина, яка може бути виміряна прямим шляхом (зважуванням); c - швидкість світла (фізична константа) .

Відносні вимірювання базуються на встановленні відношення вимірюваної величини до однорідної, застосовуваної в якості одиниці.

Природно, що розшукуване значення величини залежить від використовуваної одиниці вимірювань.

За способом вимірювань ділять на *контактні і безконтактні*.

З вимірюванням пов'язані такі поняття, як "*принцип вимірювань*", "*шкала вимірювань*", "*метод вимірювань*".

1.3.2. Принцип вимірювань - фізичне явище або ефект, покладене в основу вимірювань тим чи іншим типом засобів вимірювань.

Наприклад:

- застосування ефекту Доплера для вимірювання швидкості;
- застосування ефекту Холла для вимірювання індукції магнітного поля;
- використання сили тяжіння при вимірюванні маси зважуванням.

1.3.3. Шкала вимірювань - це впорядкована сукупність значень фізичної величини, яка служить основою для її вимірювання.

Пояснимо це поняття на прикладі температурних шкал.

По шкалі Цельсія за початок відліку прийнята температура танення льоду, а в якості основного інтервалу (опорної точки) - температура кипіння води. Одна сота частина цього інтервалу є одиницею температури - градус Цельсія.

По температурній шкалі Фаренгейта за початок відліку прийнята температура танення суміші льоду і нашатирного спирту (або кухонної солі), а в якості опорної точки взята нормальна температура тіла здорової людини. За одиницю температури (градус Фаренгейта) прийнята одна дев'яносто шоста частина основного інтервалу. За цією шкалою температура танення льоду дорівнює + 32 ° F, а температура кипіння води + 212 ° F.

Таким чином, якщо за шкалою Цельсія різниця між температурою кипіння води і танення льоду становить 100 ° C, то за Фаренгейтом вона дорівнює 180 ° F. На цьому прикладі ми бачимо роль прийнятої шкали як в кількісному значенні вимірюваної величини, так і в аспекті забезпечення єдності

вимірювань. В даному випадку необхідно знайти відношення розмірів одиниць, щоб можна було порівняти результати вимірювань, тобто $t^{\circ} F / t^{\circ} C$.

У метрологічній практиці **відомі декілька різновидів шкал**: шкала найменувань, шкала порядку, шкала інтервалів, шкала відносин і ін.

Шкала найменувань - це свого роду якісна, а не кількісна шкала, вона не містить нуля і одиниці вимірювань.

Прикладом може служити атлас квітів (шкала кольорів). Процес вимірювання полягає в візуальному порівнянні окрашеного предмета із зразками квітів (еталонними зразками атласу квітів). Оскільки кожен колір має чимало варіантів, таке порівняння під силу досвідченому експерту, який володіє не тільки практичним досвідом, а й відповідними особливими характеристиками зорових можливостей.

Шкала порядку характеризує значення вимірюваної величини в балах (шкала землетрусів, сили вітру, твердості фізичних тіл і т.ін).

Шкала інтервалів (різниць) має умовні нульові значення, а інтервали встановлюються за погодженням.

Такими шкалами є шкала часу, шкала довжини.

Шкала відносин має природне нульове значення, а одиниця вимірювань встановлюється за погодженням.

Наприклад, шкала маси (зазвичай ми говоримо "ваги"), починаючись від нуля, може бути градуйована по-різному в залежності від необхідної точності зважування (порівняйте побутові та аналітичні ваги).

1.3.4. Об'єкт вимірювання є фізична величина, яку прийнято ділити на основну і похідну.

Основні величини незалежні один від одного, але вони можуть служити основою для встановлення зв'язків з іншими фізичними величинами, які називають *похідними* від них.

Згадаймо вже згадану формулу Ейнштейна, в яку входить основна одиниця - маса, а енергія - це похідна одиниця, залежність між якою і іншими одиницями визначає дана формула.

Основним величинам відповідають основні одиниці вимірювань, а *похідним* – добуток одиниці вимірювань.

Сукупність *основних і похідних* одиниць називається *системою одиниць фізичних величин*.

1.3.5. Методи вимірювань - це спосіб експериментального визначення значення фізичної величини.

Тобто сукупність використовуваних при вимірюванні фізичних явищ і засобів вимірювань.

На рис. 2. приведена схема відомих методів вимірювань.



Рис. 2. Схема відомих методів вимірювань.

Метод безпосередньої оцінки полягає в визначенні значення фізичної величини по відліковому пристрою вимірювального приладу прямої дії.

Наприклад, вимірювання напруги вольтметром.

Цей метод є найбільш поширеним, але його точність залежить від точності вимірювального приладу.

Метод порівняння з мірою - в цьому випадку вимірювана величина порівнюється з величиною, що відтворюється мірою.

Точність вимірювання може бути вище, ніж точність безпосередньої оцінки.

Розрізняють такі різновиди методу порівняння з мірою:

- **Метод протиставлення**, при якому вимірювана і відтворена величини одночасно впливають на прилад порівняння, за допомогою якого встановлюється співвідношення між величинами. Наприклад, вимірювання ваги за допомогою вагів і набору гир.

- **Диференційний** метод, при якому на вимірювальний прилад діє різниця вимірюваної величини і відомої величини, що відтворюється мірою. При цьому урівноваження вимірюваної величини і відомої проводиться в повному обсязі.

Приклад 1, вимірювання напруги постійного струму за допомогою дискретного подільника напруги, джерела зразкової напруги і вольтметра.

Приклад 2. Вимірювання маси на рівноплечих терезах, коли вплив маси на ваги частково врівноважується масою гир m_0 , а різниця мас відраховується за шкалою терезів, градуйованих в одиницях маси, рис. 3. У цьому випадку значення вимірюваної величини дорівнює: $m_x = m_0 + \Delta m$, де Δm — показання терезів.

Нульовий метод, при якому результуючий ефект впливу обох величин на прилад порівнюють і доводять до нуля, що фіксується високочутливим приладом - нуль-індикатором.

Приклад 1. Вимірювання опору резистора за допомогою чотирьохплечевого моста, в якому падіння напруги на резисторі з невідомим опором врівноважується падінням напруги на резисторі відомого опором.

Приклад 2. Вимірювання маси на рівноплечого вагах, коли вплив на ваги маси m_x повністю врівноважується масою гир m_0 , рис 4.

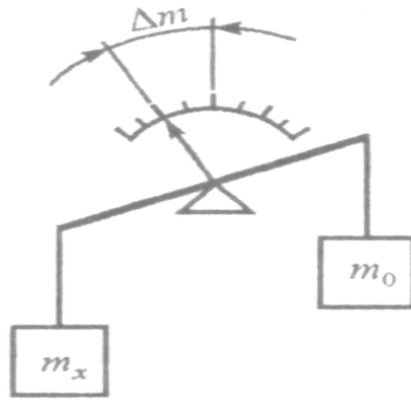


Рис. 3. Вимірювання маси на рівноплечих терезах диференційним методом.

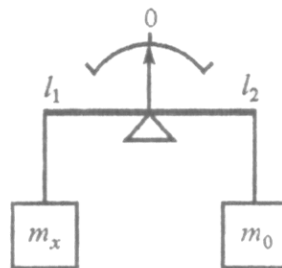


Рис. 4. Вимірювання маси на рівноплечих терезах нульовим методом.

Метод заміщення, при якому проводиться по чергове підключення на вхід приладу вимірюваної величини і відомої величини, і за двома показниками приладу оцінюється значення вимірюваної величини, а потім підбором відомої величини домагаються, щоб обидва свідчення співпали.

Висока точність вимірювань метода забезпечується при високій точності міри і чутливості приладу.

Приклад 1. Точне вимірювання малої напруги за допомогою високочутливого гальванометра, до якого спочатку підключають джерело невідомої напруги і визначають відхилення покажчика приладу, а потім за допомогою регульованого джерела відомого напруги домагаються того ж відхилення покажчика. При цьому відома напруга дорівнює невідомій.

Приклад 2. Зважування на пружинних терезах. Вимірювання здійснюють в два прийоми. Спочатку на чашу терезів поміщають невідому масу і відзначають положення покажчика терезів. Потім невідому масу m_x заміщають масою гир m_0 , підбираючи їх так, щоб покажчик терезів встановився точно в тому ж положенні, що і в першому випадку. При цьому зрозуміло, що $m_x = m_0$, рис. 5.

Метод збігу, при якому вимірюють різницю між вимірюваною величиною і величиною, що відтворюється мірою, використовуючи збіг оцінок шкал або періодичних сигналів.

Приклад 1. Вимірювання частоти обертання деталі за допомогою мигаючої лампи стробоскопа. При цьому спостерігають положення мітки на

поворотній деталі стробоскопа в моменти спалахів лампи і по відомій частоті спалахів і зміщення мітки визначають частоту обертання деталі.

Приклад 2. Вимірювання числа оборотів валу за допомогою стробоскопа - вал періодично висвітлюється спалахами світла, а частоту спалахів підбирають так, щоб мітка, яка нанесена на вал, здавалася спостерігачеві нерухомою.

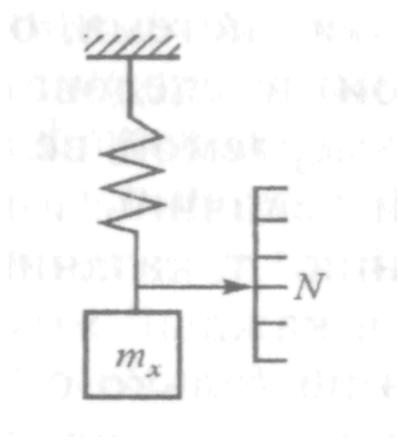


Рис. 5. Вимірювання маси на пружинних терезах методом заміщення.

Метод збігів, який використовує збіг основної і ноніусної відміток шкал, реалізується в штангенприборах, що застосовується для вимірювання лінійних розмірів.

1.3.6. Похибки вимірювань.

Істинне значення фізичної величини - значення фізичної величини, яке ідеальним чином відображало б в кількісному і якісному відношеннях відповідне властивість об'єкта (згідно ГОСТ 16263-70).

Результат будь-якого вимірювання відрізняється від *істинного значення фізичної величини* на деяке значення, залежно від точності засобів і методів вимірювання, кваліфікації оператора, умов, в яких проводилося вимірювання, і т. ін.

Відхилення результату вимірювання від істинного значення фізичної величини називається похибкою вимірювання.

Оскільки визначити справжнє значення фізичної величини в експерименті неможливо, оскільки це вимагало б застосування ідеально точного засобу вимірювальної техніки, то на практиці замість поняття **істинного значення фізичної величини** застосовують поняття **дійсного його значення**, яке настільки точно наближається до *істинного значення*, що може бути використано замість нього.

Це може бути, наприклад, результат вимірювання фізичної величини зразковим засобом вимірювання.

Абсолютна похибка вимірювання - це різниця між результатом вимірювання та дійсним значенням фізичної величини:

$$\Delta = x_u - x$$

Відносна похибка вимірювання - це відношення абсолютної похибки до дійсного (істинного) значення вимірюваної величини (часто виражається у відсотках):

$$\delta = (\Delta / x_u) 100\%$$

Наведена похибка - це виражене у відсотках відношення абсолютної похибки до нормуючого значення L - умовно прийнятого значенням фізичної величини, постійного у всьому діапазоні вимірювань:

$$\gamma = (\Delta / L) 100\%$$

Для приладів з нульовою відміткою на краю шкали нормующе значення L дорівнює кінцевому значенню діапазону вимірювань. Для приладів з двосторонньою шкалою, тобто з відмітками шкали, розташованими по обидва боки від нуля, значення L дорівнює арифметичній сумі модулів кінцевих значень діапазону вимірювання.

Похибка вимірювання (результуюча похибка) є сумою двох складових: *систематичної* похибки і *випадкової* похибки.

Систематична похибка - це складова похибки вимірювання, що залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини.

Причинами появи систематичної похибки можуть бути несправності засобів вимірювань, недосконалість методу вимірювання, неправильна установка вимірювальних приладів, відступ від нормальних умов їх роботи, особливості самого оператора.

Систематичні похибки в принципі можуть бути виявлені й усунені. Для цього потрібне проведення ретельного аналізу можливих джерел похибок в кожному конкретному випадку.

Характеристику якості вимірювань, що відображує близькість до нуля систематичної складової похибки вимірювання, називають *правильністю* вимірювання.

Систематичні похибки поділяються на *методичні*, *інструментальні* й *суб'єктивні*.

Методичні похибки виникають від недосконалості методу вимірювання, використання спрощених припущень і допущень при виведенні формули, яка застосовується, впливу вимірювального засобу на об'єкт вимірювання.

Наприклад, вимірювання температури за допомогою терморпарі може містити методичну похибку, викликану порушенням температурного режиму об'єкта вимірювання внаслідок внесення терморпарі.

Інструментальні похибки залежать від похибок засобів вимірювання, які застосовуються. Неточність градування, конструктивні недосконалості, зміни характеристик приладу в процесі експлуатації і т. Д. Є причинами основних похибок інструменту виміру.

Додаткові похибки, пов'язані з відхиленням умов, в яких працює засіб, від нормальних, відрізняють від інструментальних (ГОСТ 8.009-84), так як вони пов'язані більше з зовнішніми умовами, ніж з самим засобом.

Суб'єктивні похибки викликаються, зокрема, неправильним відліком показників засобу вимірювання людиною (оператором).

Наприклад, похибка від паралакса, викликана неправильним напрямком погляду при спостереженні за показаннями стрілки приладу.

Використання цифрових приладів і автоматичних методів вимірювання дозволяє виключити такого роду похибки.

В багатьох випадках **систематичну похибку** в цілому можна уявити як суму двох складових **адитивної** Δ_a і **мультиплікативної** Δ_m , рис. 6.

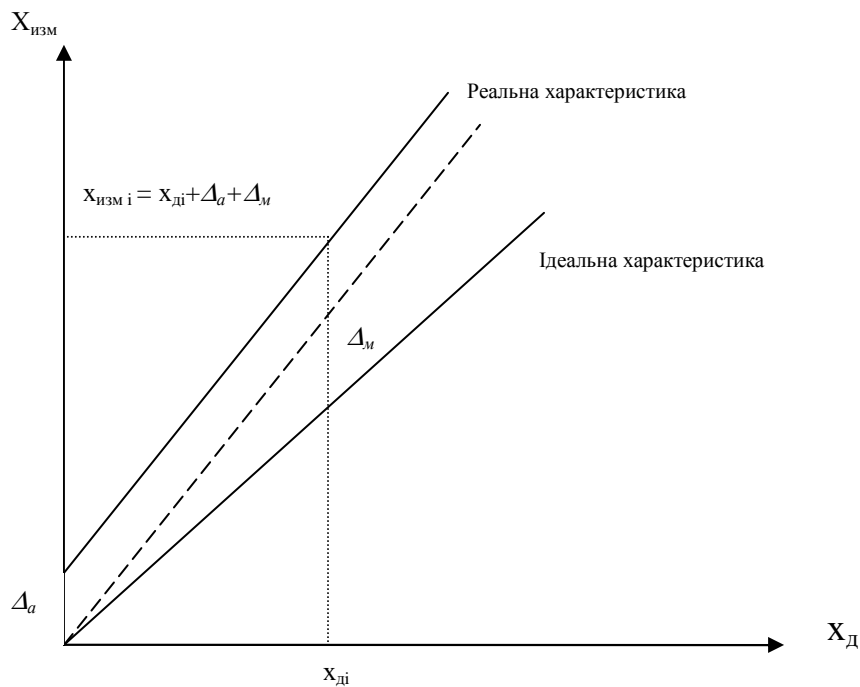


Рис. 6. Ілюстрація адитивної і мультиплікативної похибки вимірювання.

Такий підхід дозволяє легко компенсувати вплив **систематичної похибки** на результат вимірювання шляхом введення **поправок** - роздільних поправочних коефіцієнтів.

Випадкова похибка - це складова похибки вимірювання, що змінюється випадковим чином при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини.

Наявність випадкових похибок виявляється при проведенні ряду багаторазових вимірювань постійної фізичної величини, коли виявляється, що результати вимірювань не збігаються один з одним.

Часто **випадкові похибки** виникають через одночасну дію при вимірюванні багатьох незалежних факторів впливу, кожна з яких окремо слабо впливає на результат вимірювання.

В багатьох випадках вплив **випадкової похибки** можна зменшити шляхом виконання багаторазових вимірювань з подальшою статистичною обробкою отриманих результатів.

Характеристику якості вимірювань, що відображує близькість один до одного результатів повторних вимірювань, виконаних в однакових умовах,

називають *збіжністю* вимірювань.

У деяких випадках виявляється, що результат одного вимірювання різко відрізняється від результатів інших вимірювань, виконаних при тих же контрольованих умовах.

У цьому випадку говорять про *грубу похибку* – *промах* у вимірюванні. Причиною можуть служити помилка оператора, виникнення сильної короткочасної перешкоди, поштовх, порушення електричного контакту і т. ін. Результат, який містить грубу похибку вимірювання необхідно виявити, виключити і не враховувати при подальшій статистичній обробці результатів вимірювань.

1.3.7. Види засобів вимірювань.

Засіб вимірювань - технічний засіб (або їх комплекс), призначений для вимірювань, має нормовані метрологічні характеристики, що відтворюють і (або) зберігають одиницю фізичної величини, розмір яких приймається незмінним в межах встановленої похибки і протягом відомого інтервалу часу.

За метрологічним призначенням засоби виміральної техніки поділяються на:

- **Робочі засоби (РЗВ)** призначені для вимірювань фізичних величин і які пов'язані з передачею розміру фізичної одиниці іншим засобам вимірювань.

- **Зразкові засоби** вимірювань, призначені для забезпечення єдності вимірювань в країні;

- **Еталони** призначені для відтворення і зберігання одиниці фізичної величини з метою передачі її розміру зразковим, а від них - робочим засобам вимірювань і затверджений як еталон згідно встановленому порядку.

Робочі засоби вимірювань є найчисленнішими і широко застосовуваними.

Приклади РЗВ: електролічильник - для вимірювання електричної енергії; теодоліт - для вимірювання плоских кутів; внутромір - для вимірювання малих довжин (діаметрів отворів); термометр - для вимірювання температури; вимірвальна система теплоелектростанції, яка отримує вимірвальну інформацію про ряд фізичних величин в різних енергоблоках;

Робочі засоби вимірювань можуть бути:

- *лабораторними* (для наукових досліджень);

- *виробничими* (для забезпечення і контролю заданих параметрів технологічних процесів);

- *польовими* (для літаків, автомобілів, судів і т. ін.).

Кожен з цих видів робочих засобів відрізняється особливими показниками.

Так, *лабораторні засоби* вимірювань - найточніші і чутливі, а їх покази характеризуються високою стабільністю.

Виробничі засоби вимірювань стійкі до впливів різних факторів виробничого процесу: температури, вологості, вібрації і т. ін., що може позначитися на достовірності і точності показань приладів.

Польові засоби вимірювань працюють в умовах, які постійно змінюються в широких межах зовнішніх впливів.

За стандартизації засоби виміральної техніки поділяються на:

- **Стандартизовані засоби** вимірювань виготовляються відповідно до вимог державного або галузевого стандарту.

- **Нестандартизовані засоби** вимірювань - унікальні засоби вимірювань, які призначені для спеціального вимірювального завдання, в стандартизації вимог до яких немає необхідності.

Нестандартизовані засоби вимірювань не піддаються державним випробуванням (повірці), а підлягають метрологічній атестації.

За ступенем автоматизації засоби вимірювальної техніки поділяються на:

- **Автоматичні засоби** вимірювань, що виробляють в автоматичному режимі всі операції, пов'язані з обробкою результатів вимірювань, їх реєстрацією, передачею даних або виробленням керуючого сигналу;

- **Автоматизовані засоби** вимірювань, що виробляють в автоматичному режимі одну або частину вимірювальних операцій;

- **Неавтоматичні засоби** вимірювальної техніки, які мають пристрої для автоматичного виконання вимірювань і обробки їх результатів (рулетка, теодоліт і т. ін.).

За конструктивним виконанням засоби вимірювальної техніки поділяються на:

- **міри;**

- **вимірювальні перетворювачі;**

- **вимірювальні прилади;**

- **вимірювальні установки;**

- **вимірювально-інформаційні системи.**

1.3.7.1. Міра.

Мірою називають засіб вимірювання, який призначений для відтворення фізичних величин заданого розміру.

До даного виду засобів вимірювань відносяться гири, кінцеві міри довжини та ін.

На практиці використовують:

- **однозначні;**

- **багатозначні міри;**

- **набори і магазини мір.**

Однозначні міри відтворюють величини тільки одного розміру (гири).

До однозначних мір відносять стандартні зразки і стандартні речовини.

Стандартний зразок - це належним чином оформлена проба речовини (матеріалу), яка піддається метрологічній атестації з метою встановлення кількісного значення якоїсь характеристики.

Ця характеристика (або властивість) є величиною з відомим значенням при певних умовах зовнішнього середовища. До цих зразків відносяться, наприклад, набори мінералів з конкретними значеннями твердості (шкала Мооса) для визначення цього параметра у різних мінералів.

Стандартним зразком є, наприклад, зразок чистого цинку, який служить для відтворення температури 419,527 ° С по міжнародній температурній шкалі

МТШ-90.

При користуванні мірою слід враховувати її номінальне і дійсне значення, а також її похибку і розряд.

Багатозначні міри відтворюють кілька розмірів фізичної величини. Наприклад, міліметрова лінійка, яка дає можливість визначити довжину предмета в сантиметрах і в міліметрах.

Набори і магазини представляють собою об'єднання (поєднання) однозначних або багатозначних мір для отримання можливості відтворення деяких проміжних або сумарних значень величини.

Набір мір являє собою комплект однорідних мір різного розміру, що дає можливість застосовувати їх в потрібних сполученнях, наприклад, набір лабораторних гир.

Магазин мір - поєднання мір, які об'єднані конструктивно в одне конструктивне ціле і в якому передбачається можливість за допомогою ручних або автоматизованих перемикачів, які пов'язані з відліковим пристроєм, з'єднувати складові магазину мір в потрібному поєднанні. За таким принципом влаштовані магазини електричних опорів.

Номінальним називають значення міри, яка вказана на ній.

Дійсне значення міри повинно бути вказане в спеціальному свідоцтві, як результат високоточного вимірювання з використанням офіційного еталона.

Різниця між номінальним і дійсним значеннями називається *похибкою* міри.

Величина, протилежна до знаку похибки, є *поправкою* до зазначеного на мірі номінального значення.

Оскільки при атестації (повірці) також можуть бути похибки, міри поділяють на розряди (1-го, 2-го і т.д. розрядів) і називають *розрядними еталонами* (зразкові вимірювальні міри), які використовують для повірки вимірювальних засобів.

Величина похибки міри є основою для їх поділу на розряди, що зазвичай застосовується до мір, що вживаються для технічних вимірювань.

1.3.7.2. Вимірювальний перетворювач.

Вимірювальний перетворювач - це засіб вимірювань, який служить для перетворення сигналу вимірювальної інформації в форму, зручну для обробки або зберігання, а також передачі в показуючий пристрій.

Вимірювальні перетворювачі або входять в конструктивну схему вимірювального приладу, чи застосовуються спільно з ним, але сигнал перетворювача не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем.

Наприклад, перетворювач може бути необхідний для передачі інформації в пам'ять комп'ютера, для посилення напруги і т. ін. Перетворювану величину називають вхідною, а результат перетворення - вихідною величиною. Основною метрологічною характеристикою вимірювального перетворювача вважається співвідношення між вхідною і вихідною величинами і називається функцією перетворення.

Перетворювачі поділяються на:

- *первинні*, які безпосередньо сприймають вимірювану величину;
- *передаючі*, на виході яких величина набуває форму, зручну для реєстрації або передачі на відстань;
- *проміжні*, які працюють в поєднанні з первинними і не впливають на зміну роду фізичної величини.

1.2.7.3. Вимірювальні прилади.

Вимірювальні прилади - це засоби вимірювань, які дозволяють отримувати вимірювальну інформацію в формі, зручній для сприйняття користувачем.

Розрізняються:

- *прилади прямої дії*;
- *прилади порівняння*.

Прилади прямої дії відображають вимірювану величину на показуючому пристрої, що має відповідне градування в одиницях цієї величини.

Зміни роду фізичної величини при цьому не відбувається. До приладів прямої дії відносять, наприклад, амперметри, вольтметри термометри і т. ін.

Прилади порівняння призначаються для порівняння вимірюємих величин з величинами, значення яких відомі.

Такі прилади широко використовуються в наукових дослідженнях, а також в практиці вимірювання таких величин, як яскравість джерел випромінювання, тиск стисненого повітря та ін.

1.3.7.4. Вимірювальні установки і системи.

Вимірювальні установки і системи - це сукупність засобів вимірювальної техніки, об'єднаних за функціональними ознаками з допоміжними пристроями, для вимірювання однієї або декількох фізичних величин об'єкта вимірювань.

Зазвичай такі системи автоматизовані і забезпечують введення інформації в систему, автоматизацію самого процесу вимірювання, обробку і відображення результатів вимірювань для сприйняття їх користувачем. Такі установки (системи) використовують і для контролю, наприклад, виробничих процесів, що особливо актуально для методу статистичного контролю, а також принципу TQM в управлінні якістю.

1.3.7.5. Вимірювальні приналежності.

Вимірювальні приналежності - це допоміжні засоби вимірювань величин.

Вони необхідні для обчислення поправок до результатів вимірювань, якщо потрібний високий рівень точності. Наприклад, термометр може бути допоміжною приналежністю, якщо показання приладу достовірні при суворо регламентованій температурі; психрометр - якщо суворо обумовлена вологість навколишнього середовища.

Слід враховувати, що вимірювальні приналежності вносять певні похибки в результат вимірювань, що пов'язано з похибкою самого допоміжного засобу.

1.3.7.6. Еталон, як засіб вимірювання.

Еталон - це засіб вимірювання (або комплекс засобів вимірювання), що забезпечує відтворення і зберігання одиниці фізичної величини (або одну з цих функцій) з метою передачі розміру одиниці зразковим, а від них - робочим засобам вимірювань і затверджений як еталон згідно встановленому порядку.

Для наочності схема видів еталонів приведена на рис. 7.

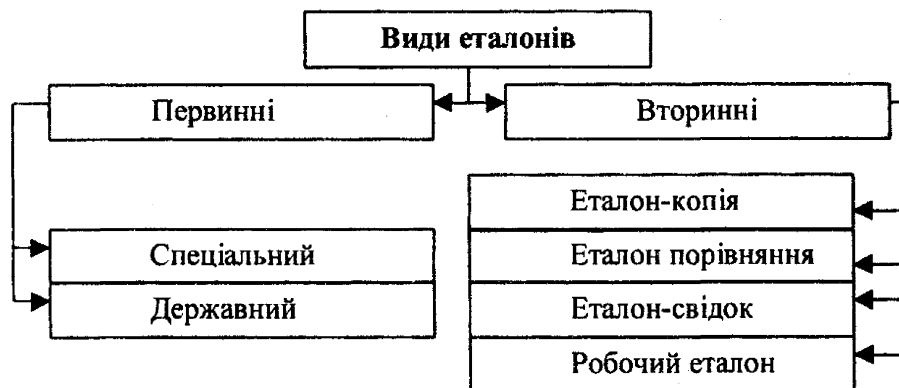


Рис. 7. Схема видів еталонів.

Еталони за призначенням поділяють на дві групи:

- первинні;
- вторинні.

Якщо еталон відтворює одиницю з найбільш високою в країні точністю, то він називається первинним.

Первинний еталон - це еталон, що відтворює одиницю фізичної величини з найвищою точністю, можливої в даній галузі вимірювань на сучасному рівні науково-технічних досягнень.

Первинні еталони основних одиниць відтворюють фізичну одиницю відповідно до її визначення. Прикладом первинного еталона є комплекс засобів вимірювань для відтворення метра в довжинах світлових хвиль випромінювання криптону – 86.

Первинний еталон може бути:

- спеціальний;
- державний.

Спеціальний еталон відтворює одиницю в особливих умовах, в яких пряма передача розміру одиниці від існуючих еталонів технічно неможлива з необхідною точністю (високий тиск, температура і т. ін.). Він замінює в цих умовах первинний еталон

Державний еталон - це первинний або спеціальний еталон, офіційно затверджений як вихідний для країни. Державні еталони затверджуються Держстандартом країни і на кожен з них розробляється державний стандарт.

Державні еталони зберігаються в метрологічних інститутах та інших

органах державної метрологічної служби країни. З дозволу Держстандарту допускається їх зберігання і використання в органах відомчої метрологічної служби.

Первинний еталон також може бути:

- національний (державним) стандарт;
- міжнародний стандарт.

Національний стандарт затверджується в якості вихідного засобу вимірювання для країни національним органом по метрології.

Міжнародні стандарти зберігає і підтримує Міжнародне бюро мір та ваги (МБМВ). Найважливіше завдання діяльності МБМВ полягає в систематичних міжнародних звіреннях національних еталонів найбільших метрологічних лабораторій різних країн з міжнародними еталонами, а також між собою, що необхідно для забезпечення достовірності, точності та єдності вимірювань як однієї з умов міжнародних економічних зв'язків.

Звіренням підлягають як еталони основних фізичних величин системи СІ, так і похідних. Встановлено і періоди звірення. Наприклад, еталони метра і кілограма звіряють кожні 25 років. А електричні та світлові еталони - один раз на 3 роки.

Найпершими офіційно затвердженими еталонами були прототипи метра і кілограма, виготовлені у Франції, які в 1799 р були передані на зберігання в Національний архів Франції, тому їх стали називати "метр Архіву" і "кілограм Архіву".

Вторинні еталони надзвичайно поширені в метрологічній практиці, значення яких встановлюються за первинними еталонами. Вони створюються і затверджуються в тих випадках, коли це необхідно для організації перевірочних робіт, для збереження і меншого зносу державного еталону.

Розмір відтворюваної одиниці вторинним еталоном звіряється з державним еталоном.

Як приклад вторинного еталону можна назвати еталон-копію одиниці маси кілограма у вигляді платіноіридієвої ваги і робочий еталон кілограма, виготовлений з нержавіючої сталі.

Вторинні еталони можуть затверджуватися або Держстандартом України, або державними науковими метрологічними центрами, що пов'язано з особливостями їх використання.

Вторинні еталони поділяються за метрологічним призначенням на:

- еталони-копії;
- еталони-порівняння;
- еталони-свідки;
- робочі еталони.

Еталон-копія - це вторинний еталон, призначений для збереження одиниці і передачі її розміру робочим еталонам.

Еталон порівняння - це вторинний еталон, призначений для порівняння еталонів, які з тих чи інших причин не можуть бути безпосередньо порівняні один з одним.

Еталон-свідок - це вторинний еталон, призначений для перевірки

збереження державного еталона, для заміни на випадок пошкодження або втрати.

Еталон-свідок використовується лише тоді, коли державний еталон є невідтворним.

Робочий еталон - це вторинний еталон, призначений для збереження одиниці і передачі її розміру зразковим засобам вимірювання найбільш високої точності, а при необхідності - найбільш точним робочим мірам і вимірювальним приладам.

Робочі еталони сприймають розмір одиниці від вторинних еталонів і в свою чергу служать для передачі розміру менш точному робочому еталону (або еталону нижчого розряду) і робочим засобам вимірювань.

Вторинні еталони реалізуються у вигляді:

- комплексу засобів вимірювання;
- одиночних еталонів;
- групових еталонів та еталонних наборів.

1.4. Метрологічні характеристики засобів вимірювань

Всі засоби вимірювальної техніки незалежно від конкретного виконання, мають ряд загальних властивостей, необхідних для виконання ними їх функціонального призначення.

Технічні характеристики, що описують ці властивості і впливають на результати та на похибки вимірювань, називаються **метрологічними характеристиками**.

Комплекс нормованих метрологічних характеристик встановлюється таким чином, щоб з їх допомогою можна було оцінити похибку вимірювань, яка спостерігається в відомих робочих умовах експлуатації за допомогою окремих засобів вимірювальної техніки або сукупності засобів вимірювань, наприклад автоматичних вимірювальних систем.

1.4.1. Статична характеристика перетворення.

Однією з основних метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів є **статична характеристика перетворення** (так звана **функція перетворення** чи **градуювальна характеристика**).

Вона встановлює залежність інформативного параметра y вихідного сигналу вимірювального перетворювача від інформативного параметра x вхідного сигналу.

Статична характеристика нормується шляхом завдання в формі **рівняння, графіка** або **таблиці**. Поняття статичної характеристики можна застосувати і до вимірювальних приладів, якщо під незалежною змінною x розуміти значення вимірюваної величини або інформативного параметра вхідного сигналу, а під залежною величиною y - показання приладу.

Якщо статична характеристика перетворення лінійна, тобто: $y = Kx$, то коефіцієнт K називається **чутливістю** вимірювального приладу (перетворювача). В іншому випадку під чутливістю слід розуміти похідну від

статичної характеристики.

1.4.2. Метрологічна характеристика міри, як засобу вимірювання.

Метрологічна характеристика міри характеризується;

- номінальним значенням;
- дійсним значенням.

Номінальне значення міри - це значення величини, що зазначено на мірі або приписано їй.

Дійсне значення міри - це значення величини, що відтворюється мірою.

1.4.3. Метрологічні характеристики вимірювальних приладів.

Вимірювальні прилади складаються з:

- чутливого елемента, який знаходиться під безпосередньою дією фізичної величини;
- вимірювального механізму;
- відлікового пристосування.

Відлікове пристосування показує чого приладу має шкалу і показчик, що виконаний у вигляді матеріального стрижня-стрілки, або у вигляді променя світла - світлового показчика.

Шкала має сукупність відміток і проставлених біля деяких з них чисел відліку, що відповідають ряду послідовних значень величини.

Основними метрологічними характеристиками вимірювальних приладів є:

- ціна поділки шкали;
- початкове і кінцеве значення шкали;
- діапазон показань;
- межа вимірювань;
- варіація показів;
- стабільність приладу;
- вимірювальне зусилля приладу;
- клас точності приладу.

Ціна поділки шкали - це різниця значень величини, що відповідає двом сусіднім відміткам шкали - тобто та зміна вимірюваної величини, якій би відповідало переміщення показчика приладу на одну поділку шкали.

Якщо *чутливість приладу постійна* в кожній точці діапазону вимірювання, то *шкала називається рівномірною*.

При *нерівномірній шкалі* нормується найменша ціна поділки шкали вимірювальних приладів.

У цифрових приладів шкали в явному вигляді немає, і на них замість *ціни ділення* вказується *ціна одиниці молодшого розряду числа* в показанні приладу.

Чутливість приладу визначається відношенням сигналу на виході приладу до викликаного ним зміни вимірюваної величини.

Початкове і кінцеве значення шкали - це найменше і найбільше значення вимірюваної величини, що визначена на шкалі.

Діапазон показань - це область значень вимірюваної величини, для якої нормовані допустимі похибки приладу.

Межа вимірювань - це найбільше або найменше значення діапазону вимірювань.

Варіації показів - це різниця показів приладу, що відповідають даній точці діапазону вимірювань при двох напрямках повільних вимірювань показів приладу.

Стабільність засобу вимірювання - це якість засобу вимірювання, що відображає незмінність в часі його метрологічних характеристик.

Вимірювальне зусилля приладу - це сила, що створюється приладом при контакті з виробом і діє по лінії вимірювання.

Воно, як правило, викликається пружиною, яка забезпечує контакт чутливого елемента приладу, наприклад, вимірювального наконечника, з поверхнею вимірюваного об'єкта. При деформації пружини має місце зміна зусилля: різниця між найбільшим і найменшим значеннями - це максимальне коливання вимірювального зусилля.

Клас точності засобів вимірювання - це узагальнена метрологічна характеристика, яка визначається межами допустимих і додаткових похибок, а також іншими властивостями засобів вимірювання, що впливають на їх точність і визначаються стандартами на окремі види засобів вимірювання.

Клас точності засобу вимірювань вибирається з ряду:

$(1; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6) * 10^n$; де $n = 1; 0; -1; -2$ і т. д.

Клас точності може виражатися одним числом, якщо переважає одна із складових похибки - аддитивна чи мультиплікативна, або дробом, якщо адитивну і мультиплікативну похибки можна порівняти (наприклад, 0,2 / 0,05 - адд. / мульт.).

Клас точності може виражатися одним числом, якщо переважає одна із складових похибки - аддитивна чи мультиплікативна, або дробом, якщо адитивну і мультиплікативну похибки можна порівняти (наприклад, 0,2 / 0,05 - адд. / мульт.).

Клас точності, хоча і характеризує сукупність метрологічних характеристик даного засобу вимірювання, однак не визначає однозначно точність вимірювань, оскільки остання залежить від методу вимірювання і умов їх виконання.

В країні ведеться державний реєстр засобів вимірювання. Робиться це з метою:

- формування раціональної номенклатури засобів вимірювання і державних стандартних зразків, своєчасного освоєння нових типів вимірювальної техніки та зняття з виробництва застарілих засобів вимірювання;

- обліку засобів вимірювання і державних стандартних зразків затверджених типів і створення централізованих державних фондів інформаційних даних про засоби вимірювання та стандартні зразки, що допущені в виробництво і випуск в обіг;

- забезпечення зацікавлених підприємств і організацій, у тому числі

національних органів метрологічної служби інших країн, необхідною інформацією щодо фонду державного реєстру.

Схема метрологічних характеристик приладів приведена на рис. 8

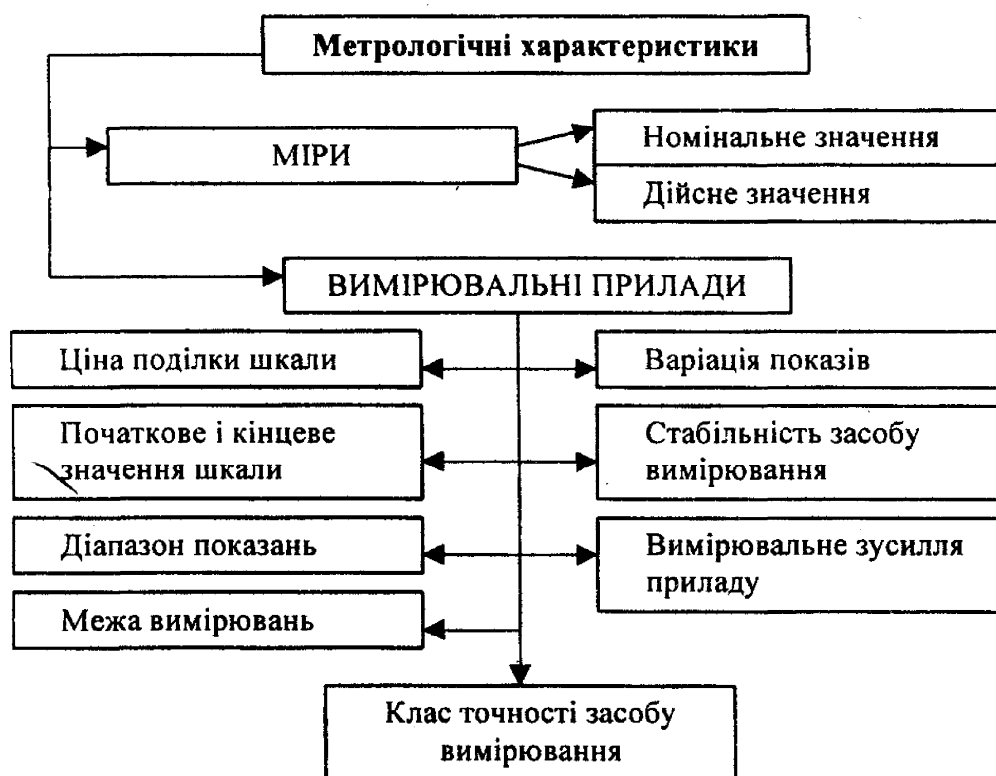


Рис. 8. Схема метрологічних характеристик

1.4.4. Вибір засобів вимірювання в техніці.

При контролі якості матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, технологічного процесу і готових виробів найчастіше використовуються такі засоби вимірювання.

Для вимірювання лінійних величин: лінійка вимірювальна металева, мікрометр, штангенрейсмус, штангенциркуль, товщиномір індикаторний, курвиметр, мікроскоп.

Для вимірювання куткових величин: кутомір з ноніусом, мікроскоп.

Для вимірювання маси - ваги технічні та лабораторні.

Для вимірювання сили - розривні машини і динамометри різних конструкцій.

Для вимірювання тиску - манометри різних конструкцій.

Для вимірювання температури - термометри ртутні скляні лабораторні, термометри біметалеві, потенціометри автоматичні самопишущі та показуючі різних конструкцій, термопари, термофарби.

Для вимірювання часу - секундоміри різних конструкцій, годинники псчані настільні тощо.

Для вимірювання вологості повітря - гігрометри, гігрографи, психрометри різних конструкцій.

Для вимірювання швидкості переміщення повітря - анемометри різних конструкцій.

Для вимірювання електричних величин: амперметри, вольтметри тощо.
Схема вибору засобів вимірювання наведена на рис. 9.



Рис. 9. Схема вибору засобів вимірювання в техніці

При виборі засобів вимірювання враховуються їх метрологічні характеристики, експлуатаційні фактори (організаційна форма контролю, особливості конструкції и розміри виробів, продуктивність обладнання та ін.), а також економічні міркування. Важливе значення має правильний вибір допустимих похибок засобів вимірювання: недостатня точність засобів вимірювання призводить до зниження якості продукції і підвищення її собівартості, висока точність підвищує трудомісткість та вартість вимірювань і призводить до збільшення витрат на виробництво.

Вибір засобів вимірювання проводиться відповідно до державних

стандартів, які встановлюють допустиму похибку вимірювань в залежності від граничних відхілень контрольованого параметра.

1.5. Повірка засобів вимірювання.

1.5.1. Загальні уявлення.

Повіркою засобів вимірювання називається сукупність дій, які виконуються для визначення та оцінки похибки засобів вимірювання з метою встановлення відповідності точнісних характеристик регламентованим значенням і придатності засобу вимірювання для використання.

Повірі не підлягають засоби виміральної техніки, які використовуються тільки для встановлення факту зміни значення фізичної величини без якісної оцінки цієї зміни. Вони можуть бути віднесені до індикаторів, На чільній стороні їх наносять позначку " (індикатор).

Можуть не підлягати періодичній повірі засоби вимірювання, які використовуються з метою навчальних або демонстраційних цілей. На них наносяться чіткі позначки 'У' (навчальний). Для інших цілей ці засоби вимірювання не можуть бути використані. Контроль за їх справністю повинен здійснюватися в порядку, встановленому правилами експлуатації, і відповідати вимогам навчального процесу. Всі інші засоби вимірювання підлягають повірі.

1.5.2. Види повірок.

Вид повірки залежить від того, якою метрологічною службою вона проводиться (державною або відомчою), на якому етапі роботи засобів вимірювання (первинна, періодична, позачергова), від характеру повірки (інспекційна, експертна).

Класифікація повірок дана на рис. 10.

1.5.3. Організація повірки.

Організація і проведення повірки засобів вимірювання регламентується двома державними стандартами: ГОСТ 8.002-86 і ГОСТ 8.513-84.

Державну повірку проводять територіальні органи Держстандарту.

Державній повірі підлягають засоби вимірювання, що використовуються в якості вихідних зразкових при проведенні державних випробувань і метрологічної атестації, градування і повірки на підприємствах і організаціях і т.п.

Конкретна номенклатура робочих засобів вимірювання, які повинні проходити обов'язкову державну повірку, регулярно переглядається і публікується Держстандартом.

Відомчій повірі підлягають засоби контролю режимів технологічного процесу, якості матеріалів, напівфабрикатів, готових виробів; засоби вимірювання, що використовуються для проведення хімічного аналізу матеріалів і т. ін.

Первинну повірку проводять при випуску засобів вимірювання з

виробництва і після ремонту.

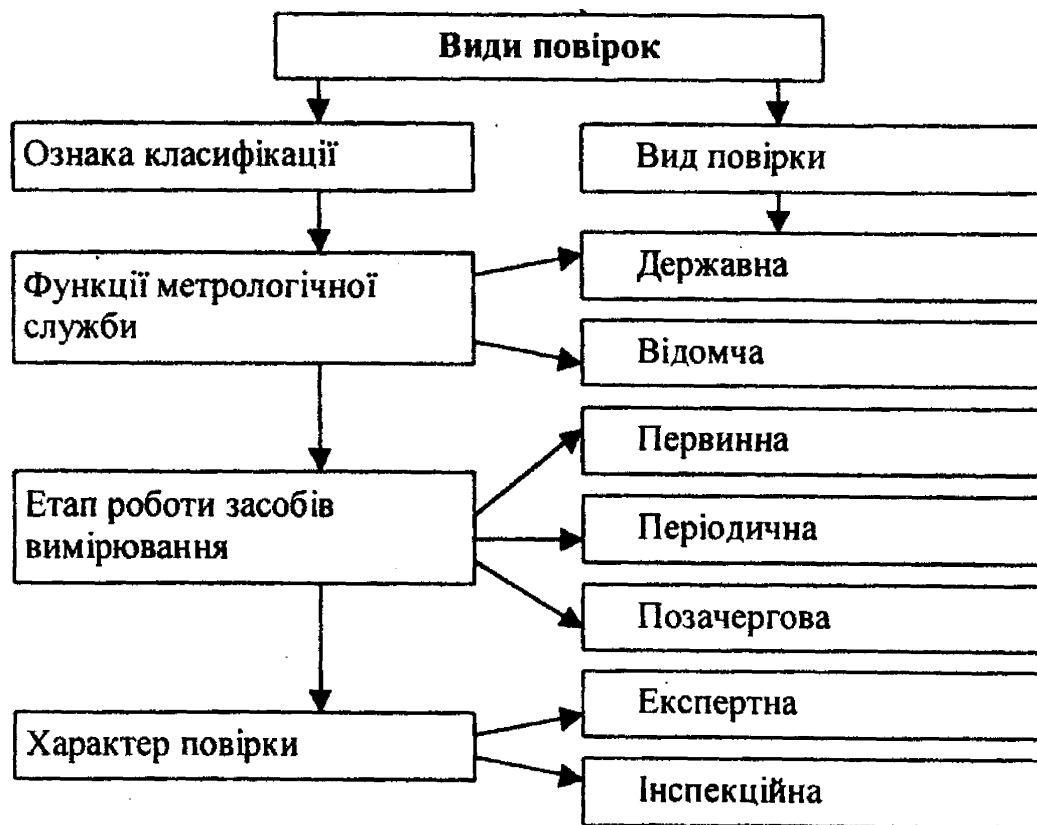


Рис. 10. Схема класифікації повірок засобів вимірювання.

Періодична повірка проводиться для всіх засобів вимірювання. Для цього метрологічною службою підприємства або організації складається річний план-графік проведення повірки засобів вимірювання, який затверджується керівником підприємства. При значній кількості засобів вимірювання замість річних планів-графіків складається календарний графік у вигляді переліку засобів вимірювання із зазначенням періодичності та строків їх повірки.

Позачергова повірка проводиться при експлуатації і зберіганні засобів вимірювання незалежно від термінів їх періодичної повірки. Здійснюють її при:

- установленні засобів вимірювання, що є комплектуючими виробами, після того, як пройшла половина їх гарантійного терміну, якщо термін їх повірки настає раніше терміну повірки засобів вимірювання, в комплект яких вони входять;

- пошкодженні повірочні тавра, пломби або втрата документів, що підтверджують проходження засобом вимірювання періодичної або первинної повірки;

- впровадженні засобів вимірювання після довгого зберігання, протягом якого вони не підлягали періодичній повірці;

- необхідності переконатися в справності засобів вимірювання при проведенні вхідного контролю на підприємстві і поверненні на зберігання після експлуатації.

Експертну повірку проводять органи державної метрологічної служби при метрологічній експертизі засобів вимірювання за вимогою суду, прокуратури, держарбітражу, а також окремих громадян, коли виникають спірні питання.

Інспекційна повірка проводиться при здійсненні на підприємствах і в організаціях метрологічного нагляду або контролю за станом та використанням засобів вимірювання для встановлення їх справності, правильності результатів останньої повірки, відповідності прийнятих міжповірочних інтервалів умовам експлуатації.

Якщо результати перевірки показали незадовільний стан засобів вимірювання, то повірочні клейма погашають, свідоцтва про повірку анулюють, а в паспортах або інших документах, що їх замінюють, роблять запис про непридатність їх до використання.

1.5.4. Методи повірки (калібрування) та повірочні схеми.

Допускається застосування чотирьох методів повірки (калібрування) засобів вимірювання:

- безпосереднє порівняння з еталоном;
- порівняння з допомогою компаратора;
- прямі вимірювання величин;
- непрямі вимірювання величин.

Метод безпосереднього порівняння повіряючого (калібруючого) засобу вимірювання з еталоном відповідного розряду широко застосовується для різних засобів вимірювань в таких областях, як електричні та магнітні вимірювання, для визначення напруги, частоти і сили струму.

В основі методу лежить проведення одночасних вимірювань однієї і тієї ж фізичної величини повіряючим (калібруючим) і етальонним приладами. При цьому визначають похибку, як різницю показань повіряючого і етальонного засобу вимірювання, приймаючи показання етальона за дійсне значення величини. Зручність цього методу в його простоті, наочності, можливості застосування автоматичної повірки, відсутності потреби в складному обладнанні.

Метод порівняння за допомогою компаратора. Компаратор - прилад порівняння, за допомогою якого порівнюються повірочні (калібруючі) і етальонні засоби вимірювання. Потреба в компараторі виникає при неможливості порівняння показань приладів, які вимірюють одну й ту ж величину.

Наприклад, двох вольтметрів, один з яких придатний для постійного струму, а інший - змінного. В подібних ситуаціях в схему повірки (калібрування) вводиться проміжний кільце-компаратор. Для даного прикладу знадобиться потенціометр, який буде компаратором. На практиці компаратором може бути будь-який засіб вимірювання, якщо він однаково реагує на сигнали як повіряючого (калібруючого), так і етальонного вимірювального пристроїв. Перевагою даного методу фахівці вважають послідовне в часі порівняння двох величин.

Метод прямих вимірювань застосовується, коли дійсне значення

вимірювальних величин визначається прямим виміром.

Метод непрямих вимірювань застосовується, коли дійсне значення вимірювальних величин неможливо визначити прямим виміром або коли непрямі вимірювання точніше, ніж прямі. Цим методом визначають не вимірювальну величину, а інші величини, пов'язані з нею певною залежністю. Розшукувана величина визначається розрахунковим шляхом. Наприклад, при повірці вольтметра постійного струму еталонним амперметром установлюють силу струму, одночасно визначаючи опір.

Метод непрямих вимірювань зазвичай застосовують в установках автоматизованої повірки (калібрування). Розрахункове значення напруги порівнюють з показниками повіряючого (калібруючого) вольтметра.

1.5.5. Повірочні схеми.

Для забезпечення правильної передачі розмірів одиниць вимірювання від еталону до робочих засобів вимірювання складають повірочні схеми.

Повірочні схеми встановлюють метрологічні відповідності державного еталона, розрядних еталонів і робочих засобів вимірювання.

Повірочні схеми бувають:

- державні;
- локальні.

Державні повірочні схеми розповсюджуються на всі засоби вимірювання даного виду, які застосовуються в країні.

Локальні повірочні схеми призначені для метрологічних органів міністерств, поширюються вони також і на засоби вимірювання підлеглих підприємств. Крім того, може складатися локальна схема на засоби вимірювання, які використовуються на конкретному підприємстві. Всі локальні повірочні схеми повинні відповідати вимогам, які визначені державною повірочною схемою, рис. 11.

Державні повірочні схеми розробляються науково-дослідними інститутами Держстандарту України, власниками державних еталонів.

У деяких випадках буває неможливо одним еталоном відтворювати весь діапазон величин, тому в схемі може бути передбачено декілька первинних еталонів, які в сукупності відтворюють всю шкалу вимірювань. Наприклад, шкала температури від 1,5 до $1 \cdot 10^5$ (5) К відтворена двома державними еталонами.

Державні повірочні схеми затверджуються Держстандартом України, а **локальні** - відомчими метрологічними службами або керівництвом підприємства.

Розглянемо в загальному вигляді зміст державної повірочної схеми.

Найменування еталонів і робочих засобів вимірювань зазвичай розміщують в прямокутниках (інколи для державного еталона використовується прямокутник двоконтурний). Тут же вказують метрологічні характеристики для даної сходинки схеми.

У нижній частині схеми розміщення робочі засоби вимірювань, які в залежності від їх ступеня точності (тобто похибки вимірювань) поділяють на

чотири категорії: найвищої точності, високої точності, середньої точності, найнижчої точності.

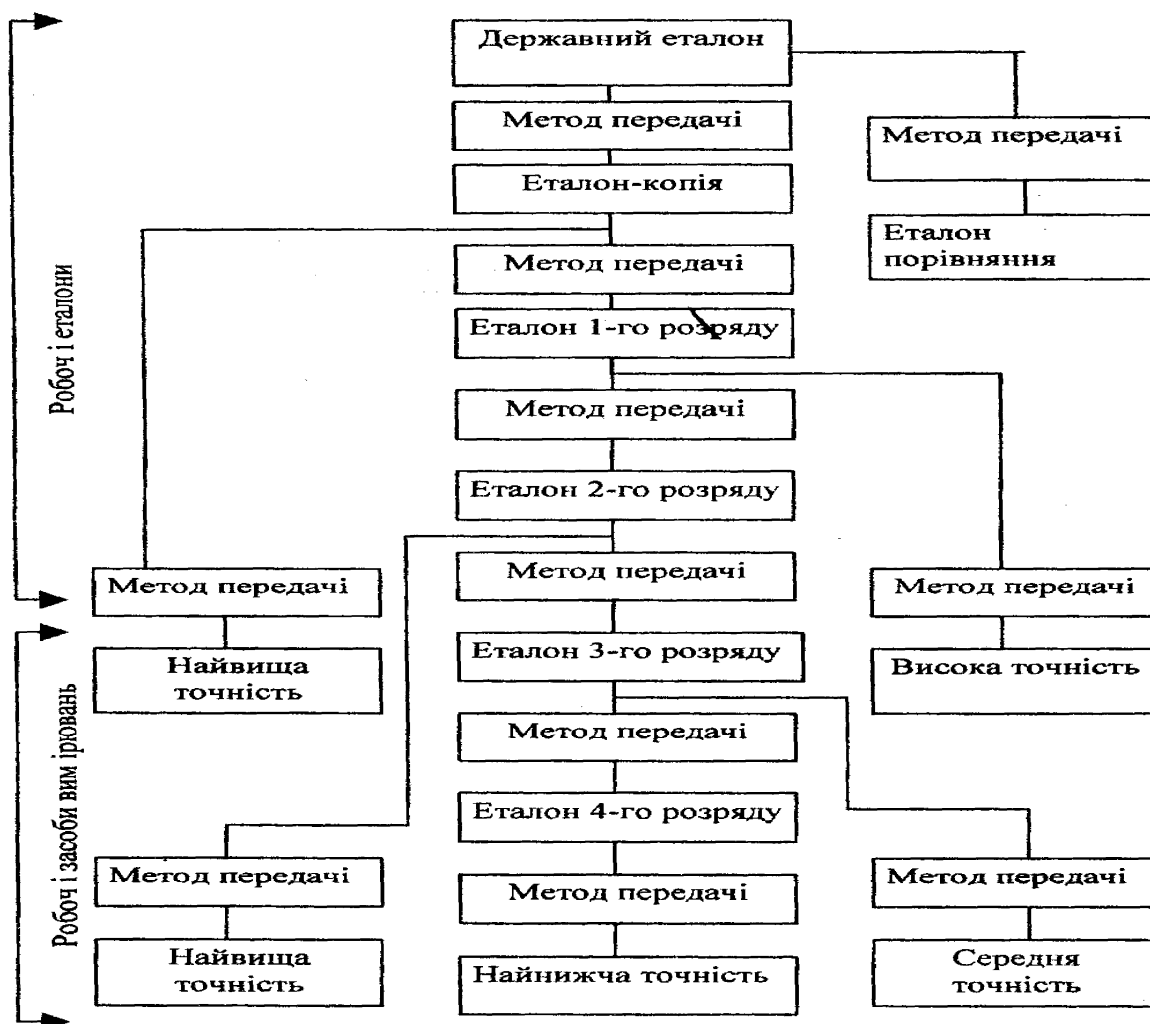


Рис. 12. Загальний вигляд державної повірочної схеми.

Найвища точність зазвичай співвідноситься зі ступенем похибки засобів вимірювання державного зразка. У кожного ступеня повірочної схеми регламентується порядок (метод) передачі розміру одиниці.

Найменування методів повірки (калібрування) може розміщуватись в овалах, в яких також вказується допустима похибка методу повірки (калібрування). Основним показником достовірності передачі розміру одиниці величини є співвідношення похибки засобів вимірювань між вищим і нижчим ступенями повірочної схеми. В ідеалі це співвідношення має бути 1:10, але на практиці досягти цього не вдається, і мінімально допустимим співвідношенням прийнято вважати 1:3. Чим більша величина цього співвідношення, тим менше переконань в достовірності показань вимірювального приладу.

При розробці конкретних повірочних схем необхідно дотримуватися наведеної схеми. Суворе виконання повірочних схем і своєчасна повірка розрядних еталонів - необхідні умови для передачі достовірних розмірів одиниць вимірювання робочим засобам вимірювання.

1.6. Метрологічна служба України.

1.6.1. Загальні уявлення про метрологічну службу України.

Метрологічна служба України - одна з ланок державного управління, основними завданнями якого є здійснення комплексу заходів з метрологічного забезпечення діяльності підприємств і організацій, з забезпечення єдності і метрологічної точності вимірів, підвищення ефективності виробництва і якості виготовленої продукції.

Залежно від функцій, які виконує метрологічна служба, її поділяють на:

- державну;
- відомчу.

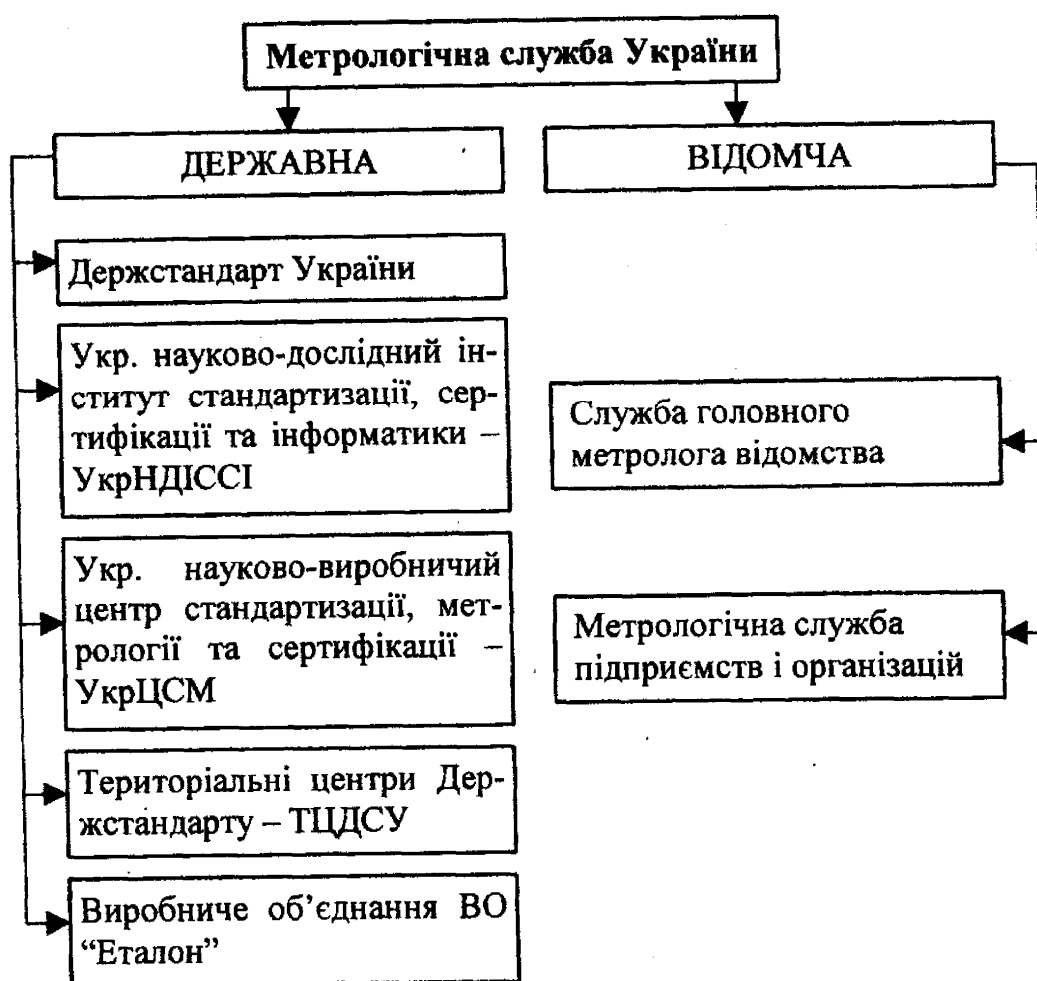


Рис.13. Схема структури метрологічної служби України.

1.6.2. Державна метрологічна служба України.

Державна метрологічна служба включає:

- *Держстандарт України*, який здійснює керівництво діяльністю метрологічної служби країни та її координацію;
- *Український науково-дослідний інститут стандартизації,*

сертифікації та інформатики (УкрНДІССІ) на який покладена:

- розробка науково-методичних, організаційних, техніко-економічних і правових основ метрологічного забезпечення;
- прогнозування розвитку метрологічної служби і еталонної бази країни;
- координація робіт зі створення сучасного повірочного обладнання, рухомих і стаціонарних повірочних лабораторій на основі комплектних повірочних установок і лабораторій групами повірочних засобів вимірювання;
- уніфікація, стандартизація та агрегація повірочного обладнання;
- проведення державних випробувань і ведення обліку в державному реєстрі засобів вимірювання;
- експертиза і підготовка до затвердження всіх державних еталонів одиниць фізичних величин і державних стандартів на державні повірочні схеми, методи і засоби повірки, які розробляються метрологічними організаціями Держстандарту України;
- координація та виконання робіт з нормування метрологічних характеристик, впровадження автоматизованої інформаційно-керуючої системи, визначення потреби метрологічної служби країни в робочих еталонах і зразкових засобах вимірювання;
- державний метрологічний нагляд за станом і використанням засобів вимірювання, метрологічним забезпеченням виробництва продукції і видів діяльності відомств, розробкою і виробництвом засобів вимірювання;
- проведення аналізу стану вимірювань в країні і розробка на його основі комплексних програм метрологічного забезпечення;
- розвиток окремих видів вимірювання.

- **Український науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації** (УкрЦСМ), на який покладена:

- координація та виконання фундаментальних наукових досліджень і науково-дослідних робіт в області теоретичних основ метрології по створенню та вдосконаленню методів і засобів вимірювання найвищої точності, а також щодо встановлення значень фундаментальних фізичних констант;
- розробка та удосконалення комплексів державних і робочих еталонів і вихідних зразкових засобів вимірювання за закріпленими за ними видами вимірювань;
- забезпечення відтворення розмірів одиниць фізичних величин і їх передача робочим еталонам і вихідним зразковим засобам вимірювання;
- проведення державних випробувань засобів вимірювання, розробка нормативно-технічної документації на методи і засоби повірки засобів вимірювання, розгляд проектів державних стандартів з метрологічного забезпечення об'єктів стандартизації, підготовка висновків на них і контроль за їх розробкою;
- зберігання державних і робочих еталонів, вихідних зразкових засобів вимірювань.

- Територіальні центри Держстандарту України (ТЦГСУ), на які покладено:

- проведення державних випробувань та повірки засобів вимірювання;

- метрологічна атестація вимірювальних і аналітичних лабораторій, випробувальних центрів та служб, вимірювальних й випробувальних стендів, систем і обладнання;
 - державний метрологічний нагляд за станом метрологічного забезпечення в країні;
 - реалізація потреб країни в метрологічному забезпеченні, включаючи прокат засобів вимірювання, проведення за заявками підприємств та організацій особливо точних вимірювань;
 - методичне керівництво діяльністю відомчої метрологічної служби та її координація;
 - державний нагляд за своєчасним зняттям з виробництва застарілих типів засобів вимірювання і розробка комплексних програм метрологічного забезпечення країни;
 - техніко-економічний аналіз стану і результатів роботи з метрологічного забезпечення країни;
 - розробка пропозицій та реалізація заходів щодо удосконалення організації та підвищення метрологічного забезпечення країни;
 - удосконалення державних повірочних схем;
 - підвищення технічного рівня методів і засобів повірки;
 - механізація і автоматизація повірочних робіт;
 - систематична інформація Держстандарту, його метрологічних служб, місцевих органів про стан метрологічного забезпечення країни;
 - підготовка кадрів метрологів і поширення передового досвіду робіт з метрологічного забезпечення.
- **Виробниче об'єднання "Еталон"**, до складу якого входять промислові підприємства і майстерні, що здійснюють виготовлення робочих еталонів та повірочного обладнання, які необхідні, для обладнання метрологічних служб, а також проводять ремонт і юстування, гарантійний ремонт та технічне обслуговування засобів вимірювання.

1.6.3. Відомча метрологічна служба України.

До відомчої метрологічної служби відносяться:

- служба головного метролога відомства;
- метрологічна служба підприємства і організації.

Служба головного метролога відомства здійснює організаційно-методичне керівництво діяльністю всіх ланок метрологічної служби та контроль за виконанням робіт щодо:

- визначення основних напрямків і розробки програм діяльності відомства з метрологічного забезпечення;
- перспективного та поточного планування заходів з метрологічного забезпечення діяльності відомства;
- розробки пропозицій до планів державної і відомчої стандартизації з урахуванням науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт інших відомств;
- проведення аналізу стану вимірювань і метрологічного забезпечення

діяльності відомства;

- перевірки, ремонту, метрологічної атестації, прокату засобів вимірювальної техніки;
- проведення точних і спеціальних вимірювань;
- збирання матеріалів про технічний рівень і якість засобів вимірювання;
- обліку парку засобів вимірювання;
- розробки пропозицій по створенню нових засобів і методів вимірювань, у тому числі повірочного устаткування і розробки технічного завдання на його проектування;
- створення метрологічної служби на підприємствах і в організаціях;
- збирання та обробки матеріалів про стан метрологічного забезпечення в системі відомства, підготовки їх до розгляду керівництвом відомства і забезпечення ними зацікавлених організацій;
- впровадження державних стандартів державної системи вимірювань, галузевих стандартів і нормативних документів на підприємствах і в організаціях та контролю за їх впровадженням і виконанням;
- підготовки та підвищення кваліфікації працівників метрологічної служби відомства.

На **метрологічну службу підприємства і організації** покладена:

- координація та керівництво роботою різних підрозділів підприємства, які спрямовані на забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань;
- впровадження сучасних засобів і методів вимірювання, стандартів та інших нормативних документів, які регламентують норми точності вимірювань, метрологічні характеристики засобів вимірювання, методики виконання вимірювань, методи і засоби перевірки, вимоги до метрологічного забезпечення підготовки виробництва і випуску нових видів продукції;
- розробка перспективних і річних планів робіт метрологічної служби, складання заявок і придбання засобів вимірювання, укладення договорів на розробку і впровадження нової вимірювальної техніки і здійснення контролю за їх виконанням;
- проведення метрологічної експертизи технічної документації на розроблювані вироби і вибір за даними експертизи засобів вимірювання і методик виконання вимірювань, які забезпечують достовірний контроль технологічних процесів і якостей продукції;
- розробка разом з проектно-конструкторськими, конструкторськими і технологічними організаціями технічних завдань на проектування засобів вимірювань для даного підприємства;
- здійснення метрологічного забезпечення при створенні і випробуванні нових видів продукції;
- здійснення контролю за станом та зберіганням засобів вимірювання, які знаходяться у всіх підрозділах підприємства, правильністю використання методик виконання вимірювань та аналізу якостей сировини, матеріалів, напівфабрикатів, правильністю монтажу і налагодження засобів вимірювань;
- складання планів і календарних графіків ремонту та перевірки засобів вимірювання, які підлягають обов'язковій державній або відомчій повірці в

організаціях державної або відомчої метрологічної служби, і контроль за їх виконанням;

- організація ремонту засобів вимірювання силами підприємства, використання прокатного і обмінного фондів засобів вимірювання;
- визначення потреби підприємства в зразкових і робочих засобах вимірювань, стандартних зразках складу і властивостей речовин і матеріалів;
- проведення метрологічних випробувань нестандартизованих засобів вимірювання, які виготовлені в одиничних екземплярах або разовими партіями для потреб підприємства;
- організація підготовки та підвищення кваліфікації працівників підприємства з метрологічного забезпечення виготовлення продукції;
- подання до вищих організації та територіальні органи Держстандарту України відомостей про діяльність метрологічної служби підприємства;
- сприяння органам Держстандарту України і відповідним організаціям міністерств і відомств при здійсненні ними державного нагляду і відомчого контролю за метрологічним забезпеченням розробки, виробництва та випробувань продукції і діяльності метрологічної служби підприємства.

1.6.4. Державні випробування засобів вимірювання

Предмет випробувань.

Державні випробування засобів вимірювання служать для:

- забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань в країні;
- забезпечення потрібних якостей засобів вимірювання;
- підвищення їх точності, надійності і ефективності використання;
- встановлення раціональної номенклатури;
- розробці та постановці на виробництво засобів вимірювання, які відповідають сучасним вимогам - технічним, експлуатаційним і естетичним.

Об'єкт випробування.

Випробуванням підлягають зразки:

- засобів вимірювання, які запропоновані до:
- серійного виробництва;
- ввезення з-за кордону партіями;
- випуску в обіг в країні засобів контролю якості матеріалів і виробів;
- засобів вимірювань для контролю, регулювання та управління технологічними процесами, режимами роботи машин та устаткування та ін..

Предмет і об'єкт випробувань розглянемо на рис. 14.

Мета випробувань.

При проведенні випробувань:

- встановлюють доцільність серійного виробництва засобів вимірювання або закупівлі імпортних;
- перевіряють забезпеченість розробки і виготовлення засобів вимірювань методами і засобами повірки;
- перевіряють правильність вибору засобів вимірювань;
- перевіряють можливість ремонту при експлуатації;
- перевіряють відповідність виготовлених і імпортних засобів вимірювання

типу, затвердженому Держстандартом, і вимогам нормативної документації.

Види випробувань.

Відповідно до стадії розробки, постановки на виробництво і виробництва засобів вимірювання встановлено два види випробувань:

- приймальні;
- контрольні.

Схема змісту державних випробувань дана на рис. 14.

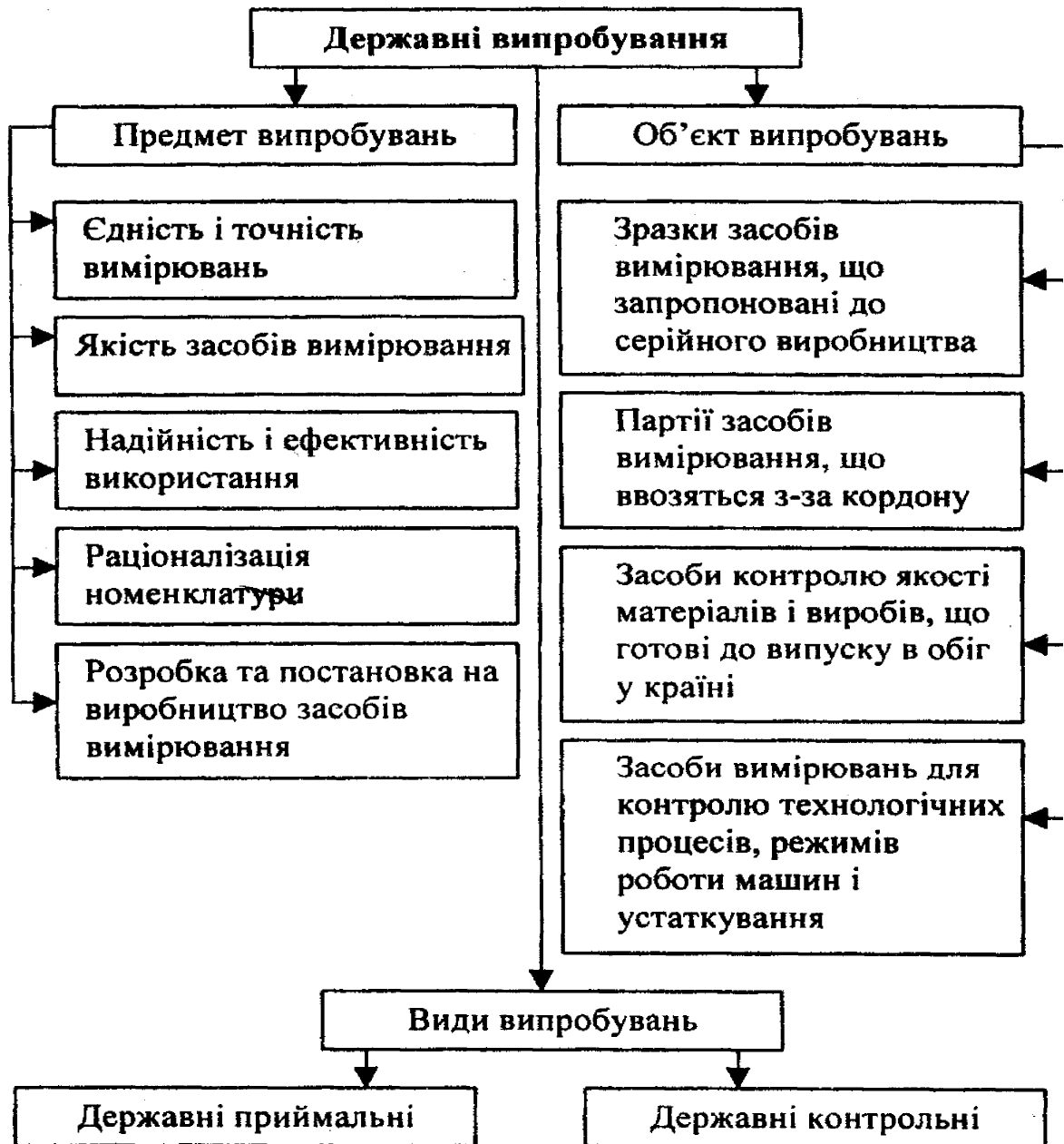


Рис. 14. Схема змісту державних випробувань

Державні приймальні випробування проводяться для експериментальних зразків засобів вимірювання нових типів, запропонованих для серійного виготовлення, і зразків засобів вимірювання, що поставляються з-за кордону.

При випробуванні засобів вимірювання перевіряють:

- відповідність їх технічного рівня і призначення технічному завданню на розробку проекту технічних умов або стандарту на засоби вимірювання даного типу;
- правильність нормування метрологічних характеристик і можливість їх контролю при виробництві, після ремонту і в процесі експлуатації;
- ремонтпридатність;
- відповідність нормованих показників надійності і методів їх контролю, вказаних в проекті технічних умов, вимогам нормативної документації;
- результати розрахунку і рекомендовану періодичність повірок;
- можливість проведення повірки відповідно до нормативної документації на методи й засоби повірки або їх проектами.

Державним контрольним випробуванням підлягають зразки з установочної серії, а також засоби вимірювання, що серійно виготовляються або ввозяться з-за кордону партіями.

Контрольні випробування проводять:

- після закінчення терміну дії дозволу на серійне виробництво і випуск в обіг в країні;
- при внесенні в конструкцію засобів або технологію їх виготовлення змін, які впливають на нормування метрологічних характеристик;
- при перевірці відповідності засобів, які виготовляються або періодично ввозяться з-за кордону, типам і вимогам експлуатаційної документації на них, у тому числі при наявності відомостей про погіршення їх якості.

Контрольні випробування засобів вимірювання проводять територіальні органи Держстандарту, які можуть залучати різні організації метрологічної служби та інші зацікавлені організації.

При контрольних випробуваннях перевіряють:

- відповідність виготовлення засобів вимірювання типу, затвердженим Держстандартом, і вимогам технічних умов і стандартів, або документації фірми-виробника;
- відповідність стану метрологічного забезпечення виробництва і метрологічного обслуговування засобів вимірювання при експлуатації.

Результати контрольних випробувань засобів вимірювання є основою для прийняття рішення про їх виробництво та випуск в обіг в країні.

1.7. Метрологічне забезпечення, контроль, експертиза і атестація.

1.7.1. Метрологічне забезпечення підготовки виробництва.

Метрологічне забезпечення підготовки виробництва (МОПП) - це комплекс організаційно-технічних заходів, які забезпечують визначення з необхідною точністю характеристик виробів, напівфабрикатів, вузлів, матеріалів, сировини, параметрів технологічного процесу і обладнання, що дозволяє домогтися значного підвищення якості продукції, що виготовляється і зниження непродуктивних витрат на її розробку і виробництво.

Нормативною базою МОПП є стандарти державної системи вимірювань,

єдиної системи технологічної підготовки виробництва, галузеві стандарти, стандарти підприємства, організаційно-методична і інструктивна документація, що регламентує такі правила, і положення МОПП:

- встановлення раціональної номенклатури вимірюваних параметрів і норм точності вимірювань, які забезпечують достовірність вхідного і приймального контролю виробів, вузлів і матеріалів, а також контролю характеристик технологічних процесів і обладнання;

- забезпечення технологічних процесів найсучаснішими методиками виконання вимірювань, які гарантують необхідну точність вимірювань, атестація і стандартизація цих методик;

- забезпечення метрологічного обслуговування і, в першу чергу, повірка засобів вимірювання відповідно до ГОСТ 8.002-71 і ГОСТ 8.513-84;

- забезпечення умов виконання вимірювань, встановлених у нормативній документації;

- підготовка виробничого персоналу і працівників відповідних служб підприємства до виконання контрольних-вимірювальних операцій, перевірки, ремонту та юстування;

- організація і проведення метрологічного контролю або експертизи технічної документації у відповідності до ГОСТ 8.103-73.

1.7.2. Метрологічний контроль і експертиза.

Метрологічний контроль проводять при наявності необхідної документації, що встановлює вимоги до метрологічного забезпечення. Якщо такої документації немає, то необхідна метрологічна експертиза. Метрологічний контроль або експертизу рекомендується проводити одночасно з нормоконтролем технічної документації.

Під метрологічної експертизою технічної (конструкторської та технологічної) документації розуміють аналіз і оцінку технічних рішень з вибору параметрів, які підлягають вимірюванню, встановленню норм точності і забезпеченню методами і засобами вимірювання процесів розробки, виготовлення, випробування, експлуатації та ремонту виробів.

Конкретні види технічних документів, які підлягають метрологічній експертизі, порядок пред'явлення документації на експертизу, методи проведення експертизи окремих видів документів, підрозділи підприємства, які проводять експертизу, і її терміни регламентуються в залежності від виду виробів і характеру виробництва стандартами. іншими нормативними документами та наказами по підприємству.

Відповідно до цих документів, метою метрологічної експертизи є забезпечення достовірності, зіставлення та техніко-економічної ефективності вимірювань, використання сучасних методів, засобів вимірювання та методик виконання вимірювань.

Завдання метрологічної експертизи визначаються таким чином:

- приведення документації у відповідність з метрологічними правилами і нормами, які закладені в стандартах державної системи вимірювань, єдиної системи технологічної документації, єдиної системи конструкторської

документації, єдиної системи технологічної підготовки виробництва;

- контроль відповідності методик виконання вимірювань з вимогами метрологічного забезпечення процесів виробництва і контролю якості продукції;

- використання сучасних і прогресивних методів та засобів вимірювання, які забезпечують задану точність, зниження трудомісткості та собівартості контрольних операцій;

- контроль правильності використання фізичних величин, їх позначень; округлення числових значень відповідно до точністю вимірювань; відповідність використаної термінології чинним стандартам.

1.7.3. Метрологічне забезпечення нестандартизованих засобів вимірювань.

На підприємствах і в організаціях для забезпечення виробничих процесів виготовлення деталей і виробів, випробування, контролю режимів технологічного процесу, проведення експериментальних і науково-дослідних робіт використовують засоби вимірювання спеціального призначення. Як правило, такі засоби вимірювання виготовляють самі підприємства і організації, або за їх заявкою сторонні організації одиничними екземплярами або окремою партією без наступного відтворення. Група таких засобів вимірювання отримала назву - *нестандартизовані засоби вимірювання (НЗВ)*.

З метою забезпечення єдності і достовірності вимірювань, які виконуються за допомогою НЗВ, Держстандартом встановлені єдині вимоги до метрологічного забезпечення їх виробництва і експлуатації:

- виготовлення відповідно до технічного завдання та технічних умов;

- забезпечення нормативною документацією і технічними засобами, необхідними для повірки та технічного обслуговування при виготовленні і експлуатації; постійної придатності для виконання вимірювань з нормованою для них точністю і своєчасним вилученням із обігу непридатних до використання;

- встановлення раціональної номенклатури;

- включення в державну повірочну схему або встановлення іншого порядку їх зв'язку з державним еталоном;

- впорядкування метрологічного нагляду (контролю);

- проведення метрологічної експертизи технічного завдання, технічної документації, метрологічної атестації та повірки.

Порядок проведення робіт з метрологічного забезпечення НЗВ в відомствах регламентується галузевим документом, погодженим з Держстандартом.

1.7.4. Атестація нестандартних засобів вимірювання.

Нестандартизовані засоби вимірювання (НЗВ) допускається використовувати виключно після їх метрологічної атестації, яку проводять з метою встановлення метрологічних характеристик, повірки їх відповідності вимогам технічного завдання, технічних умов і стандартів державної системи

вимірювань, визначення метрологічних характеристик, що підлягають контролю при експлуатації, а також придатність НЗВ для використання у відповідності з призначенням.

Метрологічна атестація може бути:

- **державною**, що проводиться органами Держстандарту;
- **відомчою**, що проводиться метрологічними службами відомств і підприємств.

Державній метрологічній атестації підлягають НЗВ:

- які призначені для використання в системі Держстандарту або розроблені його органами як вихідні;
- зразкові для повірки засобів вимірювання, які використовуються при проведенні державних випробувань засобів вимірювання.

Відомчій метрологічній атестації підлягають НЗВ, які призначені для:

- проведення науково-дослідних, експериментальних і експериментально-конструкторських робіт;
- контролю якості продукції і технологічних процесів;
- використання, як підпорядкованих зразкових засобів вимірювання.

Метрологічна атестація імпортованих засобів вимірювання передбачає:

- встановлення первісних метрологічних характеристик;
- визначення співвідношення значень, отриманих при використанні засобів вимірювання в країні, що виготовляє їх, і в нашій країні, та можливості метрологічного обслуговування в процесі їх експлуатації.

В процесі експлуатації НЗВ, в тому числі і імпортовані, що пройшли метрологічну атестацію, підлягають повірці і на них поширюються вимоги державних стандартів і нормативної документації, що регламентує проведення метрологічного нагляду за станом і використанням засобів вимірювання.

1.7.5. Правові основи метрології.

Метрологічна діяльність регламентується такими нормативно-правовими документами:

1. Закон "Про метрологію та метрологічну діяльність" від 11.02.1998 р, який розглядає:

- загальні положення - Основні терміни та їх визначення, сферу дії Закону, законодавство про метрологію та метрологічну діяльність, державну метрологічну систему, нормативні документи з метрології;
- одиниці вимірювань, їх відтворення і зберігання, здійснення вимірювань, засоби вимірювальної техніки; застосування, ввезення, виробництво, ремонт, продаж і прокат засобів вимірювальної техніки;
- метрологічну службу України, її структуру, організацію;
- державний метрологічний контроль і нагляд, державні випробування засобів вимірювальної техніки і затвердження їх типів, державну метрологічну атестацію засобів вимірювальної техніки, акредитацію на право проведення державних випробувань, повірки і калібрування засобів вимірювальної техніки, вимірювань; права і обов'язки державних інспекторів з метрологічного нагляду, права та обов'язки державних повірників;

- метрологічний контроль і нагляд, що здійснюють метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій;

- фінансування метрологічної діяльності.

2. Закон "Про забезпечення єдності вимірювань" від 01.12.1997 р.

3. Декрет Кабінету Міністрів України "Про забезпечення єдності вимірювань" від 26.04.1993 р.

4. Наказ Держстандарту України: "Типове положення про державні наукові метрологічні центрах Держстандарту України" від 28.05.1999 р.

5. Наказ Держстандарту України "Про затвердження порядку акредитації вимірювальних лабораторій" від 05.11.1999 р

6. Держстандарти України:

Організаційно-методичні ДСТУ:

- ГС ТУ 2681-91 Метрологію. Терміни та визначення;

- ДСТУ 2568-94 Метрологія. Порядок атестації і використання довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів;

- ДСТУ 2708-99 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки.

Організація і порядок проведення;

- ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення;

- ДСТУ 3231-95 Метрологія. Еталони державні та вторинні одиниць вимірювань. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування;

- ДСТУ 3400-2000 Метрологія. Державні випробування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів;

- ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення.

Організаційно-методичні керівні НД і рекомендації:

- РНД 50-032-94 Метрологія. Правила виготовлення, застосування і зберігання державних і відомчих повірочних тавр України;

- Р 50-060-95 Метрологія. Типове положення про метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств (їх об'єднань), установ і організацій;

- Р 50-078-98 Метрологія. Порядок розробки, затвердження та реєстрації методичних документів з метрології;

- Р 50-080-99 Метрологія. Системи вимірювальні інформаційні. Метрологічне забезпечення. Основні положення.

Нормативні документи на державні повірочні схеми;

Нормативні документи на методи тазасоби повірки та контролю;

Міждержавні організаційно-методичні документи з метрології;

Міждержавні багатосторонні та двосторонні угоди.

2. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Стандартизація в умовах ринкової економіки, розвитку міжнародної торгівлі і споріднених з нею видів діяльності, науково технічного прогресу є унікальною сферою суспільної діяльності. Вона синтезує в собі наукові, технічні, господарські, економічні, юридичні, естетичні і політичні аспекти.

В усіх промислово розвинених країнах підвищення рівня виробництва, поліпшення якості продукції і зростання життєвого рівня населення тісно пов'язані з широким використанням стандартизації [2,4].

2.1. Стандартизація – нормативна база управління якістю продукції.

Об'єктивні закони розвитку суспільства, його промисловості, техніки не можуть існувати без законодавства і нормативних документів, які:

- з одного боку регламентують правила і процедури виробництва, методи виготовлення та контролю продукції;
- з другого гарантують безпеку життя, здоров'я і майна людей і навколишнього середовища.

Стандартизація якраз і виконує ці функції. Існує хибна думка про те, що *стандартна продукція є синонімом:*

- низької якості;
- одноманітної, позбавленої смаку продукції.

Але сама природа дає нам приклади геніальної стандартизації: все фантастичне різноманіття живих істот на Землі, які мають різну форму, забарвлення, способи поведінки, побудовано лише з 22 «стандартних деталей» - амінокислот.

Стандартизація - діяльність, спрямована на досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній галузі шляхом розробки положень для загального і багаторазового використання щодо реально існуючих чи можливих завдань.

Стандартизація в техніці є своєрідним відображенням об'єктивних законів еволюції технічних засобів і матеріалів. Вона не є вольовим актом, який нав'язується технічному прогресу ззовні, а впливає як неминучий наслідок відбору засобів, методів і матеріалів, які забезпечують високу якість продукції на даному рівні розвитку науки і техніки.

З роками з'являються нові методи виробництва і матеріали, які призводять до заміни старих стандартів новими. В цьому безперервному процесі головна мета полягає в тому, щоб на будь-якому етапі економічного розвитку суспільства створювати якісні вироби при масовому їх виготовленні.

Таким чином, об'єктивні закони розвитку техніки і промисловості неминуче ведуть до стандартизації. Остання є запорукою найвищої якості продукції, що може бути досягнута на даному історичному етапі.

Завдяки стандартизації суспільство має можливість свідомо керувати

своєю економічною і технічною політикою, домагаючись випуску виробів високої якості.

2.1.1. Предмет, метод, об'єкт, мета та принципи стандартизації.

Предмет стандартизації - технічне законодавство та нормативні документи регламентації процесів, методів, способів, правил життєдіяльності людини.

Методи стандартизації - оптимізація і моделювання.

Об'єкти стандартизації - предмети (продукція, процес, послуга), які підлягають стандартизації.

Об'єктами стандартизації є:

- об'єкти організаційно-методичні та загальнотехнічні, в тому числі:
- організація проведення робіт із стандартизації;
- термінологічні системи різних галузей знань та діяльності;
- класифікація і управління техніко-економічної та соціальної інформації;
- системи і методи забезпечення якості і контролю якості (вимірювань, аналізу), методи випробувань;
- метрологічне забезпечення (метрологічні норми, правила, вимоги, організація робіт);
- вимоги техніки безпеки, гігієни праці, ергономіки, технічної естетики;
- системи величин та одиниць;
- типорозмірні ряди і типові конструкції виробів загальномашинобудівного застосування (підшипники, кріплення, інструменти, деталі тощо);
- інформаційні технології, включаючи програмні та технічні засоби інформаційних систем загального призначення;
- достовірні довідкові дані про властивості речовин і матеріалів;
- продукція міжгалузевого призначення та широкого вжитку;
- складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення, в т.ч. банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, вимоги до використання природних ресурсів, оборона країни тощо;
- об'єкти державних соціально-економічних та державних науково-технічних програм.

Мета стандартизації. Основною метою є:

- реалізація єдиної технічної політики в сфері стандартизації, метрології та сертифікації;
- захист інтересів споживачів і держави з питань безпеки продукції, процесів, послуг для життя, здоров'я і майна громадян, охорони навколишнього середовища;
- забезпечення взаємозамінності та сумісності продукції, уніфікації;
- забезпечення якостей продукції, виходячи з досягнень науки і техніки, потреб населення і народного господарства;
- раціональне використання всіх видів ресурсів, підвищення техніко-економічних показників виробництва;
- безпека народногосподарських об'єктів з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій;

- створення нормативної бази функціонування системи стандартизації, управління якістю і сертифікації продукції, проведення державної політики в сфері ресурсозбереження, розробки та виконання державних і міждержавних соціально-економічних і науково-технічних програм;
- усунення технічних і термінологічних перешкод для створення конкурентоспроможної продукції та її виходу на світовий ринок;
- впровадження і використання сучасних виробничих та інформаційних технологій;
- сприяння забезпеченню обороноздатності та мобілізації (при необхідності) країни.

Основні принципи стандартизації. Основними принципами є:

- врахування рівня розвитку науки і техніки, екологічних вимог, економічної доцільності і ефективності технологічних процесів для виробника, вигоди та безпеки для споживача і держави в цілому;
- гармонізація нормативних документів по стандартизації з міжнародними, регіональними та національними стандартами інших країн;
- забезпечення відповідності вимог нормативних документів актам законодавства;
- участь в розробці нормативних документів усіх зацікавлених сторін (розробник, виробник, споживач);
- взаємозв'язок і узгодженість нормативних документів усіх рівнів;
- придатність нормативних документів для сертифікації і продукції;
- відкритість інформації про чинні стандарти і програми робіт зі стандартизації з урахуванням вимог чинного законодавства;
- відповідність комплексів (систем) стандартів складу та взаємозв'язкам об'єктів стандартизації для певної галузі, раціональність, несуперечність та обґрунтованість вимог стандартів, можливість їх перевірки;
- застосування інформаційних систем і технологій в галузі стандартизації.

2.1.2. Правові основи стандартизації.

Стандартизація в Україні регламентується такими нормативно-правовими документами:

Декрет Кабінету Міністрів України "Про стандартизацію і сертифікацію" від 10.05.1993 р, який визначає правові та економічні основи систем стандартизації та сертифікації, встановлює організаційні форми їх функціонування на території України і розглядає:

- сферу дії декрету;
- державну систему стандартизації, її мету і принципи управління, форми та загальні організаційно-технічні правила виконання всіх робіт зі стандартизації;
- основні принципи стандартизації;
- нормативні документи зі стандартизації та вимоги до них:
 - категорії нормативних документів з стандартизації;
 - державні стандарти України;
 - галузеві стандарти, стандарти науково-технічних та інженерних

товариств і спілок;

- технічні умови і стандарти підприємств;
- відповідальність за розробку і затвердження нормативних документів;
- використання нормативних документів;
- Організацію робіт із стандартизації:
 - управління діяльністю в сфері стандартизації;
 - технічні комітети стандартизації;
 - інформаційне забезпечення робіт з стандартизації;
- фінансування робіт із стандартизації, стимулювання застосування державних стандартів:
 - джерела фінансування;
 - використання коштів, отриманих від реалізації стандартів;
 - міжнародні відносини в сфері стандартизації;
 - участь Державного комітету України з стандартизації, метрології та сертифікації в міжнародному співробітництві у сфері стандартизації;
 - міжнародні договори.

Декрет Кабінету Міністрів України "Про державний нагляд за виконанням стандартів, норм і правил та відповідальність за їх порушення" від 08.04.1993 р, який встановлює правові основи державного нагляду за виконанням стандартів, норм і правил суб'єктами підприємницької діяльності (підприємцями), визначає їх відповідальність за порушення цих стандартів, норм і правил та розглядає:

- визначення термінів, які вживаються в Декреті - продукція, якості продукції, стандарт, норми, правила;
- органи державного нагляду і службові особи, які здійснюють державний нагляд - державні інспектори, голова Держстандарту, начальники управлінь, директори центрів стандартизації;
- об'єкти і форми державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил:
 - форми державного нагляду;
 - об'єкти державного нагляду;
- функції органів держнагляду, права, обов'язок і відповідальність їх службових осіб:
 - функції органів держнагляду;
 - права, обов'язки і відповідальність службових осіб органів державного нагляду;
- фінансування робіт щодо здійснення державного нагляду;
- відповідальність суб'єктів підприємницької діяльності за порушення стандартів, норм і правил.

ДСТУ 1.0-93. Державна система стандартизації України.

ДСТУ 1.2-93. Державна система стандартизації України. Порядок розроблення, побудови, викладу, оформлення, узгодження, затвердження, позначення та реєстрації технічних умов.

ДСТУ 1.4-93. Державна система стандартизації України. Стандарт підприємства. Основні положення.

ДСТУ 1.5-93. Державна система стандартизації України. Загальні вимоги до побудови, викладення, оформлення та змісту стандартів.

ДСТУ 1.6-97. Державна система стандартизації України. Порядок державної реєстрації галузевих стандартів, стандартів науково-технічних та інженерних товариств і спілок на заміну РНД 50-016-93.

ДСТУ 3060-95. Державний стандарт України. Стандартизація в побутовому обслуговуванні населення.

ДСТУ 3279-95. Державний стандарт України. Стандартизація послуг.

ДСТУ 3281-95. Державний стандарт України. Порядок розробки міждержавних стандартів. На заміну РНД 50-018-93.

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Основні написи.

ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Позначення літерні.

ГОСТ 8.417-81. ЕСКД. Одиниці фізичних величин.

2.1.3. Види стандартизації і стандартів.

Види стандартизації. У відповідності зі специфікою стандартизації та змісту вимог, стандартизацію поділяють на такі види, рис. 2.1.

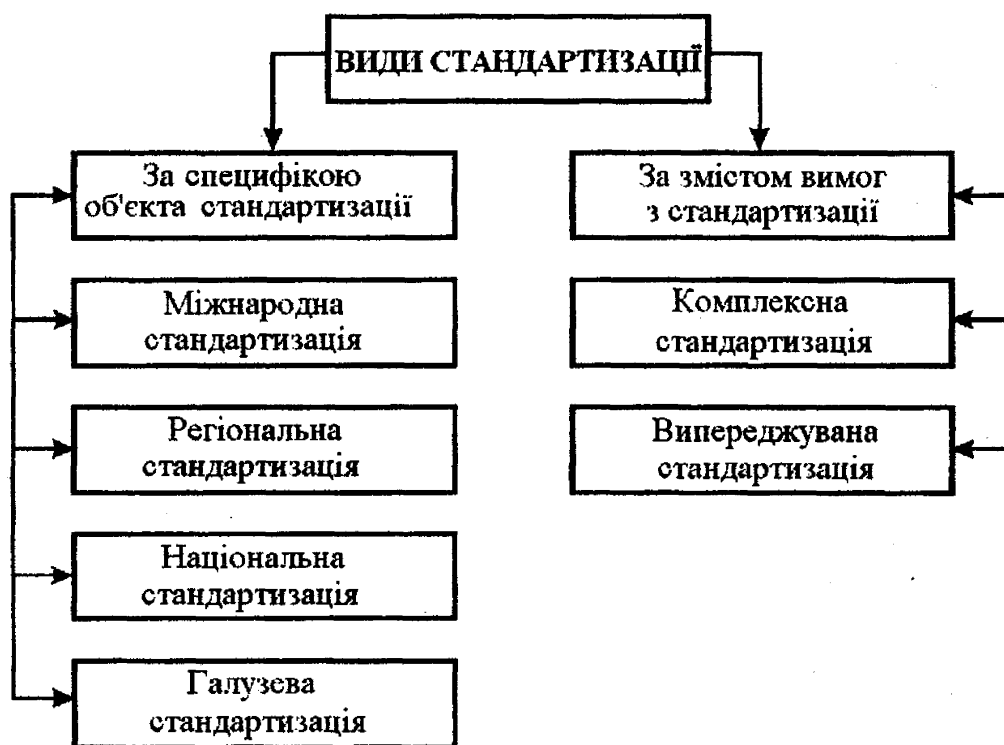


Рис. 2.1. Схема видів стандартизації.

За специфікою об'єкта стандартизація буває:

- **Міжнародна стандартизація** - стандартизація, участь в якій є відкритою для відповідних органів усіх країн;

- **Регіональна стандартизація** - стандартизація, участь в якій є відкритою для відповідних органів країн лише одного географічного або економічного регіону;

• **Національна стандартизація** - стандартизація, яка проводиться на рівні однієї конкретної держави;

Галузева стандартизація - стандартизація, що проводиться на рівні однієї конкретної галузі виробництва.

Галузь стандартизації - сукупність взаємопов'язаних об'єктів стандартизації.

За **змістом вимог** стандартизація буває:

• **Комплексна стандартизація** - це стандартизація, при якій здійснюється цілеспрямоване і планомірне встановлення і використання системи взаємопов'язаних вимог як до самого об'єкту комплексної стандартизації в цілому, так і його основних елементів з метою оптимального вирішення конкретної проблеми. (Основним методом, за допомогою якого здійснюється системний підхід до робіт з комплексної стандартизації, є розробка програми стандартизації - планового документа, який містить перелік взаємопов'язаних робіт, терміни їх виконання та склад виконавців);

• **Випереджувальна стандартизація** - це стандартизація, при якій встановлюються підвищені щодо вже досягнутих на практиці норм і вимог до об'єктів стандартизації, які, згідно з прогнозами, будуть оптимальними в майбутньому.

Види стандартів.

Не слід змішувати поняття стандартизації і стандарту. Якщо **стандартизація** - це діяльність, то **стандарт** - це нормативний документ.

Стандарт - нормативний документ, розроблений, як правило, на принципах відсутності протиріч з істотних питань з боку більшості зацікавлених сторін і затверджений визнаним органом, в якому встановлені для загального та багаторазового використання правила, вимоги, загальні принципи або характеристики, які стосуються різних видів діяльності або їх результатів для досягнення оптимального ступеня упорядкування в певній галузі.

У відповідності зі специфікою об'єкта стандартизації, складу та змісту вимог, встановлених для нього, для різних категорій нормативних документів з стандартизації розробляють такі види стандартів, рис. 2.2.

Основоположні стандарти встановлюють:

• організаційно-методичні та загальнотехнічні положення для визначеної галузі стандартизації;

• терміни і визначення;

• загальнотехнічні вимоги та правила;

• норми, які забезпечують упорядкованість, сумісність, взаємозв'язок і узгодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розробки-виготовлення, транспортування та утилізації продукції;

• норми, які забезпечують охорону навколишнього природного середовища.

Стандарти на термін і визначення всіх категорій, крім державних, до їх затвердження підлягають узгодженню з Держстандартом України, а в галузі будівництва - з Мінбудархітектури України.

Стандарти на продукцію і послуги встановлюють вимоги до груп

однорідної або конкретної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню.

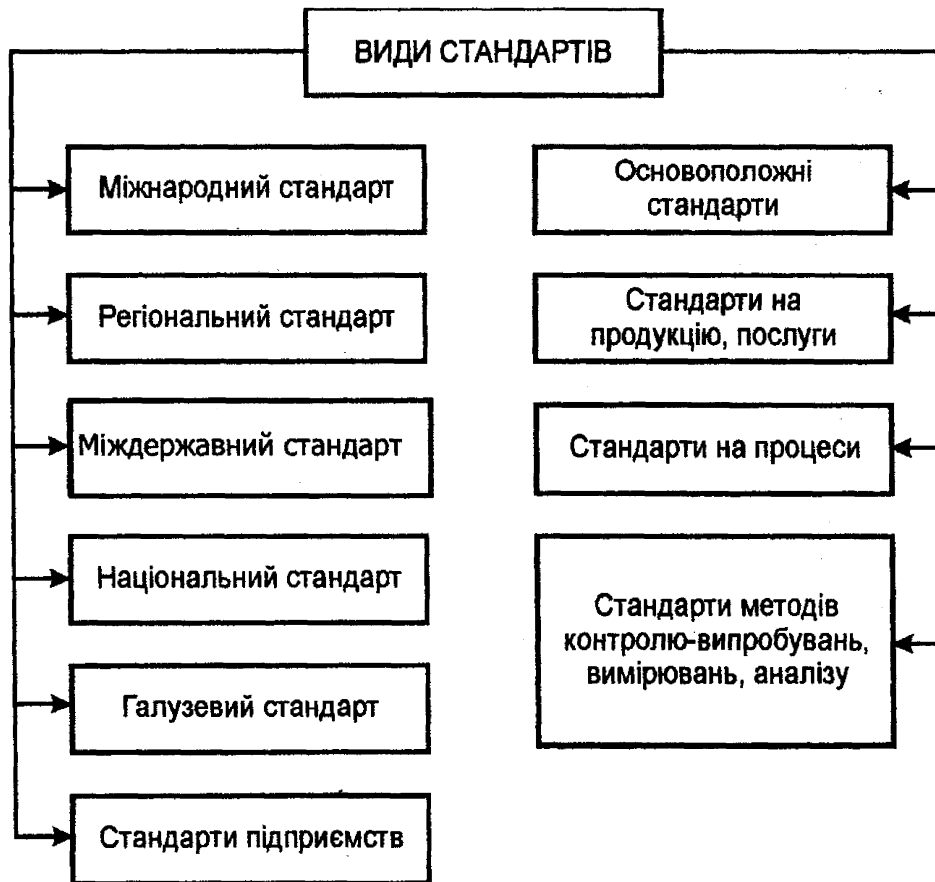


Рис. 2.2. Схема видів стандартів.

Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) в процесах, які використовуються в різних видах діяльності і забезпечують відповідність процесу його призначення.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) уста-новлюють послідовність робіт, операцій, способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг.

За **специфікою** стандарти бувають такими:

- **Міжнародний стандарт** - стандарт, прийнятий міжнародною організацією з стандартизації;
- **Регіональний стандарт** - стандарт, прийнятий регіональною міжнародною організацією з стандартизації;
- **Міждержавний стандарт (ГОСТ)** - стандарт, прийнятий країнами СНД, які приєдналися до Угоди про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології та сертифікації і який застосовується ними безпосередньо;
- **Національний стандарт** - стандарт, прийнятий національним органом з стандартизації однієї держави;

- **Галузевий стандарт** - стандарт, прийнятий галузевим органом з стандартизації на рівні однієї конкретної галузі виробництва;
- **Стандарти підприємства** - стандарти, прийняті службою стандартизації конкретного підприємства, організації, об'єднання, установи для цих об'єктів.

2.1.4. Використання стандартів і технічних умов

Стандарти і технічні умови повинні використовуватися на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

Державні (національні) стандарти на території України застосовують всі підприємства незалежно від форм власності підпорядкування:

- громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності;
- міністерства (відомства);
- органи державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється їх дія.

Галузеві стандарти на території України застосовують для підприємств (установ, організацій) сфери управління органу, який їх затвердив, і їх підприємства - суміжники, а також на добровільних засадах інші підприємства та громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств (спілок) застосовують добровільно підприємства, окремі громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, які вважають за доцільне використовувати нові передові засоби, технології, методи і т.зв., вимоги до яких містяться в цих стандартах.

Використання цих стандартів для виготовлення пристрою можуть бути змінені лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою.

Технічні умови використовують:

- підприємства незалежно від форми власності та підпорядкованості;
- громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності за договірними зобов'язаннями або ліцензіями на право виготовлення та реалізації продукції (надання послуг).

Стандарти підприємства застосовують лише на конкретному підприємстві і на підприємствах, які входять до складу об'єднань (концернів, асоціацій), які затвердили ці стандарти.

Міжнародні, міждержавні та регіональні стандарти, національні стандарти інших країн застосовуються в Україні в межах її міжнародних договорів за порядком, який встановлює Держстандарт України.

Дозволяється застосування цих стандартів і стандартів фірм інших країн для виготовлення і поставки продукції на експорт за пропозиціями споживачів (замовників) цих країн на договірних (контрактних) засадах відповідно з міжнародно визначеним законодавством у сфері захисту авторських прав.

В разі поставки продукції на експорт відповідно до вимог міжнародних регіональних і національних стандартів інших країн або стандартів фірм зарубіжних країн, які встановлені в контрактах на поставку за пропозицією

споживача (замовника) слід **виконувати обов'язкові вимоги державних стандартів України** під виготовлення продукції, її зберігання і транспортування на території України.

Продукція підприємств України або громадян - суб'єктів підприємницької діяльності **не підлягає реалізації** за призначенням, **якщо вона не відповідає обов'язковим вимогам**, передбаченим діючими стандартами або технічними умовами.

Продукція, яка імпортується, **повинна відповідати обов'язковим вимогам державних або галузевих стандартів України щодо безпеки та охорони навколишнього середовища.**

2.2. Органи стандартизації в Україні

2.2.1. Органи державної служби стандартизації

До органів державної служби стандартизації відносяться:

- **Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України);**
- **Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики (УкрНДІССТ);**
- **Державний науково-дослідний інститут «Система» (ДНДІ «Система»)**
- **Український науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації (УкрЦСМ);**
- **Технічні комітети зі стандартизації (ТК);**
- **Територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації.**

Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України) був створений Постановою Кабінету Міністрів України №293 від 23.09.1991 р на базі Українського республіканського управління Держстандарту СРСР. Він є національним органом зі стандартизації, створює державну систему стандартизації в країні і керує всіма роботами з стандартизації, метрології та сертифікації.

Система (комплекс) стандартів - сукупність взаємопов'язаних стандартів, які належать до певної галузі стандартизації і встановлюють взаємопогоджені вимоги до об'єктів стандартизації на підставі загальної мети.

Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики (УкрНДІССТ) розробляє:

- науково-технічні і економічні основи стандартизації;
- перспективні плани комплексної стандартизації сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів;
- стандартів на єдині методи випробування продукції;
- виконує експертизу стандартів перед їх затвердженням;
- проводить порівняльний аналіз рівня стандартизації в Україні і зарубіжних країнах, надає інформацію з стандартизації всім зацікавленим організаціям.

- **Державний науково-дослідний інститут «Система» (ДНДІ**

«Система») виконує розроблення:

- основоположних стандартів, які встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні положення для певної галузі стандартизації;
- терміни та визначення;
- загальнотехнічні положення, правила і норми, які забезпечують упорядкованість, сумісність, взаємозв'язок і узгодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розробки, виготовлення, транспортування та утилізації продукції.

Український науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації (УкрЦСМ) виконує:

- здійснення всієї централізованої інформації організацій і підприємств про чинні стандарти, нічні умови та іншу нормативну документацію;
- забезпечення їх цією документацією;
- здійснення реєстрації стандартів та іншої нормативної документації з стандартизації державного і галузевого значення;
- підготовку кадрів, підвищення їх кваліфікації;
- видання нормативних документів зі стандартизації.

Технічні комітети зі стандартизації (ТК) створені за рішенням держстандарту України, виконують:

- організацію і забезпечення розробки, розгляд, експертизи, узгодження і підготовку до затвердження державних стандартів України, інших нормативних документів зі стандартизації;
- проведення робіт з регіональної і міжнародної стандартизації.

До роботи в технічних комітетах залучаються на добровільних засадах уповноважені представники зацікавлених підприємств, установ і організацій замовників (споживачів), розробників, виробників продукції, органів і організацій із стандартизації, метрології, сертифікації, товариств (спілок) споживачів, науково-технічних та інженерних товариств, інших громадських організацій, провідні вчені та фахівці.

Територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації здійснюють:

- контроль за впровадженням стандартів;
- контроль за виконанням стандартів;
- контроль за додержанням технічних умов.

2.2.2. Органи галузевої служби стандартизації.

До органи галузевої служби стандартизації відносяться:

- **служба стандартизації міністерства або відомства - служба ВСМ;**
- **головні (базові) організації зі стандартизації - служба ДОС, БОС;**
- **служба стандартизації підприємства (організації) - служба ВС.**

Служба стандартизації міністерства або відомства здійснює керівництво і координацію діяльності з питань стандартизації в галузях народного господарства. Для цього при міністерстві або відомстві організується відділ стандартизації, на який покладені організація та планування робіт зі створення проектів державних і галузевих стандартів на проектування і

виготовлення продукції, а також організацію найважливіших наукових досліджень зі стандартизації для забезпечення випуску продукції високої якості.

Головні (базові) організації зі стандартизації здійснюють проведення науково-дослідних робіт і розробку нормативних документів зі стандартизації, як правило, галузевого рівня.

Служба стандартизації на підприємстві (організації) здійснює організацію та проведення робіт зі стандартизації. Це може бути відділ (на великому підприємстві або об'єднанні), група або навіть відповідальний за стандартизацію.

Головним завданням служби стандартизації на підприємстві і в організації є науково-технічне і організаційно-методичне керівництво роботами зі стандартизації, а також безпосередню участь в проведенні цих робіт.

Керівник служби стандартизації несе відповідальність нарівні з керівником підприємства за додержання стандартів і технічних умов у технічній документації, що розробляється підприємством, за якість і техніко-економічне обґрунтування розроблених підприємством стандартів і технічних умов, за відповідність їх показників сучасному рівню техніки, за своєчасний перегляд стандартів і технічних умов з метою приведення їх у відповідність зі зростаючими вимогами народного господарства.

В обов'язки *служби стандартизації* входить:

- організація та планування робіт зі стандартизації та контроль за їх виконанням;
- розробка проектів стандартів підприємства і технічних умов;
- систематичний контроль за впровадженням і виконанням стандартів і технічних умов при проектуванні і виробництві продукції;
- визначення фактичного рівня уніфікації та стандартизації виробів і розрахунок економічної ефективності робіт із стандартизації;
- забезпечення всіх служб підприємства необхідною нормативною документацією з стандартизації;
- організація обліку, зберігання і внесення змін в усі екземпляри стандартів і технічних умов;
- організація та здійснення нормоконтроля технічної документації, що розробляється підприємством;
- допомогу всім службам підприємства з усіх питань стандартизації та уніфікації.

2.2.3. Державна система стандартизації України

Функції державної системи стандартизації.

Вся робота з стандартизації в Україні регламентується Декретом Кабінету Міністрів і комплексом стандартів державної системи стандартизації, перші стандарти якого введені в дію 05.10.1993 р наказом Держстандарту України №116 від 29.07.1993 р

Державна система стандартизації в Україні визначає:

- мету і принципи управління;

- форми і загальні організаційно-технічні правила виконання всіх робіт зі стандартизації;
- об'єкти стандартизації;
- категорії нормативних документів зі стандартизації;
- види стандартів;
- використання стандартів і технічних умов.

Категорії нормативних документів зі стандартизації.

Нормативні документи по стандартизації розподіляють за такими категоріями:

- державні стандарти України - ДСТУ;
- галузеві стандарти України - ГСТУ;
- стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України - СТТУ;
- технічні умови України - ТУУ;
- стандарти підприємств - СТП.

Державні стандарти України розробляються на:

- організаційно-методичні та загальнотехнічні об'єкти, а саме:
 - організація проведення робіт із стандартизації;
 - науково-технічна термінологія, класифікація та кодування техніко-економічної та соціальної інформації;
 - технічна документація, інформаційні технології;
 - організація робіт з метрології;
 - достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин;
- вироби загальномашинобудівного застосування;
- складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення (банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, оборона країни тощо);
- продукцію міжгалузевого призначення;
- продукцію для населення і народного господарства;
- методи випробувань.

Вимоги до державних стандартів.

Державні стандарти України містять:

- обов'язкові вимоги;
- рекомендовані вимоги.

До ***обов'язкових вимог*** належать:

- вимоги, які стосуються безпечності продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісності і взаємозамінності, охорони навколишнього природного середовища та вимоги до методів випробувань цих показників;
- вимоги техніки безпеки і гігієни праці з посиланням на відповідні норми та правила;
- метрологічні норми, правила, вимоги та положення, які забезпечують достовірність і єдність вимірювань;
- положення, які забезпечують технічну єдність під час розробки, виготовлення, експлуатації або застосування продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному

виконанню на всій території України

Рекомендовані вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено чинними актами законодавства;
- ці вимоги включені до договорів на розробку, виготовлення та поставку продукції;
- виробником (постачальником) продукції документально заявлено про відповідність продукції цим стандартам.

Державні стандарти затверджує *Держстандарт України*, а *стандарти в галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів* - *Мінбудархітектури України*.

Державні стандарти та зміни до них підлягають *державній реєстрації в Держстандарті України* і публікуються українською мовою з автентичним текстом російською мовою.

До державних стандартів України прирівнюються *державні будівельні норми і правила*, а також *державні класифікатори* техніко-економічної та соціальної інформації.

Як державні стандарти України використовуються також державні стандарти колишнього Союзу (міждержавні стандарти), передбачені угодою про проведення країнами СНД погодженої політики в сфері стандартизації, метрології та сертифікації.

Республіканські стандарти УРСР застосовуються як державні до їх заміни чи скасування.

Галузеві стандарти розробляють на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок розробляють у разі необхідності поширення результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів.

Галузеві стандарти, як і стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок, не повинні суперечити обов'язковим вимогам державних стандартів і підлягають державній реєстрації в *Держстандарті України*.

Технічні умови - нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, які регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів).

Стандарти підприємства розробляють на продукцію (процеси, послуги), які виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві.

Склад органів, права, напрямки та організація їх діяльності регламентуються нормативними документами Р 50-063-96, ДСТУ 1.0-93.

3. ОСНОВИ СЕРТИФІКАЦІЇ

Сертифікація тісно пов'язана зі стандартизацією. Коли виробник продукції вперше почав стверджувати, що вона відповідає вимогам загальноприйнятого стандарту, то тим самим уже зародилась найпростіша форма сертифікації. Клеймування, включення в перелік або похвала продукції, видача клейма або сертифікату для підтвердження відповідності стандарту - все це входить в загальне поняття сертифікації.

З розвитком загальноторгівельних і економічних відносин, науки і техніки виявилися необхідними об'єктивні випробування виробів, незалежних як від виробника, так і споживача продукції, тобто третьою стороною, що гарантувало відповідність виробу певним вимогам якості. Так з'явилася сертифікація в сучасному розумінні цього слова [2].

3.1. Сертифікація продукції і систем якості.

3.1.1. Предмет, об'єкт і завдання сертифікації.

Сертифікація - процедура, за допомогою якої третя сторона дає письмову гарантію, що продукція, процес або послуга відповідають заданим вимогам.

Сертифікація - це гарантія, що виріб або товар відповідає відповідним вимогам і має задану якість.

Предмет сертифікації - якість продукції, процесу, послуги і систем якості.

Об'єкт сертифікації - продукція, процес, послуга, система, організація, підприємство, лабораторія.

В наш час сертифікація стала одним із важливих механізмів управління якістю, який дає можливість об'єктивно оцінити продукцію, надати споживачу підтвердження її безпеки, забезпечити контроль за відповідністю продукції вимогам екологічної чистоти, а також підвищити її конкурентоспроможність.

У розвинених країнах безпека продукції для людини і навколишнього середовища давно підтверджується сертифікацією і, хоча вартість її значна, виробник змушений отримувати сертифікат для того, щоб мати ринок збуту і уникнути втрат продажу своєї продукції. А втрати ці значні: за даними торгово-промислової палати вони досягають 25% від обсягу реалізації. Так, наприклад, завод бурильних труб до сертифікації продавав їх за ціною до 600 доларів за тонну, а після сертифікації - від 900 до 1600 доларів - залежно від типорозміру.

Мета сертифікації:

- підтвердження показників, характеристик і властивостей продукції, процесів, послуг на підставі випробувань;
- підтвердження відповідності даної продукції, процесу чи послуги обов'язковим вимогам стандарту.

Завдання сертифікації:

- контроль і технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції;

- експертиза нормативних документів на сертифіковану продукцію;
- атестація та акредитація органів сертифікації продукції, систем якості;
- визнання зарубіжних сертифікацій.

Значення сертифікації:

- сертифікація є найважливішим механізмом управління якістю;
- сертифікація забезпечує відповідність продукції вимогам екологічної чистоти;
- сертифікація гарантує безпеку виробництва продукції для людини і навколишнього середовища;
- сертифікація сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції.

3.1.2. Види, органи і системи сертифікації

Види сертифікації:

- *обов'язкова;*
- *добровільна.*

Обов'язкова сертифікація - підтвердження уповноваженим на те органом відповідності даної продукції, процесу чи послуги обов'язковим вимогам стандарту.

Обов'язкова сертифікація в Україні, як і в зарубіжних країнах, в першу чергу поширюється на споживчі товари і підтверджує їх безпеку і екологічність. Як вже зазначалося раніше, продукція, що підлягає обов'язковій сертифікації, включається в **офіційний перелік**, який є важливим документом для всіх зацікавлених в сертифікації:

- споживачі розглядають перелік як джерело інформації про гарантії своїх прав на придбання безпечних товарів, на вибір їх серед аналогів, яка є у продажу;
- торгові організації отримують можливість обґрунтованого вибору при розміщенні замовлень;
- виробники, орієнтуючись на перелік, можуть своєчасно підготуватися до проведення сертифікації на своєму підприємстві;
- митні органи отримують відомості про об'єкти обов'язкового контролю при ввезенні товарів на територію України;
- сертифікаційні органи разом з номенклатурою товарів отримують можливість своєчасного забезпечення свого фонду нормативними документами необхідних стандартів;
- контролюючі органи можуть підготуватися до інспекційного контролю сертифікованої продукції, скласти плани і графіки робіт;
- технічні комітети стандартизації, завдяки цій інформації, визначають об'єкти для стандартизації методів випробувань і установа ообов'язкових для сертифікації вимог на конкретні види продукції.

На основі Закону "Про захист прав споживачів" Держстандарт України, як національний орган сертифікації споживчих товарів, встановив номенклатуру товарів, які підлягають обов'язковій сертифікації і включив до неї більше 70 видів продукції та деякі види послуг. Серед них: сільськогосподарська та харчова продукція, товари побутової хімії, вироби текстильної та легкої

промисловості, електропобутові прилади і радіоелектронна апаратура, медична техніка і прилади, автотранспортні засоби, спортивна та мисливська зброя, побутові нагрівальні прилади, побутова техніка.

В якості критеріїв для включення товару до цього переліку були обрані потенційна загроза для використання, наявність умов безпеки в нормативному документі на товар, масовість використання, ступінь ризику (загрози) життю і здоров'ю людини. Перелік щорічно оновлюється і доповнюється в міру прийняття нових законодавчих актів в галузі охорони здоров'я та захисту інтересів споживачів. Зміни до переліку можуть бути внесені і іншими органами державного управління, що уповноважені створювати системи сертифікації. На основі їх пропозиції Держстандарт як координуючий обов'язкову сертифікацію, і такий, що проводить державну політику в цій галузі, складає загальний перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації.

Перелік поширюється і на продукцію, що імпортується, інформується, про що проінформовані відповідними каналами офіційні органи зарубіжних країн.

Добровільна сертифікація - сертифікація, яка проводиться на добровільних засадах за ініціативою виробника (виконавця), продавця або споживача продукції.

Добровільна сертифікація проводиться на відповідність тим нормативним документам, які пропонує замовник. Це може бути і стандарт будь-якої зарубіжної країни, що дуже важливо для вітчизняних підприємств-експортерів. Інший напрямок сприяє розвитку експорту - допомога експортерам в підготовці продукції до сертифікації за кордоном. Уже вироблена певна процедура. Вся робота, що необхідна в процедурі сертифікації, крім заключного етапу, здійснюється силами системи, а на кінцевий етап запрошується представник зарубіжної сертифікаційної фірми, яка й видає сертифікат, поки більше такий, що призначається покупцям, ніж сертифікат України. Таку практику вважають корисною як в плані зниження витрат, що були необхідні при повному об'ємі сертифікації за кордоном, так і в плані придбання довіри закордонних партнерів і вигідних умов для замовника.

Друга область сертифікації - системи забезпечення якості на підприємствах, підтвердження відповідності товару, який бере участь в торгах, вимогам нормативного документу, що пропонується замовником. Сертифікації в цій системі підлягають: нафта, вугілля, лісоматеріали, папір, картон, будівельні матеріали, зернові культури, м'ясо, м'ясопродукти. Процедура сертифікації включає випробування зразків товару, атестацію виробництва і персоналу, сертифікацію систем забезпечення якості.

Крім сертифікації товарів і систем пропонується інші послуги: забезпечення учасників торгів інформацією про якість товару, про вимоги стандартів до них і форми сертифікатів, консультації продавців і брокерів з ефективного використання сертифікації, організації випробувань продукції. Вигоди від сертифікації біржових товарів отримує як біржа, так і всі учасники торгів: біржа - впевненість в якості товару, які пропонуються; продавець - в можливості обґрунтовано підвищити початкову ціну; покупець - гарантію від

невідповідної якості продукту, що купується.

Крім того, гармонізація біржової *торгівлі за міжнародними правилами* приверне більше закордонних партнерів.

Значення добровільної сертифікації обумовлено її широкими можливостями по підтвердженню відповідності тим вимогам, які цікавлять споживача і заявлені замовником сертифікації. Добровільна сертифікація не тільки задовольняє потребу внутрішнього ринку, а й використовується для експортної продукції. У таких випадках добровільна сертифікація в рамках контракту купівлі - продажу набуває обов'язковий характер.

Системи добровільної сертифікації створені з ініціативи різних асоціацій, спілок, акціонерних товариств та інших юридичних осіб, яким законом не заборонено займатися цією діяльністю. Незважаючи на те, що в законодавстві немає суворих обмежень щодо добровільної сертифікації і це надає системам право роботи за своїми правилами, добровільна сертифікація базується на дотриманні міжнародних принципів, що рекомендує своєрідний *кодекс добровільної сертифікації*.

До *принципів кодексу добровільної сертифікації* належать такі положення:

- В системі добровільної сертифікації повинні бути визначені правила і процедури, про які інформуються замовники.

- Об'єкти сертифікації та їх характеристики, які може підтвердити дана система, повинні чітко обумовлюватися із зазначенням конкретних нормативних документів. Нормативні документи, які пропонуються замовником, приймаються за умови їх придатності для сертифікації.

- Процедури сертифікації слід належним чином документувати, що особливо важливо для випадків апеляції.

- Будь-яка система добровільної сертифікації має право встановлювати свою форму сертифіката і свій знак відповідності. Сертифікат повинен мати всі загальноприйняті реквізити, а знак - володіти патентною чистотою. Питання про передачу повноважень органу з сертифікації іншим учасникам системи (наприклад, випробувальної лабораторії) повинен бути відображений в правилах системи.

Органи і системи сертифікації

Система сертифікації - система, яка виробила власні правила процедури і управління для приведення сертифікації відповідності.

Система може діяти на *національному, регіональному та міжнародному* рівнях.

Орган сертифікації - орган, що проводить сертифікацію відповідності, а саме:

- Держстандарт - національний орган;
- науково-технічна комісія;
- органи сертифікації продукції;
- органи сертифікації систем якості;
- випробувальні лабораторії;
- експерти-аудитори;
- науково-методичний та інформаційний центри;

- територіальні центри стандартизації.

Вимоги до органів сертифікації і порядок їх акредитації регламентуються ДСТУ 3411-96, ДСТУ 3420-96.

Згідно цих документів органи сертифікації створюються на базі державних організацій, які мають статус юридичної особи і можуть бути визнані третьою стороною. Діяльність органу сертифікації здійснюється під керівництвом Національного органу сертифікації на підставі укладеної з ним ліцензійної угоди. Орган сертифікації може бути акредитований в системі.

Організаційна структура органу сертифікації - в загальному випадку її утворюють:

- керівник;
- рада;
- виконавчі групи.

До складу органів сертифікації може входити акредитована випробувальна лабораторія (центр).

3.1.3. Функції органу сертифікації

Органи сертифікації виконують такі функції для заявників:

- приймають і розглядають заявки на сертифікацію продукції (системи якості), готують рішення щодо них і взаємодіють із заявниками під час проведення сертифікації;
- оформляють і видають сертифікати відповідності, атестати виробництва;
- готують рішення щодо визнання зарубіжних сертифікатів та доводять прийняті рішення до заявників;
- проводять або організують проведення технічного нагляду за виробництвом і випробуваннями сертифікованої продукції (системи якості);
- готують рішення про скасування або припинення дії виданих сертифікатів відповідності та інформацію про вжиті органом рішення Національному органу сертифікації, територіальному центру Держстандарту України і заявнику;
- проводять експертизу нормативних документів на сертифіковану продукцію та змін до них;
- проводять експертизу претензій та рекламаций від споживачів на сертифіковану продукцію, що здійснена цим органом;
- інформують виробників і постачальників сертифікованої продукції про заплановані зміни нормативних документів на цю продукцію;
- здійснюють нагляд за проведенням випробувань продукції, що сертифікується, з метою забезпечення об'єктивності і достовірності результатів випробувань;
- здійснюють технічний нагляд за атестованим виробництвом;
- ведуть реєстр сертифікованої продукції (систем якості);
- приймають до розгляду апеляції з питань сертифікації продукції (систем якості) в галузі акредитації органу.

Акредитація органу сертифікації в Системі є офіційним визнанням його правомочності проводити сертифікацію продукції (систем якості) на

відповідність вимогам нормативних документів.

Її організує і проводить Національний орган сертифікації.

3.1.4. Основні поняття сертифікації

Заява про відповідність - заява постачальника під його повну відповідальність про те, що продукція, процес, послуга відповідають конкретному стандарту чи іншому нормативному документу.

Відповідність - виконання всіх встановлених вимог до продукції, процесів, послуг.

Посвідчення відповідності - дія випробувальної лабораторії третьої сторони, яка доводить, що конкретний випробуваний зразок відповідає конкретному стандарту чи іншому нормативному документу.

Сертифікат відповідності - документ, виданий відповідно до правил Системи сертифікації, який вказує, що забезпечується необхідна впевненість в тому, що належним чином ідентифікована продукція, процес або послуга відповідають конкретному стандарту чи іншому нормативному документу.

Сертифікація відповідності - дія третьої сторони, яка доводить, що забезпечується необхідна впевненість в тому, що належним чином ідентифікована продукція, процес або послуга відповідають конкретному стандарту чи іншому нормативному документу.

Третя сторона - особа або орган, які визнані незалежними від сторін, які беруть участь в розгляді певного питання.

Знак відповідності - захищений у встановленому порядку знак, який використовується або виданий відповідно до правил системи сертифікації і який вказує на те, що забезпечуються якість згідно нормативних документів або стандартів.

3.2. Загальні правила, схеми та перелік робіт з проведення сертифікації.

3.2.1. Схема проведення сертифікації продукції.

Сертифікація передбачає такі основні етапи:

- атестація виробництва продукції;
- сертифікація системи якості виробництва продукції;
- випробування продукції з метою сертифікації;
- технічний нагляд за виробництвом продукції.

3.2.2. Правила сертифікації продукції

При виборі *схеми сертифікації* рекомендується керуватися такими **правилами**:

- сертифікат на одиничний виріб видається на підставі позитивних результатів випробувань цього виробу, щої проведені у випробувальній лабораторії;
- сертифікат на партію продукції (виробів) видається на підставі позитивних результатів випробувань зразків продукції (виробів), що відібрані від партії в порядку і кількості, які визначені органом сертифікації і проведені у

випробувальній лабораторії;

- розмір партії (*штук, кг, м, тощо*) наводиться заявником у заявці на сертифікацію;

- коли заявка подається на партію продукції (виробів), що планується до виготовлення, орган сертифікації разом з заявником вирішують питання про економічну доцільність атестації виробництва цієї продукції;

- ліцензія на право застосування сертифіката відповідності щодо продукції (виробів), яка виготовляється виробником серійно протягом встановленого ліцензією терміну, надається органом сертифікації на підставі позитивних результатів первинних випробувань в акредитованій лабораторії зразків продукції, що відбираються з виробництва або з торгівлі в кількості, в терміни і порядку, що встановлені органом сертифікації; атестації виробництва та подальшого технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції, який здійснюється органом сертифікації, або за його дорученням - іншими організаціями сертифікації системи забезпечення якості сертифікованої продукції і подальшого технічного нагляду за відповідністю системи якості встановленим вимогам;

- ліцензія на право застосування сертифіката відповідності щодо продукції (виробів), що виробляється заявником серійно протягом встановленого ліцензією терміну, надається органом сертифікації продукції на підставі сертифікації системи забезпечення якості під час виготовлення цієї продукції тільки в тому випадку, якщо за технологічним процесом виробництва кожна одиниця продукції підлягає контролю на відповідність всім вимогам нормативного документа, на відповідність з яким вона сертифікується.

Одиницею продукції вважається:

- один штучний виріб;

- партія продукції, що супроводжується одним сертифікатом відповідності або одним супровідним документом, в якому є посилання на сертифікат відповідності;

- партія продукції, що виготовлена з однієї і тієї ж партії вихідної сировини, матеріалів тощо.

Орган сертифікації продукції має право проводити випробування сертифікованої продукції з метою технічного огляду у випробувальній лабораторії, а також застосовувати й інші правила щодо вибору схеми (модуля) сертифікації в залежності від специфіки продукції та особливостей її виробництва.

3.2.3. Порядок проведення робіт з сертифікації продукції.

Порядок проведення робіт з сертифікації регламентується нормативним документом ДСТУ 3413-96 і в загальному випадку містить:

- подання та розгляд заявки на сертифікацію продукції;

- Прийняття рішення за заявкою із зазначенням схеми (модуля) сертифікації;

- атестацію виробництва продукції, що сертифікується або сертифікацію системи якості, якщо це передбачено схемою сертифікації;

- відбирання, ідентифікацію зразків продукції та їх випробування;
- аналіз отриманих результатів і прийняття рішення про можливість видачі сертифіката відповідності та надання ліцензій;
- видачу сертифіката відповідності, надання ліцензій та занесення сертифікованої продукції до Реєстру Системи;
- визнання виданого сертифіката відповідності міжнародним органом;
- технічний нагляд за сертифікованою продукцією під час її виробництва;
- інформацію про результати робіт з сертифікації.

Подання і розгляд заявки.

Для проведення сертифікації продукції заявник (включно іноземний) подає до акредитованого органу сертифікації продукції заявку відповідної форми, яка повинна бути розглянута, і не пізніше одного місяця після її подання заявник повинен отримати рішення, яке містить основні умови сертифікації. Копії рішення направляються:

- органу сертифікації систем якості (в разі необхідності);
- випробувальної лабораторії, що буде проводити випробування;
- до територіального центру Держстандарту за місцем розташування заявника.

Якщо є декілька акредитованих органів сертифікації конкретного виду продукції, що діють в різних регіонах, заявник має право подати заявку до будь-якого з них.

Сертифікація системи якості.

Сертифікація проводиться з метою забезпечення визначеності органу сертифікації продукції в тому, що продукція, яка випускається підприємством, відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів, всі технічні, адміністративні та людські чинники, які впливають на якість продукції, знаходяться під контролем, продукція незадовільної якості своєчасно виявляється, а підприємство вживає заходів щодо запобігання виготовлення такої продукції на постійній основі.

Сертифікація системи якості проводиться відповідно до ДСТУ 3419-96, РНД 50-033-94 органами, які акредитовані в Системі на право проведення цих робіт, і виконується за ініціативою заявника або за рішенням органу сертифікації продукції. Результати сертифікації системи якості оформляються сертифікатом системи якості, який надсилається заявнику та копії - органу сертифікації продукції.

Проведення випробувань з метою сертифікації.

Проведення випробувань з сертифікації здійснює випробувальна лабораторія. Заявник надає зразки (проби) продукції для випробувань та технічну документацію на них. Кількість зразків для випробувань та правила їх відбирання встановлюються органом сертифікації. Продукція, що імпортується, теж проходить випробування, якщо не існує угоди щодо взаємного визнання результатів випробувань.

При позитивних результатах протоколи випробувань передаються органу з сертифікації продукції і копії - заявнику.

У разі отримання негативних результатів хоча б по одному з показників,

випробування з метою сертифікації припиняються, інформація про негативні результати подається заявнику та органу з сертифікації продукції, який скасовує заявку. Повторні випробування можуть бути проведені тільки після подання нової заявки та надання органу з сертифікації продукції переконливих доказів проведення підприємствами коригувальних заходів щодо усунення причин, які викликали невідповідність.

Зразки продукції, які пройшли випробування з метою сертифікації, в тому числі руйнівні, залишаються власністю заявника.

Видача сертифіката відповідності.

При наявності протоколів з позитивними результатами випробувань, сертифіката системи якості або атестата виробництва, залежно від прийнятої схеми (модуля) сертифікації, орган з сертифікації продукції оформляє сертифікат відповідності, реєструє його в Реєстрі Системи та видає заявнику, який після цього має право маркувати продукцію, тару, упаковку, супровідну документацію та рекламні матеріали знаком відповідності.

Відповідно до ДСТУ 2296-93 встановлено такі **зображення знака відповідності**:

- для продукції, яка відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів та вимогам, які передбачені чинними законодавчими актами України, за якими встановлено обов'язкову сертифікацію, рис. 3.1 а;

- для продукції, яка відповідає всім вимогам нормативних документів, які поширюються на дану продукцію, рис. 3.1 б.

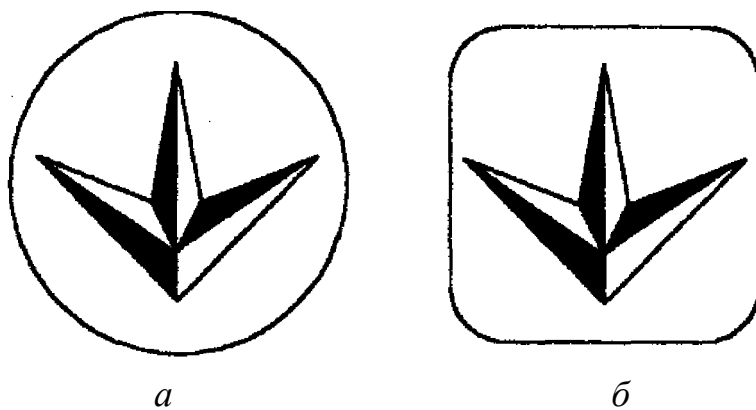


Рис. 3. 1.Зображення знаків відповідності: а – продукція, яка відповідає обов'язковим вимогам; б - продукція, яка відповідає всім вимогам.

Знак відповідності, зображений на рис. 3.1 а, застосовується також для позначення продукції, яка не підлягає обов'язковій сертифікації, проте сертифікована з ініціативи виробника (виконавця), продавця (постачальника) чи споживача продукції (добровільна сертифікація).

Термін дії сертифіката на продукцію, яка випускається підприємством серійно протягом терміну, що встановлений ліцензійною угодою, визначає орган з сертифікації з урахуванням терміну дії нормативних документів на продукцію, терміну, на який сертифікована система якості або атестоване

виробництво.

Термін, що встановлений в ліцензії, не продовжується. Порядок надання нової ліцензії замість тієї, що втратила силу, визначає орган з сертифікації продукції в кожному конкретному випадку.

У разі внесення змін до конструкції (складу) продукції або технології її виготовлення, що можуть вплинути на показники, які підтверджені під час сертифікації, заявник зобов'язаний попередньо сповістити про це орган, який надав ліцензію. Орган з сертифікації продукції приймає рішення про необхідність проведення нових випробувань або оцінки стану виробництва продукції.

У разі, якщо норми, встановлені стандартом на показник, підтверджений під час сертифікації, змінені на більш жорсткі, то питання про припинення дії кожної наданої ліцензії розглядає орган з сертифікації продукції за погодженням з Держстандартом України.

Визнання сертифіката відповідності, **виданого закордонним або міжнародним органом** на виготовлену продукцію в Україні або імпортується в Україну, приймає орган з сертифікації продукції, керуючись діючими нормативними документами.

Технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції при її виробництві здійснює орган, який надав сертифікат, або за його пропозицією органи з сертифікації системи якості або територіальні центри Держстандарту. До участі в проведенні технічного нагляду можуть залучатися фахівці Держнаглядохоронпраці, Жержсаннагляду тощо.

Обсяг, порядок та періодичність нагляду встановлюється органом з сертифікації продукції під час проведення сертифікації.

За результатами нагляду орган з сертифікації продукції може зупинити або скасувати дію ліцензії або сертифіката у випадках:

- порушення вимог, які ставляться до продукції при обов'язковій сертифікації;
- порушення вимог технології виготовлення, правил приймання, методів контролю та випробувань, позначення продукції, що узгоджені з органом сертифікації під час проведення сертифікації продукції;
- зміни нормативних документів на продукцію або на методи її випробувань без попереднього узгодження з органом сертифікації продукції;
- зміни конструкції (складу), комплектності або технології виготовлення продукції без попереднього узгодження з органом сертифікації продукції.

Рішення про зупинку дії ліцензії або сертифіката відповідності приймається у випадку, якщо вжиттям коригуючих заходів, погоджених з органом сертифікації продукції, підприємство може усунути виявлені невідповідності, та без проведення повторних випробувань акредитованою випробувальною лабораторією підтвердити відповідність продукції вимогам нормативних документів. В противному разі ліцензія або сертифікат скасовуються.

Інформація про зупку дії або скасування сертифіката відповідності доводиться органом з сертифікації до відома заявника та національного органу

сертифікації. Дія сертифіката відповідності припиняється з моменту виключення його з Реєстру Системи.

Інформація про результати сертифікації продукції.

Орган сертифікації продукції веде облік виданих ним сертифікатів і направляє їх копії до Держстандарту України, який видає довідки, що містять інформацію щодо сертифікованої продукції.

Орган з сертифікації продукції та організації, що діють за його дорученням, несуть відповідальність за розголошення професійної таємниці, щодо конфіденційності інформації.

Якщо заявник бажає **опротестувати** заходи щодо його заявки на сертифікацію продукції, визнання сертифіката або рішення про скасування ліцензії, він повинен **подати письмову апеляцію** до органу з сертифікації продукції не пізніше одного місяця після одержання повідомлення про прийняте рішення. Подання апеляції не зупиняє дії прийнятого рішення.

Апеляційна комісія для розгляду апеляції повинна мати такі документи:

- апеляцію заявника;
- листування щодо спірного питання між заявником, випробувальною лабораторією та органом сертифікації продукції;
- протоколи випробувань продукції;
- зразки або фотознімки продукції;
- технічну документацію на продукцію (в разі необхідності).

Заявник має право бути заслуханою на засіданні комісії.

Апеляційна комісія розглядає спірні питання конфіденційно. Під час прийняття рішення мають бути присутні тільки члени комісії в повному складі.

Апеляційна комісія, як правило, приймає одне з таких рішень:

- видати сертифікат (ліцензію);
- відмовити у видачі сертифіката (ліцензії);
- скасувати видану ліцензію.

В разі незгоди з рішенням апеляційної комісії заявник має право звернутися до Комісії апеляцій Національного органу сертифікації.

Усі роботи по зертфікації продукції оплачуються заявником за договорами на проведення робіт, які укладаються з органом сертифікації продукції, органом з сертифікації систем якостей та випробувальними лабораторіями. Витрати заявника на проведення робіт з сертифікації продукції відносяться на собівартість продукції.

3.2.4. Вибір механізмів сертифікації

На практиці дуже часто виникає питання, який з **механізмів сертифікації** кращий:

- **продукції;**
- **чи систем якості.**

Зарубіжний досвід показує, що кожен з механізмів сертифікації доцільний на своєму місці.

Є певні галузі, де висока технологія розвивається такими прискореними темпами, що нелегко розробити вичерпний стандарт на продукцію, який можна

було б використовувати в схемі сертифікації продукції, тому в цьому випадку зростає роль сертифікації системи якості.

З іншого боку, оскільки купують продукцію, а не систему якості, то її сертифікація не відіграє важливої ролі в тих галузях, де можуть бути розроблені стандарти на продукцію, які зазвичай відповідають багатьом інтересам не залежно від того, на що вони поширюються. Особливо це стосується масового виробництва.

У багатьох випадках перевага може бути віддана механізму сертифікації системи якості, після чого може бути введений в дію механізм сертифікації продукції.

Це пов'язано з тим, що система якості оцінюється в обох випадках, і додаткові вимоги, які накладає механізм сертифікації системи якості, будуть встановлюватися і впроваджуватися таким же чином, як і вимоги специфічних стандартів на продукцію, як цього вимагає процедура її сертифікації. Порівняння основних етапів сертифікації системи якості та продукції наведено в табл. 3.1.

Табл. 3.1.

Етапи сертифікації.

Етапи сертифікації системи якості	Етапи сертифікації продукції
Оцінювання системи якості постачальника за певним стандартом щодо забезпечення якості.. Визначаються тільки можливості щодо вироблення продукції	Оцінювання системи виробництва постачальника, яка визначена стандартом на продукцію, що використовують у схемі сер-тифікації, спільно з оцінюванням системи якості постачальника, що визначена при-придатним стандартом забезпечення якості.
Реєстрація системи якості постачальника в Ре-естрі постачальників. Видається сертифікат, який підтверджує виконання певного стандарту забезпечення якості (для відповідної продукції). <i>Примітка.</i> Продукція сама по собі не випробується третьою стороною, коли використовують цей механізм сертифікації.	Випробування і дослідження за специфічним стандартом на продукцію, а також для гарантування її відповідності певному стандарту забезпечення якості.
Позначення реєстрації системи у вигляді лого-типу відповідності, але який не може бути потавлений на продукції. Отримання сертифікату на систему якості	Позначення відповідності продукції за допомогою сертифіката або знаку відповідності, який ставлять на продукцію або упаковку.
Нагляд за системою якості для гарантування її безперервного відповідності стандарту забезпе-чення якості, який застосовують при цьому	Нагляд за продукцією або системою якості для гарантування безперервної відповідності обох.
Механізм сертифікації системи якості на цьому закінчується, якщо покупець бажає придбати продукцію в такого постачальника.	Механізм сертифікації продукції на цьому закінчується. Тепер покупці можуть нормально вступати в торгові відносини, укладати контракти з упевненістю, що продукція відповідає стандарту на неї.

Переваги одного механізму над іншим, а також їх недоліки, можливо оцінити тільки щодо соціально-економічних і технологічних ситуацій, які існують для постачальників в кожній країні, і щодо кінцевої мети постачальника. Але варто відзначити, що в більшості промислово розвинених країнах перевага надається сертифікації систем якості.

3.2.5. Знак відповідності і правила його застосування

Закон "Про захист прав споживачів" забороняє продаж товару, включаючи і імпортований, який підлягає обов'язковій сертифікації, що не маркується в установленому порядку знаком відповідності.

Маркування товарів знаком відповідності здійснюється відповідно до "правил застосування знака відповідності при обов'язковій сертифікації", який діє з грудня 1993 року. Цей документ відзначає, що маркування товару знаком відповідності необхідна виробнику, покупцеві, державному інспектору, страховим компаніям. Виробник зацікавлений у цьому для впевненості покупця в належній якості свого товару. Додатковий імпульс знак відповідності надає і рекламі сертифікованого товару. Покупцеві знак відповідності допомагає знайти бажаний товар серед аналогів. Органам державного контролю і нагляду знак допомагає прийняти рішення на можливість реалізації продукції, а страхові компанії вважають знак відповідності однією з гарантій безпеки товару.

Як зазначалося вище, кожна система сертифікації може зареєструвати свій знак відповідності. Якщо система сертифікації однорідної продукції становить основну частину системи УкрСЕПРО, вона також має право застосовувати вказаний знак. На добровільну сертифікацію цей знак відповідності не поширюється.

Щоб отримати право маркування сертифікованої продукції знаком відповідності, виробник разом з сертифікатом відповідності в органі сертифікації отримує ліцензію, а якщо сертифікується одиничний виріб - маркування робить сам орган сертифікації.

Ліцензія видається від імені державного органу виконавчої влади, який за законодавством отримав права на організацію сертифікації. Так, наприклад, в Системі сертифікації "Електрозв'язок" - від імені Держзв'язку України.

Умови застосування знака відповідності вказуються в угоді, складеному між заявником (одержувач сертифіката) і органом з сертифікації.

Вживаються заходи до запобігання підробок знака відповідності, а також його незаконного використання. Держстандарт України підготував проект Державного закону "Про сертифіковані знаки", в якому встановлюються види знаків відповідності та їх правовий захист; порядок державної реєстрації та використання знаків відповідності та відповідальність за їх несанкціоноване використання.

Розробляється голографічний захист знака та застосування тонко плівкової технології. Виробництво захищених знаків розглядається як ліцензована і сертифікована діяльність. Технологія виробництва підлягає обов'язковій сертифікації в Системі сертифікації засобів захисту інформації.

Контролем за застосуванням знаків відповідності на законній основі будуть займатися територіальні органи Державної податкової служби, оснащені спеціальними технічними пристроями для ідентифікації дійсності знака відповідності.

Правила застосування.

1. Підприємство (організація) має право використовувати знак відповідності після отримання зареєстрованого сертифіката відповідності на

продукцію.

2. Знак відповідності для сертифікованої продукції наносять на незнімну частину виробу і (або) на тару, упаковку, експлуатаційну та товаросупровідну документацію. Місце нанесення знака відповідності на продукцію, тару, упаковку і документацію встановлює підприємство, що отримало право на його застосування.

При неможливості нанесення знака відповідності безпосередньо на продукцію його наносять на найменшу споживчу упаковку, в якій ця продукція реалізується.

3. Знак відповідності для сертифікованої послуги (процесу) проставляється в супровідній документації на цю послугу (процес).

При неможливості нанесення знака відповідності на супровідній документації або неможливості супроводження послуги (процесу) цією документацією, знак відповідності може проставлятися виконавцем сертифікованої послуги (процесу) в рекламних матеріалах щодо цієї послуги (процесу). У цьому випадку таке використання знака відповідності обумовлюється в ліцензійній угоді між органом з сертифікації і заявником.

4. У разі, якщо дія сертифіката відповідності тимчасово припинено, на цей період забороняється маркувати продукцію, тару, упаковку, супровідну документацію, рекламні матеріали знаком відповідності.

При анулюванні сертифіката відповідності заявник втрачає право використовувати знак відповідності.

5. Застосування знака відповідності без отримання на це права, або використання знаків, символів та ін., які імітують знак відповідності, не допускається.

6. Конкретні правила, порядок, а також особливості застосування знака відповідності, які не відображені в стандарті, встановлюються щодо специфічних умов виробництва і постачання продукції в організаційно-методичних та керівних документах системи сертифікації даної продукції і ліцензійних угодах.

3.4. Державна система сертифікації УкрСЕПРО.

Система сертифікації УкрСЕПРО встановлює основні принципи, структуру та правила Української державної системи сертифікації продукції, процесів та послуг (надалі - продукції), призначена для проведення обов'язкової та добровільної сертифікації продукції та є відкритою для вступу до неї органів сертифікації та випробувальних лабораторій інших держав і доступу до неї будь-яких підприємств і організацій.

Система передбачає, що сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів та вимогам, які передбачені чинним законодавством України, проводиться виключно в ній.

Система створена відповідно до міжнародних нормативних документів ISO / IES і передбачає такі взаємопов'язані **види діяльності:**

- сертифікацію продукції (процесів, послуг);

- сертифікацію систем якості;
- атестацію виробництва;
- акредитацію випробувальних лабораторій (центрів);
- акредитацію органів зсертифікації продукції;
- акредитацію органів з сертифікації систем якості;
- атестацію експертів-аудиторів за переліченими видами діяльності.

Загальне керівництво системи, організацію і координацію робіт з сертифікації здійснює Держстандарт України - Національний орган з сертифікації, а його функції безпосередньо виконує Управління сертифікації Держстандарту.

Перші шість нормативних документів системи сертифікації УкрСЕПРО (надалі - Система) розроблені в 1993 р Українським науково-виробничим центром стандартизації, метрології та сертифікації і Державним науково-дослідним інститутом "Система" Держстандарту України, затверджено та введено в дію Наказом Держстандарту України від 30.06 .1993 р № 94.

3.4.1. Структура Системи, функції її органів та осіб.

Організаційну структуру Системи утворюють:

- Національний орган з сертифікації - Держстандарт України;
- науково-технічна комісія;
- органи з сертифікації продукції;
- органи з сертифікації системи якості;
- випробувальні лабораторії (центри);
- експерти-аудитори;
- науково-методичний та інформаційний центр;
- територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації Держстандарту України;
- Український навчально-науковий центр стандартизації, метрології та сертифікації.

Національний орган з сертифікації виконує такі основні функції:

- розробляє стратегію розвитку сертифікації в Україні;
- організовує, веде і координує роботи щодо забезпечення функціонування Системи;
- взаємодіє з національними органами зсертифікації інших держав і міжнародними організаціями, які здійснюють діяльність з сертифікації;
- організує розробку і удосконалення організаційно-методичних документів Системи;
- приймає рішення щодо приєднання до міжнародних систем та угод із сертифікації;
- встановлює основні принципи, правила і структуру Системи, а також знак відповідності та правила його застосування;
- встановлює правові та економічні засади функціонування Системи;
- формує і затверджує склад науково-технічної комісії;
- акредитує органи з сертифікації та випробувальні лабораторії (центри), атестує експертів-аудиторів, здійснює інспекційний контроль за діяльністю цих

органів та осіб;

- веде реєстр Системи;
- організує роботи з сертифікації продукції, в разі відсутності органу з сертифікації певного виду продукції;
- затверджує перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації;
- розглядає апеляції щодо виконання правил Системи;
- організує інформаційне забезпечення діяльності з сертифікації в Системі;
- несе відповідальність від імені держави за дотримання правил та порядку сертифікації продукції, які встановлені в Системі.

Науково-технічна комісія формується і затверджується Національним органом з сертифікації і виконує такі функції:

- формує єдину політику з питань побудови, функціонування і вдосконалення Системи;
- вносить пропозиції щодо взаємодії з національними органами інших держав і міжнародними організаціями з сертифікації.

Органи сертифікації продукції призначаються і акредитуються Національним органом з сертифікації.

Орган з сертифікації продукції виконує такі основні функції:

- здійснює управління Системою сертифікації закріпленої за ним номенклатури продукції та несе відповідальність за її функціонування;
- розробляє організаційно-методичні документи з сертифікації закріпленої продукції;
- проводить за дорученням Національного органу з сертифікації акредитацію випробувальних лабораторій (центрів);
- визначає схему та порядок проведення сертифікації закріпленої продукції;
- організує і проводить атестацію виробництв;
- здійснює технічний нагляд за сертифікованою продукцією та її виробництвом;
- видає сертифікати відповідності на продукцію та атестати виробництв.

Органи з сертифікації системи якості призначаються і акредитуються Національним органом з сертифікації.

Орган з сертифікації систем якості виконує такі основні функції:

- розробляє організаційно-методичні документи з сертифікації систем якості;
- організує і проводить сертифікацію систем якості;
- організує і проводить за пропозицією органу з сертифікації продукції атестацію виробництв;
- здійснює технічний нагляд за сертифікованими системами якості та атестованими виробництвами;
- видає сертифікат систем якості.

Випробувальні лабораторії (центри) акредитуються Національним органом з сертифікації або за його дорученням - органом з сертифікації продукції.

Випробувальні лабораторії (центри) виконують такі основні функції:

- проводять випробування продукції, що сертифікується відповідно до галузі акредитації, і видають протоколи випробувань;

- беруть участь за пропозицією органу з сертифікації в проведенні технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції, а за пропозицією Національного органу з сертифікації - в проведенні інспекційного контролю;

- беруть участь за пропозицією органу з сертифікації в атестації виробництва продукції, що сертифікується.

Експерти-аудитори, які атестовані в Системі та занесені до реєстру Системи, за дорученням Національного органу з сертифікації можуть виконувати окремі роботи, які пов'язані з сертифікацією продукції.

Науково-методичним та інформаційним центром в Системі є Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики Держстандарту України (УкрНДІССІ).

Він виконує такі основні функції:

- здійснює розробку та удосконалення організаційно-методичних документів Системи;

- готує і подає до Національного органу з сертифікації пропозиції та проекти законодавчих актів в галузі сертифікації;

- проводить аналіз можливостей підприємств та організацій щодо призначення їх органами з сертифікації, виконання функцій випробувальних лабораторій (центрів), здійснює експертизу їх вихідних документів та готує пропозиції Національного органу з сертифікації щодо їх акредитації в Системі;

- готує пропозиції з номенклатури продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації;

- бере участь на договірній основі в підготовці органів сертифікації та випробувальних лабораторій (центрів) до акредитації, а також у підготовці підприємств до сертифікації продукції та систем якості;

- бере участь в акредитації органів з сертифікації, випробувальних лабораторій, а також в інспекційному контролі за їх діяльністю за дорученням Національного органу з сертифікації.

Територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації Держстандарту України виконують в Системі такі основні функції:

- проводять за дорученням Національного органу з сертифікації інспекційний контроль за виконанням правил Системи;

- проводять за пропозицією органу з сертифікації продукції технічний нагляд за сталістю показників сертифікованої продукції під час її виробництва;

- надають на договірній основі методичну допомогу підприємствам у підготовці до акредитації їх випробувальних лабораторій, сертифікації продукції, систем якості та атестації виробництва.

Український навчально-науковий центр стандартизації, метрології та сертифікації проводить навчання та підвищення кваліфікації фахівців у галузі сертифікації.

3.4.2. Основні принципи і загальні правила Системи.

Основні принципи і загальні правила Системи регламентуються нормативним документом ДСТУ 3410-96.

Основні принципи:

- сертифікація передбачає підтвердження третьою стороною показників характеристик і властивостей продукції, процесів, послуг на підставі випробувань, атестації виробництва та сертифікації систем якості;

- роботи з сертифікації в Системі організуються шляхом створення органами з сертифікації систем сертифікації спорідненої продукції, які повинні бути побудовані з урахуванням правил діючих міжнародних систем сертифікації;

- на сертифіковану в Системі продукцію видається сертифікат відповідності та наноситься знак відповідності, технічні вимоги до якого, порядок і правила його застосування встановлено державним стандартом України;

- роботи щодо сертифікації продукції, систем якості, атестації виробництв, акредитації органів сертифікації та випробувальних лабораторій (центрів) виконуються за договорами.

Загальні правила:

- право проведення робіт з сертифікації продукції надається органам з сертифікації, випробувальним лабораторіям (центрам) та експертам-аудиторам, які акредитовані в Системі і занесені до реєстру Системи;

- органами з сертифікації в Системі можуть бути акредитовані організації та підприємства державної форми власності, а випробувальними лабораторіями (центрами) - акредитовані організації та підприємства будь-яких форм власності;

- якщо в Системі акредитовано декілька органів з сертифікації однієї і тієї ж продукції, то заявник має право провести сертифікацію продукції в будь-якому з цих органів;

- визнання органів з сертифікації та випробувальних лабораторій (центрів), сертифікатів відповідності, а також знаків відповідності інших держав здійснюється на основі багатосторонніх і двосторонніх угод про взаємне визнання результатів робіт з сертифікації, при цьому свідченням визнання закордонних сертифікатів є сертифікат відповідності, що виданий в Системі, або свідоцтво його визнання;

- технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції в Системі виконує орган з сертифікації цієї продукції або за його дорученням інші організації (орган з сертифікації систем якості, територіальні центри Держстандарту);

- під час проведення технічного нагляду враховується інформація щодо якості продукції, яка надходить від органів державного нагляду, товариства споживачів і інших зацікавлених організацій;

- основою інформаційного забезпечення системи є реєстр, дані якого і інформацію про діяльність з сертифікації Держстандарт публікує в своїх інформаційних виданнях;

- апеляції щодо застосування стандартів якості сертифікованої продукції, а

також виконання правил Системи розглядаються органами з сертифікації;

- у разі незгоди однієї з сторін з результатами розгляду, подальше вирішення спору здійснюється комісією з апеляцій, яка створюється Національним органом сертифікації з залученням представників органів з сертифікації та інших зацікавлених сторін.

Відповідальність сторін із сертифікації:

- виробник (виконавець, постачальник) несе відповідальність за невідповідність сертифікованої продукції вимогам нормативних документів та застосування сертифікатів і знаків відповідності з порушенням правил Системи;

- продавець несе відповідальність за відсутність сертифіката або знака відповідності на продукцію, що реалізується, якщо вона підлягає обов'язковій сертифікації;

- випробувальна лабораторія (центр) несе відповідальність за недостовірність і необ'єктивність результатів випробувань сертифікованої продукції;

- орган з сертифікації несе відповідальність за необґрунтовану чи неправомірну видачу сертифікатів відповідності, атестатів виробництва і підтвердження їх дії, а також за порушення правил Системи;

- органи, лабораторії, експерти-аудитори, підприємства і організації, які порушують правила Системи, виключаються з реєстру Системи і несуть відповідальність відповідно до чинного в Україні законодавства.

3.4.3. Система сертифікації CERTEX - нова форма добровільної сертифікації продукції.

Декретом Кабінету Міністрів України від 10 травня 1993 «Про стандартизацію і сертифікацію» визначені правові та економічні основи сертифікації, передбачені поряд з обов'язковою і добровільною сертифікацією.

Добровільна сертифікація продукції може проводитися на відповідність вимогам, що не віднесені законодавчими актами та нормативними документами до обов'язкових умов, за ініціативою виробника, продавця, покупця, органів державно-виконавчої влади, громадських організацій та окремих громадян.

Сертифікація захищає виробника від конкуренції з постачальниками не сертифікованої продукції, забезпечує йому рекламу та ринок збуту і є інструментом в досягненні довіри до якості товару. Сертифікація дозволяє забезпечити захист прав споживача шляхом отримання ним достовірної та об'єктивної інформації про властивості товару і відповідності стандартам. Сертифікат відповідності полегшує проходження товару через кордон.

Система сертифікації CERTEX призначена для добровільної сертифікації продукції відповідно до Декрету Кабінету Міністрів "Про стандартизацію і сертифікацію". Система зареєстрована в Держстандарті України під № СДС01.

Система заснована на діючих керівних документах ІСО \ МЕК (ІСО - Міжнародна організація з стандартизації, МЕК - міжнародна електротехнічна комісія) в галузі сертифікації.

Характерною рисою системи CERTEX є відсутність в системі власних лабораторій, що забезпечує максимальний ступінь незалежності при проведенні

сертифікаційних випробувань. Випробування продукції проводиться на договірній основі в провідних лабораторіях України, атестованих на проведення певного виду випробувань.

В системі CERTEX передбачено і дотримується нерозголошення про-професійної таємниці щодо конфіденційної інформації.

Система є відкритою для вступу до неї в якості членів організацій, які володіють необхідною компетенцією і незалежні від зацікавлених в результатах сторін.

Система є відкритою для участі в ній будь-яких підприємств і організацій, юридичних та фізичних осіб. Сертифікація може бути проведена за заявою виробника, постачальника, посередника, одержувача, покупця, державного органу управління.

В системі CERTEX працюють 6 органів з сертифікації продукції в Київській, Житомирській, Чернігівській, Сумській та Полтавській торгово-промислових палатах.

Робота з сертифікації товарів проводиться експертами-аудиторами системи.

Порядок проведення сертифікації товарів в загальному вигляді включає:

- подання та розгляд заяви на сертифікацію товарів;
- прийняття рішення за заявою;
- ідентифікація зразків товару;
- експертна оцінка зразків товару;
- аналіз отриманих результатів;
- прийняття рішення про можливість видачі сертифіката відповідності;
- видача сертифіката відповідності;
- внесення сертифікованих товарів до Реєстру Системи.

Сертифікація товарів проводиться на відповідність вимогам, які згідно з чинним законодавством України не віднесені до обов'язкових для виконання і встановлення в нормативних документах, контрактах, договорах, угодах або інших документах, які визначають юридичну відповідальність виробників і постачальників товарів за порушення встановлених вимог.

Якщо товар підлягає обов'язковій сертифікації на відповідність вимогам, які віднесені, відповідно до чинного законодавства України, до обов'язкових для виконання, то його сертифікація в системі CERTEX виконується при наявності сертифіката, виданого Українській державній системі УкрСЕПРО.

В системі CERTEX сертифікуються одиничні зразки товарів і партії товарів. Органи сертифікації товарів видають сертифікати відповідності при позитивних результатах лабораторних досліджень та експериментальної оцінки на харчову і продовольчу сировину, на промислові товари, косметично-парфумерні вироби і предмети особистої гігієни, товари побутової хімії, тютюнові вироби та інші товари народного споживання, які не входять до реєстру продукції, що підлягає Обов'язковій сертифікації в системі УкрСЕПРО.

Крім робіт по сертифікації органи з сертифікації та експерти системи CERTEX відповідно до потреб замовника проводять консультації з питань сертифікації та надають посередницькі послуги при отриманні ліцензії на

ввезення імпоротної парфумерно-косметичної продукції та предметів особистої гігієни.

4. ОСНОВИ АКРЕДИТАЦІЇ

4.1. Мета, область, види і об'єкт акредитації

Акредитація в Україні здійснюється Системою УкрСЕПРО, яка встановлює вимоги до об'єктів акредитації; акредитуючого органу; правила і процедури Системи; причому акредитуючий орган в кожному конкретному випадку має право встановлювати додаткові критерії відповідно до особливостей об'єкта акредитації [2].

Акредитація - офіційне визначення правомочності акредитованих органів здійснювати певний вид діяльності відповідно до вимог нормативних документів.

Мета акредитації: забезпечення довіри до організації шляхом підтвердження її компетентності; здійснення вимог для взаємного визнання результатів діяльності різних організацій в одній і тій же галузі.

Область акредитації - один вид роботи, або кілька видів, на виконання яких акредитована певна організація.

Види акредитації залежать від сфери, в якій вона проводиться:

- *акредитація в обов'язковій сфері*, яку має право здійснювати УкрСЕПРО та інші органи виконавчої влади;

- *акредитацію в добровільній сфері*, яку мають право здійснювати юридичні особи, що відповідають встановленим вимогам.

Користувачі послуг акредитованих організацій:

- організації-заявники;
- організації, які отримали сертифікат або протокол випробувань;
- особа-заявник, яка отримала сертифікат або протокол випробувань;
- підприємства-виробники та інші зацікавлені сторони.

Об'єкт акредитації - це організації, які діють в області оцінки відповідності:

- випробувальні лабораторії;
- вимірювальні лабораторії;
- метрологічні служби юридичних осіб;
- органи сертифікації продукції;
- органи системи якості продукції;
- контролюючі організації;
- організації, які здійснюють підготовку фахівців-експертів.

Класифікація об'єктів акредитації приведена на рис. 3.1.

4.2. Органи акредитації, їх функції

Акредитуючий орган - це орган, який здійснює акредитацію організацій, діяльність яких законодавчо урегульована (обов'язково) у відповідній сфері.



Рис. 2.1. Схема об'єктів акредитації

Організаційну структуру органу акредитації утворюють:

- керівник органу;
- рада;
- виконавчі групи;
- технічний центр.

Технічний центр здійснює роботу, яку покладає на нього акредитуючий орган:

- попередній розгляд заяв на акредитацію;
- проведення експертизи документів;
- підготовка програми атестації заявників;
- інспекційний контроль акредитованих організацій;
- розгляд результатів атестації, інспекційного контролю та підготовка по ним проекту рішення та ін.

У діяльність акредитуючих органів можуть залучатися періодично або на постійній основі представники випробувальних лабораторій (центрів), органу акредитації системи якості, державних органів, які здійснюють наглядові функції, а також представники товариств (спілок) споживачів та інших зацікавлених організацій.

Організаційні підрозділи акредитуючого органу виконують такі функції.

Керівник органу здійснює управління діяльності органу і несе відповідальність за його функціонування перед Держстандартом України, призначається на посаду і звільняється з посади за погодженням з радою національного Держстандарту.

Рада:

- формує політику в сфері акредитації;
- вирішує питання принципів, критеріїв акредитації;
- проводить дослідження в сфері акредитації;
- здійснює координацію діяльності акредитованих органів;
- вирішує питання економічних аспектів акредитації;
- дозволяє аспекти міжнародного співробітництва в сфері акредитації;
- веде об'єднаний реєстр акредитованих об'єктів і експертів з акредитації.

Виконавчі групи:

- формують і актуалізують фонд нормативних документів, які використовуються в сфері акредитації;
- розробляють і ведуть організаційно-методичні документи органу з акредитації;
- приймають і розробляють заявки на акредитацію, готують рішення по них та взаємодіють із заявниками під час проведення акредитації.

Користувачі послуг акредитованих організацій, акредитуючі органи і об'єкти акредитації в сукупності складають *систему акредитації*.

Система акредитації - це система, яка має власні правила, процедури і управління для здійснення акредитації.

Схема системи акредитації показана на рис. 2.

Основні функції акредитуючого органу пов'язані з його головним завданням - реалізацією єдиної політики акредитації в Україні і передбачені:

- розробка загальних правил процедури акредитації;
- встановлення вимог до акредитуючого органу і розробка спеціальних вимог до об'єктів акредитації;
- встановлення вимог до експертів акредитації;
- розробка вимог до документів з акредитації;
- проведення акредитації та видача свідоцтв про акредитацію;
- взаємодія з міжнародними, регіональними та закордонними організаціями з акредитації;
- проведення акредитації та видача свідоцтв про акредитацію;
- розробка правил з визнання інших систем акредитації, в тому числі і закордонних;
- публікація інформації про акредитовані об'єкти і розглядах апеляцій.

У свою чергу акредитуючий орган повинен відповідати ряду вимог.

Вимоги до органу акредитації стосуються:

- загальної політики й прийняття рішень;
- персоналу органу акредитації;
- системи якості, що діє в акредитуючому органі;
- порядку проведення акредитації;
- документації з акредитації.

Організації, які планують отримати акредитацію, зобов'язані виконувати конкретні види діяльності, відповідно до заявленої галузі акредитації. Після подачі заявки на акредитацію необхідна взаємодія з усіма учасниками процедури акредитації, а потім, незалежно від результатів - оплата робіт з

акредитації відповідно до встановленого порядку.

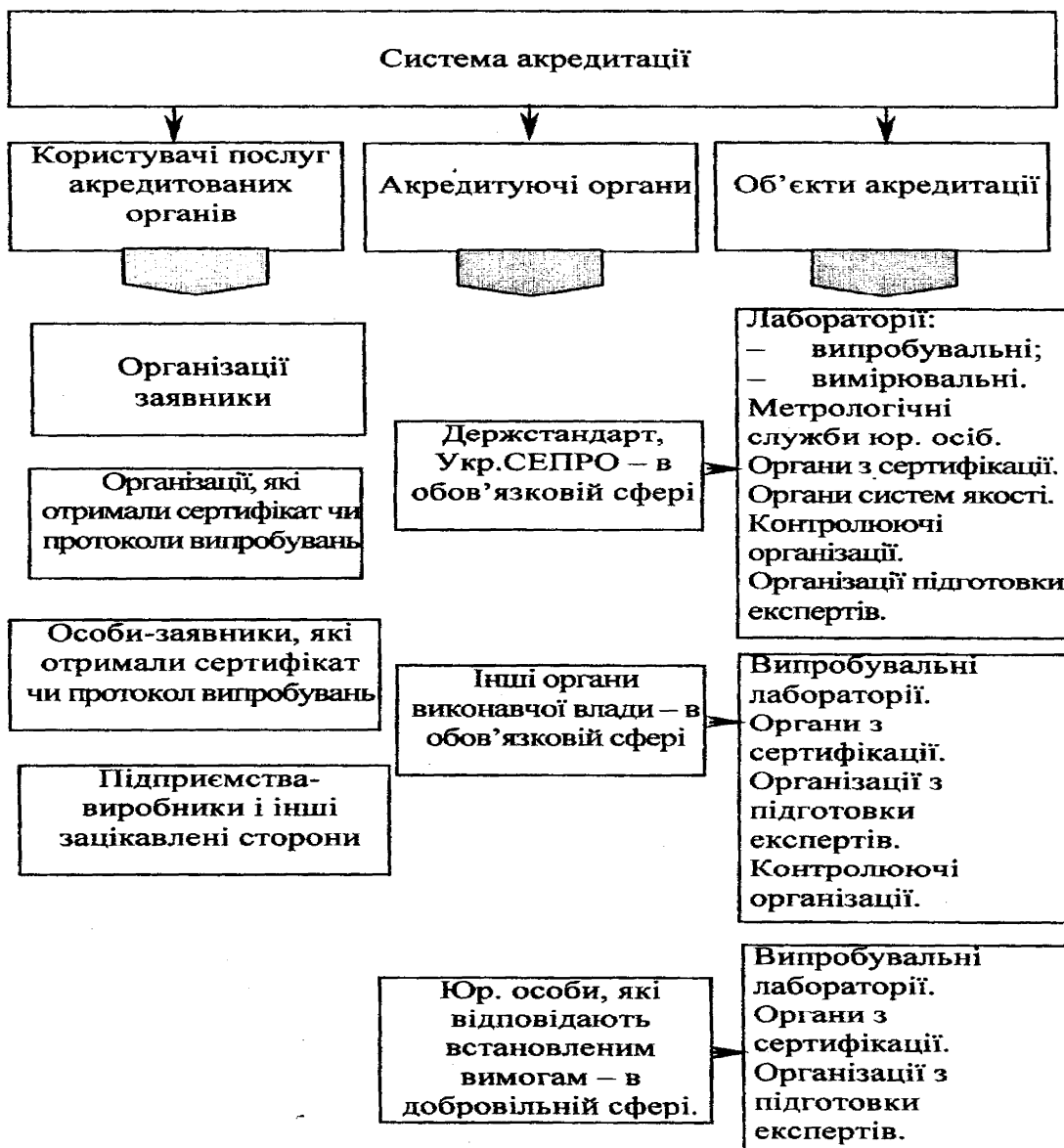


Рис. 2. Схема системи акредитації

Акредитовані організації зобов'язані чітко виконувати роботу в відповідній з областю акредитації та підтримувати відповідність організації встановленим вимогам. В процесі своєї діяльності акредитовані організації взаємодіють з акредитуючим органом та іншими учасниками акредитації, надаючи інформацію про всі зміни, які можуть впливати на критерії акредитації.

Експерти з акредитації виконують такі функції:

- проводять експертизу документів, которые представляются на аккредитацию;
- аттестуют заявителей и готовят решение на выдачу аттестата аккредитации;
- осуществляют инспекционный контроль за аккредитованными организа

Експерти з акредитації виконують такі функції:

- проводять експертизу документів, які подаються на акредитацію;
- атестують заявників і готують рішення на видачу атестата акредитації;
- здійснюють інспекційний контроль за акредитованими організаціями.

Особи, які беруть участь в підготовці організації до акредитації, не можуть бути експертами.

До експертів з акредитації пред'являють конкретні вимоги, які в першу чергу відносяться до їх кваліфікації і компетентності. Оцінку кваліфікації експертів проводить акредитуючий орган відповідно до розробленої ним кваліфікаційної процедури.

Показниками компетентності експерта вважаються:

- висока обізнаність в умовах, процедурі і документах акредитації;
- володіння технічними навичками по роботах, які акредитуються;
- вміння користуватися ефективною системою зв'язку;
- незалежність від будь-яких інтересів, які впливають на обов'язки виконання конфіденційності та відсутність дискримінації;
- володіння особистими якостями, які забезпечують здатність виконувати функції експерта.

Акредитуючий орган визначає процедуру і порядок призначення експерта, які включають:

- згода самого експерта;
- згода заявника на особистість експерта;
- надання експертом методичних вказівок, робочих документів та інструкцій з проведення акредитації.

Процедура акредитації складається з наступних етапів:

- подання заявником заявки на акредитацію;
- експертиза документів з акредитації;
- атестація заявника;
- аналіз всіх матеріалів і прийняття рішень про акредитацію;
- видача атестата на акредитацію;
- проведення інспекційного контролю акредитованої організації.

Система акредитації включає повторну акредитацію і доакредитацію.

Повторна акредитація проводиться не рідше, ніж один раз на п'ять років.

Продовження дії атестата акредитації можливо і без повторної акредитації. Рішення на це приймає акредитуючий орган за результатами інспекційного контролю.

Доакредитація - це акредитація в додатковій сфері діяльності.

Цій процедурі піддається акредитована організація, яка претендує на розширення своєї сфери діяльності. Доакредитація проводиться за повною або скороченою процедурою (визначається акредитуючим органом).

4.3. Правові основи і нормативні документи з акредитації.

Основними нормативно-правовими документами акредитації є:

Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність";

Стаття 21. Акредитація на право проведення державних випробувань,

перевірки і калібрування засобів вимірювальної техніки, вимірювань, атестації методик виконання вимірювань;

Стаття 32. Акредитація калібрувальних і вимірювальних лабораторій;

- Наказ Держстандарту України від 5.12.1998 р "Про акредитацію вимірювальних лабораторій";

- ПМГ 08-94. Порядок взаємного визнання акредитованих лабораторій;

- Р 50-025-94. Організація робіт з проведення перевірки випробувальних лабораторій (центрів) з метою їх акредитації;

- Р 50-042-95. Критерії оцінки органу з сертифікації продукції під час його акредитації;

- Р 50-047-95. Критерії оцінки органу з сертифікації систем якості під час його акредитації;

- ДСТУ 3411-96. Вимоги до органів з сертифікації продукції та порядок їх акредитації;

- ДСТУ 3412-96. Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації;

- ДСТУ 3418-96. Вимоги до аудиторів та порядок їх атестації

- ДСТУ 3420-96. Вимоги до органів з сертифікації систем якості та порядок їх акредитації.

4.4. Основні терміни та їх визначення

Акредитація - офіційне визнання правомочності здійснювати конкретний вид діяльності на відповідність нормативним документам.

Доакредитація - акредитація в додаткової сфері діяльності акредитованої організації.

Повторна акредитація - акредитація, яка проводиться повторно не раніше, ніж один раз на п'ять років.

Система акредитації - система, яка має власні правила процедури і управління для здійснення акредитації.

Область акредитації - один вид роботи або декілька видів, на виконання яких акредитована певна організація.

Акредитація органу сертифікації в системі є офіційним визнанням його правомочності проводити сертифікацію продукції (систем якості) на відповідність вимогам нормативних документів.

Акредитація випробувальних лабораторій - офіційне визнання того, що випробувальна лабораторія має право здійснювати конкретні випробування чи конкретні види випробувань. Цей термін може відображати визнання технічної компетенції і об'єктивності випробувальної лабораторії або тільки її технічної компетенції.

Система акредитації лабораторій - система, яка має свої правила, процедури і управління для здійснення акредитації лабораторій.

Акредитована лабораторія - випробувальна лабораторія, яка пройшла акредитацію.

Критерії акредитації - сукупність вимог, які використовуються органом з

акредитації, яким повинна відповідати лабораторія, для того щоб бути акредитованою.

Атестація лабораторії - перевірка випробувальної лабораторії з метою визнання її відповідності встановленим критеріям, необхідним для її акредитації.

Орган з сертифікації - орган, що проводить сертифікацію продукції.

Атестація виробництва - офіційне підтвердження органом з сертифікації або іншим уповноваженим до цього органом наявності необхідних і достатніх умов виробництва певної продукції, які забезпечують стабільність вимог до неї, які задані в нормативних документах і контролюються при сертифікації.

Інспекційний контроль - контроль за діяльністю акредитованих органів з сертифікації, випробувальних лабораторій, а також за сертифікованою продукцією і станом її виробництва.

Експерт-аудитор - особа, яка атестована на право проведення одного або декількох видів робіт з сертифікації.

4.5. Порядок проведення експертизи документів.

Основна мета проведення експертизи - встановлення відповідності поданих документів положенням керівних нормативних документів Системи і Керівництва ISO/IES в галузі сертифікації та управління якістю.

Під час експертизи здійснюється аналіз поданих документів на повноту і правильність оформлення і викладу необхідної інформації.

В результаті виконання експертизи визначається можливість продовження робіт, які пов'язані з акредитацією випробувальної лабораторії.

Під час проведення експертизи документів на підставі порівняльного аналізу встановлюється їх відповідність вимогам і положенням таких нормативних документів: КНД 50-002, КНД 50-004, КНД 50-005, Керівництво: ISO/IES 2, ISO/IES 25, ISO/IES 38, ISO/IES 43, ISO/IES 45, ISO/IES 49 (проект), ISO/IES 55.

Основними об'єктами аналізу під час проведення експертизи є такі документи випробувальної лабораторії-заявника:

- проект "Положення про акредитовану випробувальну лабораторію";
- «Керівництво з якості випробувальної лабораторії»;
- «Паспорт випробувальної лабораторії»;
- зповнена опитувальна анкета;
- проект «Галузь акредитованої випробувальної лабораторії».

Під час проведення експертизи документів можна запросити у замовника додаткові відомості та документи, які стосуються діяльності лабораторії та заявленої галузі її акредитації.

Експертиза документів, поданих для акредитації, здійснюється в такому порядку:

- перевірка комплектності документів;
- реєстрація документів;
- перевірка заявленого статусу лабораторії;

- технічна експертиза документів;
- термінологічна експертиза документів;
- оцінка можливості продовження робіт з акредитації лабораторії;
- підготовка висновків за результатами аналізу та експертизи документів;
- оформлення висновків за результатами експертизи і передача їх Національному органу з сертифікації та заявнику;
- повторна експертиза документів (в тих випадках, коли документи не відповідають вимогам і потрібне їх доопрацювання).

Перевірка комплектності документів проводиться відповідно до п. 3.3 рекомендацій Р 50-043-95.

У разі відсутності в комплекті будь-яких документів, подані документи не приймаються, експертиза не проводиться, і документи повертаються заявнику.

Реєструються документи у спеціальному журналі підрозділу з експертизи. Реєстрація документів проводиться для їх обліку, забезпечення зберігання і подальшої експертизи даних у разі занесення їх в до Реєстру Системи.

Перевірка заявленого статусу лабораторії здійснюється шляхом аналізу поданого проекту "Положення про акредитовану випробувальну лабораторію" на відповідність вимогам КНД 50-004.

Під час проведення технічної експертизи документів, поданих для акредитації випробувальної лабораторії, здійснюють:

- оцінку технічного рівня документів;
- експертизу оформлення документів;
- експертизу змісту документів.

Технічний рівень документів, поданих на експертизу, оцінюється шляхом перевірки повноти відображення в документах вимог відповідно до положень керівних нормативних документів Системи і посібників ISO / IES, а також шляхом визначення ступеня відповідності включених вимог вимогам документів системи, керівництва ISO / IES, діючих вітчизняних, міждержавних і міжнародних стандартів на закріплену продукцію і методи її випробувань.

Оцінку технічного рівня документів, поданих для акредитації, і доповнень до них не проводять в разі їх повторної і наступних експертиз.

Термінологічна експертиза документів.

Основними об'єктами термінологічної експертизи повинні бути:

- науково-технічні терміни;
- назви промислової і сільськогосподарської продукції, технологічних процесів, послуг;
- назви випробувань і вимірювань;
- назви та позначення одиниць фізичних величин.

Термінологічна експертиза документів здійснюється шляхом проведення порівняльного аналізу науково-технічних термінів та інших позначень і визначень, які використані в поданих документах, та НД на продукцію, методи випробувань (згідно з галуззю акредитації лабораторії) і, за необхідністю, у державних стандартах на науково-технічні терміни, в керівних нормативних документах Системи, в Керівництвах ISO / IES в галузі сертифікації та

управління якістю.

Оцінка можливості продовження робіт з акредитації лабораторії здійснюється на підставі аналізу результатів експертизи поданих документів.

Підготовка висновків здійснюється за результатами аналізу та експертизи документів, які *передаються до Національного органу з сертифікації і заявнику*.

Повторна експертиза.

Після отримання підсумкового висновку за результатами експертизи поданих документів заявник повинен переробити документи відповідно до зроблених зауважень і може подати перероблені документи на повторну експертизу.

Повторна експертиза документів полягає в перевірці внесення заявником змін до документів і в аналізі відповідності змісту зроблених змін вимогам попередньої експертизи.

Терміни проведення і умови припинення робіт з експертизи документів випробувальної лабораторії:

- експертиза документів, поданих для акредитації випробувальної лабораторії, проводиться в термін 2 місяці, починаючи з дати отримання від випробувальної лабораторії гарантійного листа про оплату робіт з експертизи;

- повторна експертиза - в термін 1 місяць з дати отримання необхідних документів;

- дата закінчення робіт з експертизи визначається за датою відправлення висновків за результатами експертизи.

- випробувальна лабораторія-заявник повинна подати документи на повторну експертизу в термін не пізніше 3 місяців від дня відправлення підсумкового висновку за результатами попередньої експертизи;

- у разі порушення термінів відправлення документів на повторну експертизу, роботи з експертизи документів випробувальної лабораторії припиняються, а для відновлення робіт з експертизи в цьому випадку заявник повинен оформити нову заявку;

- у разі негативних результатів повторної експертизи робиться висновок про те, що випробувальна лабораторія не підготовлена до акредитації в Системі сертифікації УкрСЕПРО, і за пропозицією організації, що провела експертизу, Національний орган з сертифікації приймає рішення про припинення робіт з акредитації випробувальної лабораторії;

- випробувальна лабораторія інформується про прийняте за результатами експертизи документів рішення, а для відновлення робіт з експертизи в цьому випадку випробувальна лабораторія-заявник повинна оформити нову заявку.

4.6. Вимоги до випробувальних лабораторій та порядок їх акредитації.

Вимоги регламентуються нормативними документами Р 50-025-94, Р 50-042-95, Р 50-043-95, ДСТУ 3412-96, ДСТУ 2708-94, ДСТУ 2462-94, EN 45011: 1989, ISO/IEC 25: 1990.

Акредитація випробувальної лабораторії в Системі є офіційним

визнанням технічної компетентності та незалежності лабораторії від розробників, виробників (постачальників) і споживачів (покупців) продукції (процесів, послуг) або тільки технічної компетентності щодо проведення випробувань конкретної продукції чи конкретних видів випробувань відповідно до вимог стандартів або інших нормативних документів.

Акредитованої може бути будь-яка лабораторія, що виявила бажання пройти акредитацію, незалежно від її галузевої підпорядкованості і форм власності. Але випробування з метою сертифікації проводяться випробувальними лабораторіями, які акредитовані на технічну компетентність і незалежність в Системі. Допускається проводити випробування з метою сертифікації випробувальними лабораторіями, які акредитовані тільки на технічну компетентність, але з контролем з боку представників органу сертифікації продукції. Відповідальність за об'єктивність таких випробувань несе орган з сертифікації або організація, що виконує його функції, за дорученням яких випробувальна лабораторія проводить випробування.

Загальні вимоги до випробувальних лабораторій:

- Випробувальна лабораторія повинна мати юридичний статус, організаційну структуру, адміністративну підпорядкованість, фінансовий стан і систему оплати співробітників, які забезпечують необхідну визначеність в тому, що вона визнається об'єктивною та незалежною від розробників, виробників і споживачів з усіх питань оцінювання показників, що підтверджується при сертифікації конкретної продукції;

- На незалежність може претендувати випробувальна лабораторія, яка є юридичною особою, тобто самостійним підприємством (організацією) і має в своїй власності приміщення, випробувальне обладнання, засоби вимірювальної техніки або має довгостроковий договір оренди приміщень, випробувального устаткування і засобів вимірювальної техніки. У разі наявності засновників останні не можуть бути розробниками, виробниками, постачальниками, споживачами продукції в галузі акредитації лабораторії;

- Якщо випробувальна лабораторія сама не є юридичною особою, а входить до складу підприємства (організації), що є юридичною особою, то вона повинна бути структурним підрозділом цього підприємства (організації). Зазначене підприємство (організація) не може бути розробником, виробником, постачальником, споживачем продукції в галузі акредитації лабораторії. При цьому повинен бути оформлений відповідний документ (наказ, положення та ін.), який передбачає повну юридичну та фінансову відповідальність підприємства (організації) за діяльність лабораторії з чітким розмежуванням відповідальності між керівництвом лабораторії і адміністрації підприємства (організації) за об'єктивність результатів випробувань, невтручання адміністрації підприємства (організації) в поточну діяльність лабораторії під час проведення нею сертифікаційних випробувань та інших робіт з сертифікації, а також надання печатки підприємства (організації) для засвідчення підпису керівника лабораторії на документах з результатами випробувань.

Технічну компетентність лабораторії характеризують:

- організація та управління лабораторією;
- персонал лабораторії;
- приміщення та навколишнє середовище;
- випробувальне обладнання та засоби вимірювання, методи випробувань і процедури;
- система забезпечення якості;
- організація роботи з виробами та продукцією, що випробовуються.

До випробувальної лабораторії ставляться такі вимоги:

Організація і управління лабораторією:

- випробувальна лабораторія повинна мати керівника, який несе відповідальність за її діяльність і результати роботи, призначення і звільнення якого для лабораторії, що акредитована на технічну компетентність і незалежність, повинні проводитися за згодою Національного органу з сертифікації;
- кожен співробітник лабораторії повинен бути компетентним щодо закріпленої сфери діяльності, а також знати свої права і обов'язки;
- організаційна структура повинна виключати можливість тиску на робочих лабораторії, який може вплинути на їх висновки чи результати роботи з випробувань продукції;
- в лабораторії повинна бути система перевірки компетентними особами ходу та результатів випробувань, а також кваліфікації персоналу лабораторії.

Персонал лабораторії:

- персонал лабораторії, яка акредитована, повинен мати професійну підготовку, кваліфікацію та досвід щодо проведення випробувань в галузі акредитації, що визнана;
- кожен фахівець повинен мати посадову інструкцію, яка встановлює функції, обов'язки, права і відповідальність, вимоги до освіти, технічних знань і досвіду роботи;
- співробітники, які безпосередньо беруть участь в проведенні випробувань, повинні бути атестовані на право проведення конкретних випробувань відповідно до встановленого порядку атестації;
- лабораторія повинна мати документально підтверджені відомості та документи з питань підвищення кваліфікації персоналу.

Приміщення та навколишнє середовище:

- навколишнє середовище, в умовах якої проводяться випробування, повинне забезпечувати необхідну точність вимірювань під час випробувань;
- приміщення, в яких проводяться випробування, повинні відповідати вимогам методик випробувань, які застосовуються, щодо виробничої площі, стану та умов, які в них забезпечуються (температура, вологість, чистота повітря, освітлення, звуко- і віброізоляція, захист від випромінювання електричного, магнітного та інших фізичних полів, параметри всіх мереж живлення), а також санітарним нормам та правилам, вимогам безпеки праці та охорони навколишнього середовища;
- доступ до місця проведення випробувань, а також умови допуску в приміщення осіб, які не віднесені до персоналу певної лабораторії, повинні

контролюватися.

Випробувальне обладнання та засоби виміральної техніки:

- випробувальна лабораторія повинна мати обладнання, яке необхідне для проведення випробувань, та засоби вимірювань всіх параметрів, що визначені галуззю акредитації;

- випробувальне обладнання та засоби виміральної техніки повинні відповідати вимогам нормативних документів на методи випробувань, відповідно до яких акредитується лабораторія;

- в разі необхідності повинна бути передбачена можливість, що підтверджується документально, використання атестованого випробувального обладнання та перевірених засобів виміральної техніки інших організацій на підставі укладених договорів;

- усе обладнання і засоби виміральної техніки повинні міститися в умовах, які забезпечують їх зберігання і захист від пошкодження та передчасного зношування;

- для обладнання, яке потребує періодичного технічного обслуговування, повинні бути розроблені і затверджені інструкції та графіки технічного обслуговування, а також графіки повірок;

- несправне випробувальне обладнання та засоби виміральної техніки повинні зніматися з експлуатації;

- кожна одиниця випробувального обладнання та засобів виміральної техніки повинна бути зареєстрована, при цьому реєстраційний документ (лист, картка тощо) на кожну одиницю повинен містити такі відомості: назву і вид; підприємство-виробник, тип (марка), заводський та інвентарний номер, дату виготовлення, дату отримання та введення в експлуатацію; стан на час купівлі (новий, той, що був у споживанні, після ремонту тощо); місце розташування (в разі необхідності); дані про несправності, ремонти та технічне обслуговування; дані про повірки;

- усе випробувальне обладнання та засоби виміральної техніки повинні бути атестні і повірені згідно з діючими нормативними документами з документальним оформленням.

Методи випробувань і процедури

• Акредитована випробувальна лабораторія повинна мати актуалізовану документацію, що включає:

- документи, які встановлюють технічні вимоги до продукції, що випробовуються, та методи її випробувань - стандарти і технічні умови, в тому числі міжнародні стандарти (правила, технічні рекомендації тощо);

- документи, які встановлюють програми та методи проведення випробувань продукції, що закріплена за лабораторією; нестандартизовані методики випробувань повинні бути атестовані в установленому порядку;

- документи, які стосуються підтримки в належному стані випробувального обладнання та засобів вимірювання: графіки повірки засобів виміральної техніки та атестації випробувального обладнання, які застосовуються; паспорта на них; методики атестації випробувального обладнання та методики нестандартизованих засобів вимірювань;

експлуатаційну документацію на засоби вимірювальної техніки, які застосовуються;

- документи, які визначають систему зберігання інформації та результатів випробувань (протоколи, робочі журнали, звіти тощо).

- В лабораторії повинні бути встановлені і документально оформлені процедури, які забезпечують актуальність і наявність на робочих місцях інструкцій, нормативних документів, що пов'язані з забезпеченням якості випробувань, охорони праці та ведення документації.

- Усі розрахунки і передача результатів випробувань повинні підлягати відпо-відної перевірці. Якщо результати випробувань отримані через систему елек-тронної обробки даних, то надійність системи повинна включати можливість їх відтворення.

Система забезпечення якості.

- Випробувальна лабораторія повинна мати систему забезпечення якості, яка відповідає її діяльності та обсягу робіт, що виконуються.

- Документація на елементи системи якості повинна бути включена до "Настанови з якості випробувальної лабораторії", якою повинні користуватися співробітники лабораторії. Настанова з якості повинна містити комплексний опис лабораторії та організації робіт з випробувань. Якщо будь-яка інформація безпосередньо не включена до настанови з якості, а відображена в інших документах, то в цьому випадку в настанові з якості має бути приведені посилання на ці документи. Ведення настанови з якості покладається на відповідального співробітника лабораторії. Настанова з якості повинна бути розроблена з урахуванням рекомендацій Настанови ISO/IES 25 стандарту EN 45001.

- Керівництво лабораторії повинно періодично проводити внутрішні перевірки системи забезпечення якості з метою забезпечення ефективності її функціонування. Такі перевірки повинні реєструватися з докладним записом щодо коригуючої дії.

Організація роботи з виробами та продукцією, що випробовується:

- позначення зразків виробів та продукції, що призначена для випробувань, повинно здійснюватися шляхом документального оформлення і маркування;

- зразки виробів і продукції повинні бути ідентифіковані на відповідність технічній документації і повинні супроводжуватися відповідними протоколами відбору, що підписаний уповноваженою особою органу з сертифікації конкретної продукції;

- в разі наявності вимог до особливих умов зберігання зразків повинні бути встановлені порядок і процедури контролю умов зберігання, які повинні документуватися в установленому порядку;

- в лабораторії повинні бути встановлені правила, які визначають порядок приймання, зберігання, повернення заявнику зразків виробів та продукції, що випробовується.

Реєстрація результатів випробувань і зберігання документів

- Випробувальна лабораторія повинна мати систему реєстрації даних про випробування, яка забезпечує:

- реєстрацію результатів первісних вимірювань та можливість їх простежити;

- реєстрацію розрахунків та інших даних;

- вказівка осіб, які отримали зразок, готували його до випробувань і проводили випробування і вимірювання;

- зберігання документації на методи випробувань, звіти про перевірки та технічне обслуговування, а також документів, які містять зареєстровану інформацію про випробування (в тому числі протоколи та звіти про випробування), із зазначенням терміну їх зберігання.

- Результати випробувань оформляються згідно з вимогами Настанови ISO/IES 25 стандарту EN 45001.

- Робота, що виконується випробувальною лабораторією, відображається в *протоколі випробувань*, який показує точно, чітко і недвозначно результати випробувань та іншу інформацію, що стосується проведених випробувань, і повинен містити такі відомості:

- назву і адресу випробувальної лабораторії, місце проведення випробувань, якщо воно має іншу адресу, номер і дату атестата акредитації;

- позначення протоколу (наприклад, порядковий номер) і нумерацію кожної сторінки протоколу, а також загальну кількість сторінок;

- назву і адресу замовника;

- характеристику і позначення зразка, що випробовувався;

- дату отримання зразка для випробувань і дату проведення випробувань;

- заяву із зазначенням того, що протокол випробувань стосується тільки зразків, підданих випробуванням;

- опис процедури відбору зразків або копію акта відбору зразків (в додатку), якщо це необхідно;

- дані, які стосуються використання стандартизованих і нестандартизованих методів випробувань або процесу;

- вимоги нормативних документів до показників (характеристик) продукції, які визначалися під час проведення випробувань;

- фактичні значення показників (дані вимірювань, спостережень, результати обчислень) і будь-які виявлені відмови (несправності);

- допустиму похибку вимірювання, показники точності випробування;

- підпис і посаду особи (осіб), відповідальної (відповідальних) за підготовку протоколу випробувань, і дату складання протоколу;

- запис, що виключає можливість повного або часткового передруку протоколу без дозволу випробувальної лабораторії.

- Виправлення або доповнення до протоколу після його випуску оформляються лише у вигляді окремого документа. Цей документ повинен мати назву "До-нання до протоколу випробувань" і має відповідати всім вищенаведеним вимогам.

- Результати випробувань повинні подаватися акуратно, чітко, повністю і недвозначно відповідно до вимог документації на методи випробувань. Кількісні результати мають подаватися із зазначенням показників точності і / або достовірності.

- Термін зберігання документів з результатами випробувань не обмежується.

- Обсяг і зміст зареєстрованої інформації про випробування, що Призначена для зберігання, повинні забезпечувати можливість зіставлення результатів випробувань під час їх проведення іншим разом. Повинні забезпечуватися умови зберігання всієї документації протягом встановленого терміну і, в разі необхідності, конфіденційність.

- Повинна бути забезпечена юридична правомірність документального оформлення на всіх стадіях реєстрації та видачі результатів випробувань (виключення виправлень, забезпечення ідентифікації підписів, печаток, дат і ін.).

Права акредитованої лабораторії

Акредитована випробувальна лабораторія має такі права:

- зазначати в рекламних матеріалах, у різних документах (в тому числі в тих, що містять в собі результати випробувань), що вона акредитована в Системі;

- разом з органом сертифікації визначати конкретні терміни проведення випробувань продукції, що сертифікується;

- встановлювати форму протоколу випробувань;

- укладати з іншими лабораторіями субпідрядні договори на проведення конкретних випробувань (в галузі акредитації) за умови, що ці лабораторії акредитовані в Системі на проведення цих же випробувань; обсяг робіт за субпідрядами обумовлюється під час акредитації Випробувальної лабораторії і повинен становити не більше 25% від загального обсягу її робіт, а в документах, які містять в собі результати випробувань, повинні бути чітко виділені результати, які отримані субпідрядником, при цьому лабораторія-замовник несе повну юридичну відповідальність за всі роботи, що виконані субпідрядом у галузі акредитації.

Обов'язки акредитованої випробувальної лабораторії.

Відповідно до статусу акредитації лабораторія зобов'язана:

- підтримувати відповідність вимогам акредитації;

- забезпечувати достовірність, об'єктивність і точність результатів випробувань, яка вимагається;

- приймати на випробування з метою сертифікації тільки ті зразки, які ідентифіковані на відповідність технічній документації на них;

- заявляти про акредитацію тільки з тих випробувань, які входять до галузі акредитації;

- вести облік всіх претензій щодо результатів випробувань, які заявляються;

- інформувати органи, які доручили лабораторії проведення випробувань продукції, про результати випробувань;

- не використовувати права акредитованої лабораторії після закінчення терміну дії атестата акредитації;

- своєчасно оплачувати витрати, які пов'язані з проведенням інспекційного контролю.

Порядок акредитації випробувальних лабораторій.

Акредитація передбачає такі етапи:

- заява на акредитацію;
- експертиза поданих документів;
- укладення договору з Держстандартом України на проведення робіт з акредитації;
- перевірка випробувальної лабораторії;
- прийняття рішення щодо акредитації за результатами перевірки лабораторії;
- оформлення, реєстрація та видача атестата акредитації;
- укладення угоди з Держстандартом України.

5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття № 1. ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

Кількість годин – 2

Мета: мати уявлення про вимірювання і навчитись знаходити відхилення результату вимірювання фізичної величини від її істинного значення, розрізняти і за способом вираження абсолютні та відносні похибки вимірювань, і розрізняються за тими чи іншими ознаками:

1.1. Загальні відомості про вимірювання.

Вимірювання – це знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів [1,3,5,6].

1.1.1. Види вимірювань. Усі вимірювання поділяють на два види:

- *прямі;*
- *непрямі.*

Прямим називають вимірювання, за якого розшукуване значення вимірюваної фізичної величини знаходять без перетворення її роду та використання відомих залежностей безпосередньо з дослідних даних (порівнянням її розміру з розміром, що відтворюється мірою).

Наприклад: вимірювання довжини метром; маси — на рівноплечих вагах, або у вигляді показу вимірювального приладу, проградуйованого в одиницях цієї величини; вимірювання температури термометром; сили струму – амперметром.

Непрямим називають вимірювання, за якого шукане значення фізичної величини знаходять після перетворення її роду або обчислення за відомого залежності між цією величиною та величинами (аргументами), що визначаються прямим вимірюванням.

Непрямі вимірювання бувають:

- *опосередковані;*
- *сукупні;*
- *сумісні.*

Серед *непрямих* вимірювань найбільш поширені *опосередковані*.

Опосередковані вимірювання - це такі вимірювання, за яких значення вимірюваної величини опосередковано знаходять обчисленням за відомою залежністю між нею та величинами – аргументами, що вимірюють прямо.

Функціональну залежність f результату Y від аргументів x_1, x_2, \dots, x_n називають *формулою (рівнянням) зв'язку*: $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Сукупні вимірювання - це такі вимірювання, за яких значення вимірюваної величини знаходять розв'язанням системи рівнянь різних сполучень водночас

прямо виміряних кількох однойменних величин.

Сумісні вимірювання - це такі вимірювання, за яких значення вимірюваної величини знаходять шляхом одночасного вимірювання двох або кількох не однойменних величин та пошуку залежності між ними.

1.1.2. Методи вимірювань. Є два основних методи вимірювань:

- *безпосередньої оцінки;*
- *порівняння з мірою.*

Метод безпосередньої оцінки полягає у знаходженні значення фізичної величини за допомогою відповідного вимірювального засобу.

Наприклад, вимірювання тиску манометром чи ваги терезами.

За *методу порівняння з мірою* вимірювану величину порівнюють з однорідною фізичною величиною, розмір якої відтворюється мірою.

Є різні методи здійснення *методу порівняння з мірою*, до найпоширеніших з яких належать:

– *метод повного зрівноважування* з регульованою мірою (вихідна величина міри регулюється, доки не буде досягнута певна рівновага з розшукуваною величиною, що визначається, наприклад, гальванометром);

– *метод заміщення* розшукувана фізична величина та вихідна величина регульованої міри діють на відповідний вимірювальний засіб по чергово, доки не буде досягнуте повне зрівноваження);

– *диференціальний метод*, або *метод неповного зрівноважування* (вимірюється різниця між розшукуваною фізичною величиною та вихідною величиною нерегульованої міри; цю різницю величин визначає, наприклад, мілівольтметр).

1.1.3. Способи вимірювань. Залежно від форми вимірювальної інформації розрізняють:

- *аналоговий спосіб;*
- *цифровий спосіб.*

За *аналогового вимірювання* візуальний сигнал є неперервною функцією вимірюваної величини (наприклад, візуальним сигналом є довжина стовпчика ртуті в термометрі, яка пропорційна температурі).

За *цифрового вимірювання* візуальний сигнал є дискретною функцією вимірюваної величини й має вигляд цифр або символів (наприклад, візуальним сигналом є сукупність цифр на відліковому пристрої годинника на платформі метро).

1.1.4. Залежно від мінливості фізичної величини вимірювання розрізняють:

- *статичні*, за яких вихідний сигнал засобу вимірювань залишається незмінним протягом всього часу вимірювання;
- *динамічні* – вихідний сигнал істотно змінюється за час вимірювання.

1.1.5. Класи вимірювань. Залежно від потрібної точності результату

вимірювання їх поділяють на такі класи:

– **еталонні** – вимірювання якнайвищої точності (для відтворення основних одиниць фізичних величин, вимірювання фізичних констант);

– **контрольно-перевірні**, похибка яких не має перевищувати певного значення (використовуються для контрольної перевірки інших засобів вимірювань);

– **технічні**, які, своєю чергою, підрозділяються на *лабораторні*, що здійснюються під час проведення різних досліджень, та *виробничі*, що виконуються для добування необхідної повідомчої інформації в системах керування технологічними процесами.

1.1.6. Принцип вимірювання визначається фізичним явищем або сукупністю фізичних явищ, за допомогою яких здійснюється вимірювання.

Наприклад, силова взаємодія вимірюваного електричного струму в провіднику з магнітним полем постійного магніту в приладах магнітоелектричної системи.

1.1.7. Засоби вимірювальної техніки – це технічні засоби, які застосовуються під час вимірювань і мають нормовані метрологічні характеристики.

До них належать засоби вимірювань та вимірювальні пристрої.

1.2. Відомості про похибку вимірювання.

Похибка вимірювання — це відхилення результату вимірювання фізичної величини від її істинного значення.

1.2.1. Види похибок вимірювань.

За способом вираження розрізняють:

- **абсолютні** похибки вимірювань.

- **відносні** похибки вимірювань.

Абсолютна похибка вимірювання Δ_x - це різниця між *результатом вимірювання* x та *істинним значенням* вимірюваної фізичної величини X («виміряне мінус істинне»):

$$\Delta_x = x - X,$$

виражена в одиницях вимірюваної фізичної величини.

Оскільки *істинне значення* вимірюваної величини X залишається *невідомим* (якби воно було відоме, то не було б потреби у вимірюванні!), *обчислити точне значення* Δ_x неможливо. Для того щоб дістати хоча б наближені відомості про розмір похибки Δ_x , можна в цю формулу, замість невідомого істинного значення X , підставити його *умовно-істинне значення* або так зване *дійсне* x_d , яке знайдене експериментально з якнайвищою точністю й настільки наближається до істинного, що для поставленої вимірювальної задачі може бути використане замість нього. Тоді:

$$\Delta_x \approx \bar{x} - x_d,$$

тобто *абсолютна похибка* вимірювання становить різницю між *результатом* вимірювання та *умовно-істинним (дійсним)* значенням вимірюваної фізичної величини.

Абсолютна похибка придатна для характеристики результату вимірювання, оскільки дає змогу відразу виявити в його числовому значенні вірогідні та невірогідні цифри.

Наприклад, якщо за вимірювання електричного струму добуто результат 5,243 А з абсолютною похибкою 0,01 А, то очевидно, що цифра «3» в цьому результаті невірогідна, і її треба відкинути.

Відносна похибка вимірювання δ_x дорівнює відношенню *абсолютної похибки* Δ_x до *істинного або дійсного значення* вимірюваної фізичної величини й виражається в частках одиниці:

$$\delta_x = \frac{\Delta_x}{X} \approx \frac{\Delta_x}{x_d}$$

або в процентах:

$$\delta_{x\%} = 100 \frac{\Delta_x}{X} \approx 100 \frac{\Delta_x}{x_d}$$

Відносні похибки зручні для порівняння метрологічних характеристик кількох результатів вимірювань.

Справді, порівнюючи абсолютні похибки, важко відразу вирішити, в якому з двох вимірювань добуто вірогідніші результати: 5,24 А з похибкою 0,01 А або 0,0125 А з похибкою 0,0001 А. В цьому разі обчислення відносних похибок (відповідно 0,2 та 0,8%) полегшує порівняння вірогідності цих двох результатів.

1.2.2. Складові похибок вимірювань.

Кожна похибка вимірювання може мати кілька складових, які розрізняються за тими чи іншими ознаками:

- за *закономірностями прояву*;
- за *причинами появи* або *місцем виникнення*;
- за *ступенем залежності від значення вимірюваної фізичної величини*;
- за *характером змін* тощо.

За закономірностями прояву за багаторазових вимірювань розрізняють дві складові похибок:

- *систематичну* похибку Δ ;
- *випадкову* похибку Δ° .

Систематична складова похибки залишається постійною або закономірно змінюється за повторних вимірювань однієї й тієї самої фізичної величини.

Наприклад, постійна похибка через неправильне градування вимірювального приладу; похибка, що закономірно змінюється внаслідок зміни температури вільних кінців термомпари.

Характеристику якості вимірювань, що відображує близькість до нуля систематичної складової похибки вимірювання, називають *правильністю* вимірювання.

Наприклад, визначення параметрів руху поїзду в період гальмування при підготовці гальма до дії в діючій методиці допускалось, що швидкість руху поїзду не змінювалась [7-9]. В дійсності спостерігається досить різноманітний (не з постійною швидкістю) характер руху поїзду в цей період руху, наприклад, як показано на малюнку, рис. 1.1.:

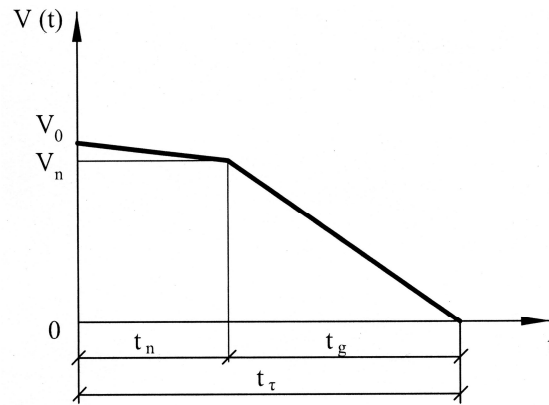


Рис. 1.1. Графік умовної зміни швидкості руху (V) поїзду від часу (t) в період гальмування: t_m – час гальмування; t_n – час підготовки гальма до дії; t_d – дійсний час гальмування; V_0 – швидкість поїзду в момент початку гальмування; V_n – швидкість поїзду в момент прикладення тормозної сили.

Тому довжина гальмового шляху (l_m) та допустимої швидкості руху поїзду до моменту початку гальмування (V_{don}), незважаючи на характер руху поїзду у цей період, яка забезпечує заданий нормований гальмовий шлях, складають [25]:

$$l_m = V_0 \cdot t_n + \frac{a_0 \cdot t_n^2}{2} - \frac{(V_0 + a_0 \cdot t_n)^2}{2 \cdot a}, \quad (l_m > l_n).$$

$$V_{\ddot{a}i} = (a - a_0) \cdot t_n + \sqrt{(a - a_0)^2 \cdot t_n^2 - 2 \cdot a \cdot l_n + a_0 \cdot t_n^2 \cdot (a - a_0)},$$

де, l_n – нормований гальмовий шлях.

Це призводить до неправильного визначення параметрів руху поїзду та похибки по діючій методиці визначення.

Випадкова складова похибки вимірювання змінюється випадково за повторних вимірювань незмінної фізичної величини.

Проявляються випадкові похибки в тому, що за багаторазових вимірювань однієї й тієї самої незмінної фізичної величини, виконаних з однаковою ретельністю, дістають числові результати, які дещо різняться за значенням (зазвичай в останніх значущих цифрах). Випадкові похибки формуються під впливом багатьох факторів, що діють незалежно один від одного, й хоча кожний із них впливає па процес вимірювання досить мало порівняно з сумарною дією решти, передбачити, яким буде загальний вплив усіх цих факторів у кожний момент часу, неможливо.

Якби в результаті повторних вимірювань приладом однієї й тієї самої

фізичної величини були добуті абсолютно однакові числові значення, це вказувало б не на відсутність *випадкових* похибок, а на недостатню *чутливість* вимірювального приладу.

Результати, які повністю збігаються, а також ті, що занадто відрізняються від піших, однаково свідчать про *неточність* вимірювань.

Характеристику якості вимірювань, що відображує близькість один до одного результатів повторних вимірювань, виконаних в однакових умовах, називають *збіжністю* вимірювань.

Висока збіжність результатів повторних вимірювань означає, що випадкова складова похибки має невелике значення.

Головною характеристикою якості вимірювання вважають *точність* вимірювання – близькість результату вимірювання до істинного значення вимірюваної фізичної величини.

За причинами появи або місцем виникнення похибок вимірювання виділяють:

- *методичну складову;*
- *інструментальну складову;*
- *суб'єктивну складову.*

Методична складова похибки вимірювання – це наслідок недосконалості методу вимірювання або деяких припущень чи наближень у розрахункових формулах.

Наприклад, в разі визначення сили тертя, коефіцієнта тертя, нормальної реакції між гнучким тілом і барабаном чи натягування гнучкого тіла вздовж лінії контакту з барабаном на стенді для визначення коефіцієнта тертя використовують закон тертя гнучких тіл Ейлера 1775 р. (рівняння тертя гнучких тіл Ейлера чи формула) при ковзанні по нерухомому блоці [7-9]. Розглянемо розрахункову схему Ейлера, рис. 1.2.:

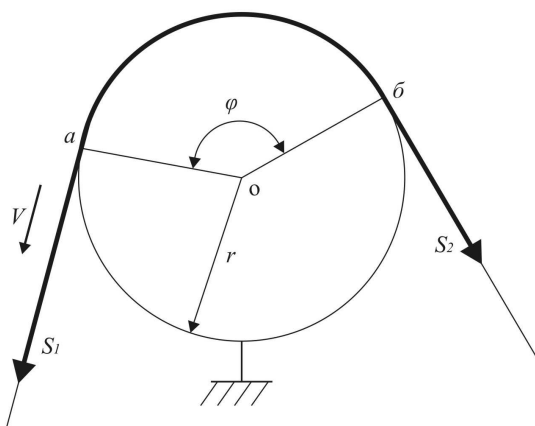


Рис. 1.2. Розрахункова схема: S_2 , S_1 – натягування в набігаючій та збігаючій з барабана ланках гнучкого тіла; r – радіус барабана; φ – кут обхвату барабана гнучким тілом; v – напрямок та швидкість руху гнучкого тіла; q – лінійна маса гнучкого тіла.

Згідно з доведеннями Ейлера і впливом відцентрових сил указані

фрикційні характеристики гнучкого тіла і барабана визначають по формулам:

$$\mu = \frac{1}{\varphi} \cdot \ln \frac{S_1 - q \cdot v^2}{S_2 - q \cdot v^2};$$

$$F_E = (S_2 - q \cdot v^2) \cdot (e^{\mu \varphi} - 1);$$

$$N = \int_0^{\varphi} (S(\alpha) - q \cdot v^2) \cdot d\alpha = \int_0^{\varphi} (S_2 - q \cdot v^2) \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \cdot da = \frac{S_2 - q \cdot v^2}{\mu} \cdot (e^{\mu \varphi} - 1).$$

$$S(a) = (S_2 - q \cdot v^2) \cdot e^{\mu a} + q \cdot v^2.$$

де μ - коефіцієнт тертя; F_E – сила тертя; N – нормальна реакція між парою тертя; $S(a)$ - натягування гнучкого тіла уздовж контакту з барабаном.

Але рівняння тертя гнучких тіл Ейлера не враховує сучасну редакцію закона збереження механічної енергії і закон тертя тіл Кулона, які були сформульовані в 40 роках 19 століття і в 1779 році після доведень вченого.

За новим виведенням рівняння тертя гнучких тіл загальноновизнаним у світі універсальним методом аналітичного моделювання з використанням диференційного і інтегрального обчислення (введено Ейлером), який враховує сучасну редакцію закона збереження механічної енергії і закон тертя тіл Кулона, що були відкриті після виведень Ейлера, дійсні значення фрикційних характеристик гнучкого тіла по блоку визначаються за формулами [28-35]:

$$\mu_{\delta} = \frac{F_{\delta}}{N_{\delta}} = \frac{2 \cdot (S_1 - S_2)}{\varphi \cdot (S_1 + S_2 - 2qv^2)};$$

$$N_{\delta} = \varphi \cdot \frac{S_1 + S_2 - 2 \cdot q \cdot v^2}{2};$$

$$S(\alpha) = \frac{S_1 - S_2}{\varphi} \cdot \alpha + S_2;$$

$$F_{\delta} = (S_1 - S_2);$$

Тому при визначенні сили тертя, коефіцієнта тертя, нормальної реакції між гнучким тілом і барабаном чи натягування гнучкого тіла вздовж лінії контакту з барабаном за рівнянням Ейлера виникає неправильність результатів вимірювання від методичної похибки.

Інструментальна складова похибки вимірювання зумовлена властивостями засобів вимірювальної техніки – якістю виготовлення та стабільністю мір, вимірювальних приладів і перетворювачів, способом градуювання та похибкою відліку вимірювальних приладів (ціна поділки аналогових або одиниця найменшого розряду цифрових) та взаємодією цих засобів з об'єктом вимірювання.

Наприклад, у разі використання низькоомного вольтметра в схемі вимірювання напруги, що призведе до неправильного результату вимірювання.

Суб'єктивна складова похибки вимірювання може виникати через недосконалість органів чуття спостерігача, а також через його недосвідченість і неуважність у момент відліку показу.

За ступенем залежності (на явність або відсутність функціонального зв'язку) від значення вимірюваної фізичної

величини розрізняють:

- **адитивну складову** похибку вимірювання;
- **мультиплікативну** складову похибки вимірювання.

Адитивна похибка (від лат. additives – додаткова, тобто похибка, пов'язана з додаванням) не залежить від значення вимірюваної фізичної величини.

Систематична адитивна похибка, зокрема, обумовлена зміщенням нуля характеристики аналогового вимірювального приладу (рис. 1.3., а).

Прикладом випадкової адитивної похибки також може бути похибка від тертя в опорах вимірювального механізму, граничні значення якої утворюють на характеристиці приладу смугу постійної ширини, (рис. 1.3., б).

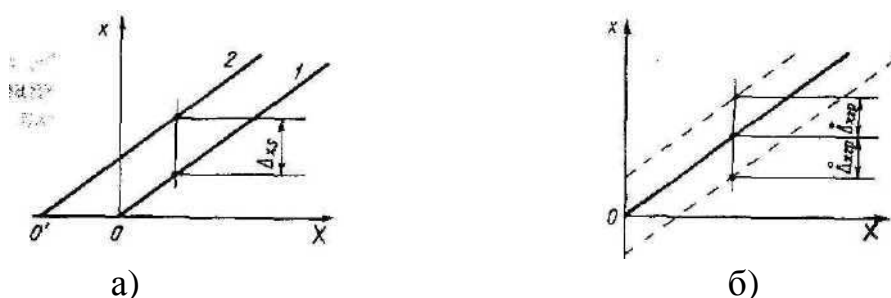


Рис. 1.3. Адитивна похибка аналогового вимірювального приладу: 1 – номінальна характеристика приладу; 2 – фактична його характеристика; X – істинне значення вимірюваної фізичної величини; x – показ приладу; Δ_{xs} – систематична складова похибки); $\Delta_{x_{гр}}$ – граничне значення випадкової похибки.

У разі суто адитивної смуги похибок абсолютна похибка Δ_x залишається незмінною для будь-яких значень x.

Мультиплікативна похибка (від лат. multiplication – множення, тобто похибка, пов'язана з множенням) залежить від значення вимірюваної фізичної величини.

Така похибка виникає, наприклад, при вимірюванні струму I електричної мережі, (рис. 1.4. а), амперметром внаслідок зміни температури навколишнього середовища, коли зі зміною температури опір мідної котушки приладу змінюється. Тому вимірювання струму в мережі відбувається із систематичною похибкою, значення якої пропорційне значенню вимірюваної фізичної величини, (рис. 1.4.б), і температури навколишнього середовища.

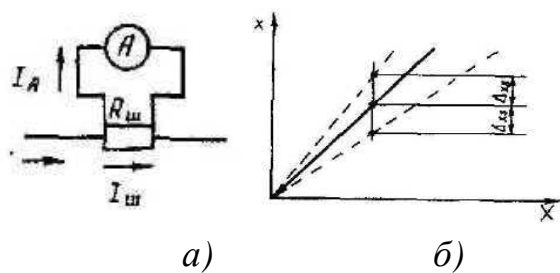


Рис. 1.4. Вимірювання струму мережі

Оскільки в разі суто мультиплікативної смуги похибок абсолютна похибка Δ_x збільшується прямо пропорційно поточному значенню x вимірюваної фізичної величини (рис. 1.4. б), то відносна похибка $\delta_x = \Delta_x/x$ є постійною величиною за будь-якого значення x .

За характером змін.

У процесі багаторазового проведення експерименту можлива поява окремих результатів спостережень, що різко відрізняються від інших. Ці спостереження призводять до появи випадкових похибок, які істотно перевищують очікувані за даних умов. Тобто відрізняється за характером змін. Такі похибки називають **надмірними**. Результати вимірювання, що мають надмірну похибку називають **промахами**.

Промах – похибка, яка обумовлена неувагою експериментатора чи нестабільними умовами експерименту (можуть бути наслідком неправильного відліку за шкалою приладу, помилки під час визначення ціни поділки шкали або запису результату вимірювання, різкого поштовху в момент відліку показів, стрибка напруги живлення вимірювальної системи тощо).

Промахи слід виявити й відкинути як явно помилкові результати спостережень.

Основна і додаткова похибки.

Розглянуті види похибок наочно ілюструє рис. 1.5. де зображено результати стрільби по мішені.

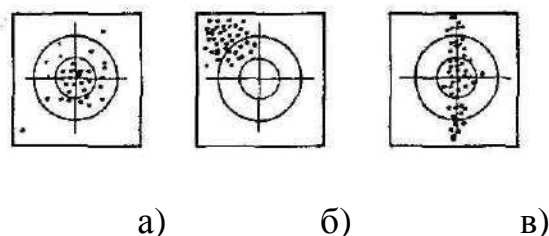


Рис. 1.5. Результати стрільби по мішені: а – наявність випадкових похибок за відсутності систематичних; б – сукупність випадкових похибок та незмінної систематичної; в – сукупність випадкових похибок та змінної систематичної.

Відхилення кожного влучання від центра мішені можна вважати похибкою стрільби.

Випадкова складова похибки характеризує відхилення окремого результату спостереження стрільби від певного центра їх групування.

Систематична складова похибки – зміщення центра групування відносно істинного (дійсного) значення вимірюваної величини.

Менша величина випадкових похибок за відсутності систематичних похибок, рис. 1.5. а), спостерігається тоді, коли влучення по мішені буде ближчим до центра мішені. Окреме влучання ліворуч унизу – це промах.

На рис. 1.5. б) представлена сукупність випадкових похибок при незмінній систематичній похибці - неправильно встановлено приціл засобу стрільби.

На рис. 1.5. в) представлена сукупність випадкових похибок та змінній систематичній похибці - в процесі стрільби приціл зміщується по вертикалі.

Похибку, яка виникає за нормальних умов експлуатації вимірювальної техніки, називають *основною*, наприклад, при температурі $20 \pm 5^0 \text{ C}$.

Експлуатація вимірювальної техніки в інших умовах, наприклад за температури від -40 до $+50^0 \text{ C}$, напруги живлення в межах $\pm 20\%$ від номінальної, в разі відхилення приладу від його робочого положення й ін. призведе до появи похибок більших ніж *основна*. Ці похибки називають *додатковими*.

Різні засоби вимірювальної техніки (засоби вимірювань, вимірювальні пристрої) мають похибки, характер прояву яких може істотно відрізнитися. В одних випадках похибка буває практично адитивною. В других – в основному мультиплікативна, в третіх – є і адитивна, і мультиплікативна. В кожному конкретному засобі вимірювальної техніки можуть бути і випадкові, і систематичні складові похибки. При цьому слід враховувати також умови експлуатації засобів вимірювальної техніки.

1.2.3. Нормування класів точності засобів вимірювань.

Основною характеристикою, що визначає гарантовані межі значень основних і додаткових похибок, є *клас точності* засобу вимірювальної техніки [1,3].

Основні засоби визначення меж допустимих похибок і позначення класів точності засобів вимірювальної техніки встановлено ГОСТ 8.401-80.

Різниця в способах нормування класів точності зумовлена переважно різним співвідношенням адитивної та мультиплікативної похибки засобів вимірювальної техніки.

За суто адитивного характеру похибок межі абсолютної похибки незмінні для будь-яких значень вимірюваної фізичної величини.

Класи точності приладів нормують вказанням значення абсолютної похибки.

Наприклад, так нормують комплекти гир (для них гарантована похибка Δ_d гирі – не більше ніж $+1$ мг), лінійних мір, магазинів опорів та ємностей.

Для аналогових приладів за різних діапазонів вимірювання нормувати значення абсолютної похибки Δ_x незручно. В цьому разі

використовують різновид відносної похибки – *зведена похибка* $\delta_{зв}$.

Для аналогових вимірювальних приладів зведена похибка $\delta_{зв}$, %, виражається відношенням найбільшої абсолютної похибки $\Delta_{x\max}$ для всього діапазону показів до нормованого значення N цього приладу (області значень між найменшим і найбільшим значеннями шкали):

$$\delta_{зв} = (\Delta_{x\max} / N)100$$

Для приладу зі шкалою, відградуйованою в діапазоні 0...+100 В, нормоване значення $N = 100$ В; для приладу з двобічною шкалою, відградуйованою в діапазоні -3...0...+3 В, $N = 6$ В.

Зведена похибка є основним критерієм для визначення класу точності k , %, вимірювального приладу, тому можна записати так:

$$k = (\Delta_{x\max} / N)100$$

Звідси найбільша абсолютна похибка вимірювань

$$\Delta_{x\max} = k N / 100$$

Для аналогових показуючих приладів встановлено такі класи точності k : 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 (зразкові й точні прилади); k : 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 (робочі прилади).

ПРИКЛАД 1.14

Динамометр має шкалу, відградуйовану в діапазоні 0...100 кГ; позначення класу точності на шкалі: 2,0. Обчислити абсолютну похибку вимірювання сили.

Розв'язання

Така позначка класу точності свідчить про те, що клас точності нормується по зведеній похибці:

$$\delta = \frac{\Delta_x}{N} \cdot 100,$$

де, N - нормоване значення приладу (діапазон вимірювання).

Тому абсолютна похибка вимірювання

$$\Delta = \frac{k \cdot N}{100} = \frac{2,0 \cdot 100}{100} = \pm 2 \text{ кГ}.$$

ПРИКЛАД 1.15

Якому класу точності відповідає манометр ДМ 05 з діапазоном вимірювання від 0 до 1,0 МПа, якщо їх приведена похибка складає ± 10 КПа.

Розв'язання

Клас точності приладів з суто адитивного характеру похибки нормують по зведеній похибці:

$$k = \delta = \frac{\Delta_x}{N} \cdot 100,$$

де, N - нормоване значення приладу (діапазон вимірювання).

Тому клас точності манометр ДМ 05 з діапазоном вимірювання від 0 до 1,6 МПа

$$k = \frac{\Delta_x}{N} \cdot 100 = \frac{\pm 10 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^6} \cdot 100 = 1,0.$$

У засобів вимірювань, в яких переважає адитивна складова похибки, але шкала істотно нерівномірна (наприклад, логарифмічна або гіперболічна), нормують зведене значення похибки щодо довжини шкали в міліметрах, а клас точності позначають, наприклад, так: $2,5$.

Найбільшу абсолютну похибку результату вимірювання, наприкладом опору омметром, можна обчислити за класом точності зі співвідношення:

$$\Delta_R = \pm \frac{kL}{100S_x}$$

Тут L – довжина шкали, мм; $S_x = l_x/R_x$ – чутливість у точці відліку, мм/Ом, де l_x – відстань між поділками в точці відліку, мм; R_x – різниця відліків за цими поділками, Ом.

ПРИКЛАД 1.16.

Позначення класу точності k на шкалі омметра: $1,5$; шкалу відградувано в діапазоні $0 \dots \infty$ кОм; довжина шкали $L = 100$ мм; відстань між поділками шкали біля значення вимірюваного опору $l_x = 5$ мм; різниця відліків за цими поділками $R_x = 0,05$ кОм. Обчислити абсолютну похибку вимірювання.

Розв'язання

Чутливість у точці відліку

$$S_x = l_x/R_x = 5/0,05 = 100 \text{ мм/кОм}$$

Абсолютна похибка вимірювання

$$\Delta_R = \frac{kL}{100S_x} = \frac{1,5 \cdot 100}{100 \cdot 100} = 0,015 \text{ кОм}$$

У засобах вимірювальної техніки із суто мультиплікативною похибкою для визначення класу точності використовують відносну похибку, тобто похибку чутливості

$$\delta_x = \Delta_x/x$$

Відповідно клас точності k позначають числом, уміщеним у кружечок, наприклад: $(1,5)$. У такий спосіб нормують похибки інтегровальних приладів (наприклад, лічильників електричної енергії), масштабних перетворювачів (подільників навантаження, шунтів, вимірювальних трансформаторів напруги та струму). Абсолютну похибку вимірювання обчислюють за формулою

$$\Delta_x = (k/100)x$$

ПРИКЛАД 1.17

Лічильник газу має клас точності $(1,5)$. Обчислити абсолютну похибку вимірювання витрати газу протягом відліку $8,6584 \text{ м}^3/\text{год}$.

Розв'язання

Відносна похибка визначення витрати газу дорівнює:

$$k = \delta = \frac{\Delta_x}{x} \cdot 100,$$

де, x – вимірювальна витрата газу.

Тому абсолютна похибка вимірювання витрати газу протягом відліку $8,6584 \text{ м}^3/\text{год}$ складає:

$$\Delta = \pm \frac{\delta \cdot x}{100} = \pm \frac{1,5 \cdot 8,6584}{100} = \pm 0,1299 \approx \pm 0,10 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

У цифрових вимірювальних приладів клас точності позначають двома числами, які записують через похилу риску, наприклад: 0,02/0,01. Тут перше число відповідає зведеній похибці наприкінці діапазону вимірювання (k_k), а друге – на початку (k_n).

Межа допустимої відносної похибки складає, % $\delta_x = [k_k + k_n(x_k/x - 1)]$;

де x_k - кінцеве значення діапазону вимірювання; x – вимірювана величина.

Оскільки відносна похибка складає: $\delta_{x\%} = (\Delta_x/x)100$;

то абсолютна похибка вимірювання: $\Delta_x = \delta_{x\%}x/100$.

ПРИКЛАД 1.18.

Цифровий вольтметр класу точності 0,02/0,01 вимірює напругу $U_v \approx 75 \text{ В}$ на межі $U_k = 99,99 \text{ В}$. Обчислити абсолютну похибку вимірювання.

Розв'язання

Межа допустимої відносної похибки

$$\delta_x = [0,02 + 0,01(99,99/75 - 1)]\% = 0,023332\%$$

Абсолютна похибка вимірювання

$$\Delta_x = \frac{0,023332 \cdot 75}{100} = 0,017499 \text{ В} \approx 0,02 \text{ В}$$

Нормування деяких засобів вимірювання.

Для засобів вимірювальної техніки, що застосовуються в акустиці, електроніці, відліковий пристрій яких градуйовано в децибелах, клас точності позначають у цих самих одиницях, наприклад: Кл. 0,5 дБ.

В деяких випадках клас точності нормують за значенням абсолютної похибки, причому клас точності позначають порядковими цифрами, які не пов'язані з розміром похибок (наприклад, абсолютна похибка штрихової міри класу точності 1 не більше ніж 0,05 мм, незалежно від довжини цієї міри).

Практичне заняття №2.

ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

Кількість годин – 2

Мета: навчити студента виявляти й усувати систематичні складові похибок результатів вимірювань, обчислювати найвірогідніше значення вимірюваної фізичної величини та оцінювати його точність.

Усунути систематичні похибки можна введенням **поправок** ∇ , які чисельно дорівнюють значенню абсолютної систематичної похибки Δ_x , але протилежні їй за знаком:

$$\nabla = -\Delta_x$$

Отже, **поправка** — це значення величини, що алгебраїчно додається до результату вимірювання для вилучення систематичної похибки.

2.1. Усунення інструментальної систематичної похибки.

Усунути інструментальну похибку можна перевіркою робочого засобу вимірювань у всьому діапазоні вимірювань за допомогою зразкового, що має вищу точність. Значення абсолютних похибок Δ_x вимірювального приладу обчислюють за формулою [1,3]:

$$\Delta_x = x - x_0$$

де x — показ приладу, що перевіряється; x_0 — дійсне значення вимірюваної величини, встановлене за допомогою зразкового вимірювального приладу.

ПРИКЛАД 2.1

Вольтметр, що перевіряється, має клас точності $k_x = 2,5$ і шкалу, відградувану в діапазоні 0...50 В, а зразковий вольтметр - клас точності $k_{zp} = 0,5$ і шкалу 0...150 поділок для вимірювань у діапазоні від 0 до 60 В. Результати перевірки приведені в табл. 2.1:

Табл. 2.1.

Результати перевірки вольтметра.

Покази вольтметра що перевіряється U_x , В	Покази зразкового вольтметра U_{zp} , В
10	23,0
20	47,0
30	72,5
40	98,5
50	122,5
40	102,5
30	77,5
20	50,5
10	27,5

Визначити, чи відповідає прилад, що перевіряється, своєму класові точності?

Розв'язання

Ціну поділки $C_{зр}$, $B/под.$, зразкового приладу можна визначити за формулою

$$C_{зр} = \frac{U_{Nзр}}{\alpha_{Nзр}}$$

де $U_{Nзр}$ — нормоване значення вольтметра; $\alpha_{Nзр}$ — повна кількість поділок його шкали.

Обчислюємо:

$$C_{зр} = \frac{60}{150} = 0,5 (B / под.)$$

Визначаємо покази зразкового вольтметра $U_{зр}$, B за формулою:

$$U_{зр} = \alpha_{зр} \cdot C_{зр}$$

а також абсолютну похибку Δx , B , для приладу, що перевіряється:

$$\Delta x = U_x - U_{зр}$$

Добуті значення зводимо в таблицю табл.2.2.

Табл. 2.2.

Результати визначення похибки вольтметра.

U_x, B	$U_{зр}, B$	$\Delta x, B$
10	9,2	+0,8
20	18,8	+1,2
30	29,0	+1,0
40	39,4	+0,6
50	49,0	+1,0
40	41,0	-1,0
30	31,0	-1,0
20	20,2	-0,2
10	11,0	-1,0

Граничне значення основної абсолютної похибки приладу, що перевіряється, не має перевищувати:

$$\Delta_{x \max} = \frac{k_x \cdot N_x}{100} = \frac{2,5 \cdot 50}{100} = 1,25(B)$$

Оскільки фактичні значення Δx по всій шкалі не перевищують $\Delta_{x \max}$ можна зробити висновок, що прилад, який перевіряється, відповідає своєму класові точності.

Складаємо таблицю поправок ∇ для приладу, що перевірявся, табл. 2.3.

Табл. 2.3.

Значення поправок для вольтметра.

U_x, B	∇, B
----------	-------------

10	-0,8
20	-1,2
30	-1,0
40	-0,6
50	-1,0
40	+1,0
30	+1,0
20	+0,2
10	+1,0

2.2. Усунення методичної систематичної похибки.

Методичну систематичну похибку можна виявити, проаналізувавши умови проведення досліду, після чого внести відповідні поправки.

Наприклад, рис. 2.1. вимірюється опір резистора R за допомогою амперметра й вольтметра, покази яких — відповідно I_A та U_V .

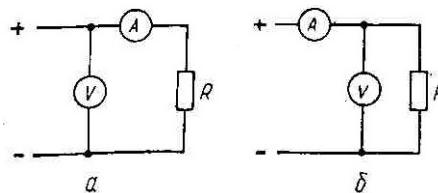


Рис. 2.1. Схема вимірювання опору резистора.

Якщо вимірювання здійснюється за схемою рис. 2.1, *а*, то показ амперметра відповідає значенню струму I в резисторі R , але показ вольтметра завищений на значення спаду напруги на амперметрі. Якщо внутрішній опір амперметра складає r_A , то спад напруги на ньому - $I_A \cdot r_A$. Тому для обчислення напруги U на резисторі слід ввести поправку $\nabla_V = -I_A \cdot r_A$, тобто:

$$U = U_V - I_A \cdot r_A$$

У схемі рис. 2.1, *б* показ вольтметра $U_V = U$, але показ амперметра завищений на значення струму I_V , що протікає через вольтметр. Якщо внутрішній опір вольтметра складає r_V , то для обчислення струму I в резисторі треба ввести поправку: $\nabla_A = -U_V / r_V$. Тоді:

$$I = I_A - U_V / r_V$$

ПРИКЛАД 2.2

Опір резистора R вимірюється за допомогою амперметра й вольтметра, покази яких такі: $U_V = 40$ В; $I_A = 50$ мА. Внутрішні опори приладів: $r_V = 45$ кОм; $r_A = 4,8$ Ом. Ввести поправки до показів приладів.

Розв'язання

Для схеми рис. 2.1, *а* поправка до показу вольтметра складає:

$$\nabla_V = -I_A \cdot r_A = -0,5 \cdot 4,8 = -0,24 \text{ (В)}.$$

Для схеми рис. 2.1, б поправка до показу амперметра складає:

$$\nabla_A = -U_V / r_V = -40 / 45000 = -0,0009 \text{ A} = -0,9 \text{ мА.}$$

Методичну систематичну похибку при непрямому вимірюванні можна виявити шляхом використання більш точної залежності між розшукуваною величиною та величинами, які підлягають прямим вимірюванням.

Наприклад, у разі прямого вимірювання сили тертя між конвейерною стрічкою і нерухомим барабаном на стенді для визначення коефіцієнта тертя методом зрівноваження моментів гальмування і тягового зусилля за схемою, зображеною на рис. 2.2, отримуємо для конвейерної стрічки з тканинною прокладкою, розташованою по її середині [10].

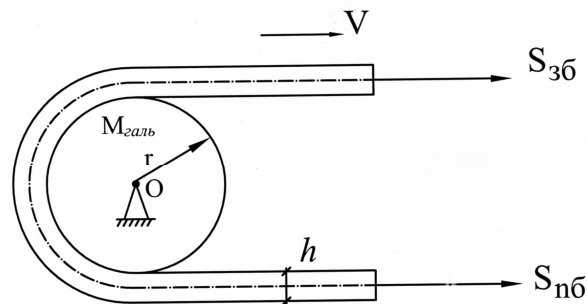


Рис. 2.2. Розрахункова схема взаємодії конвеєрної стрічки та барабана.

$$\begin{cases} M_m = M_{\text{галь}} \\ M_m = M \end{cases}$$

$$S_1 \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) - S_2 \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) = M$$

$$(S_1 - S_2) \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) = F \cdot r ;$$

Звідки дійсне значення сили тертя F_d :

$$F_d = \left(r + \frac{t}{2}\right) \cdot \frac{1}{r} \cdot (S_1 - S_2) = \left(1 + \frac{t}{2r}\right) \cdot (S_1 - S_2) .$$

де, M_m ; $M_{\text{галь}}$; M – моменти тяги, гальмування і тертя відповідно; F – сила тертя між стрічкою та барабаном; S_1 , S_2 – зусилля в набігаючій та збігаючій ланках стрічки; r – радіус барабана; t – товщина стрічки.

Але у відповідності з законом тертя гнучких тіл Ейлера (поширюється для ідеальної нитки) силу тертя розраховують за формулою:

$$F = S_1 - S_2$$

При такому розрахунку сили тертя виникає методична складова систематичної похибки вимірювання, яка зумовлена неврахуванням товщини стрічки.

$$\Delta_{\text{сум}} = F - F_{\text{д}} = (S_1 - S_2) - \frac{2r+t}{2r}(S_1 - S_2) =$$

$$\left(1 - \frac{2r+t}{2r}\right)(S_1 - S_2) = -\frac{t}{2r}(S_1 - S_2)$$

Приклад 2.3.

Ввести поправку до результату визначення сили тертя між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180° , діаметр барабана $0,22$ м, швидкість руху стрічки $v - 1$ м/с, погона маса стрічки $q - 7,6$ кг, товщини стрічки $h - 1,0$ см, радіус барабана $r - 0,11$ м.

Розв'язання

Силу тертя між стрічкою та барабаном у відповідності з законом тертя гнучких тіл Ейлера визначають за формулою:

$$F = S_1 - S_2 = 220 - 60 = 160 \text{ кГ}$$

де F – сила тертя між стрічкою та барабаном; S_1, S_2 – зусилля в набігаючій та збігаючій ланках стрічки.

Але закон тертя гнучких тіл Ейлера справедливий для ідеальної нитки, для якої товщина дорівнює нулю.

В цьому випадку виникає методична складова систематичної похибки від неврахування товщини стрічки.

Розглянемо розрахункову схему вимірювання сили тертя між конвейерною стрічкою і нерухомим барабаном на стенді для визначення коефіцієнта тертя методом зрівноваження моментів гальмування і тягового зусилля, рис. 2.2.

Для неї рівняння рівноваги моментів сил, які діють в механічній системі, має такий вигляд:

$$\sum M_o = S_1 \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) - S_2 \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) - M_{\text{галь}} = 0$$

де, r – радіус барабана; h – товщина стрічки.

$$(S_1 - S_2) \cdot \left(r + \frac{t}{2}\right) = F_{\text{д}} \cdot r ;$$

Звідки дійсне значення сили тертя:

$$F_{\text{д}} = \left(r + \frac{t}{2}\right) \cdot \frac{1}{r} \cdot (S_1 - S_2) = \left(1 + \frac{t}{2r}\right) \cdot (S_1 - S_2) = 0,045 \cdot (220 - 60) = 167 \text{ кГ}$$

Методична складова систематичної похибки складає:

$$\Delta_F = F - F_{\text{д}} = -\frac{t}{2r} \cdot (S_1 - S_2) = -\frac{0,01}{0,22} \cdot (220 - 60) \cong -0,045 \cdot 160 \cong -7,2, \text{кГ}$$

$$\Delta_F, \% = \frac{\Delta_F}{F_{\text{д}}} \cdot 100\% \cong -\frac{7,2}{168} \cdot 100\% \cong -4,5\%.$$

Тому поправка до результату визначення параметра:

$$\nabla = -\Delta_F = 7,2, \text{кГ}$$

2.3. Експериментальне виключення систематичної похибки.

Метод заміщення.

Для цього треба спочатку виміряти невідому фізичну величину, в результаті чого записати результат вимірювання:

$$x_n = X + \Delta_{x.s}$$

де x_n — показ приладу; X — значення невідомої величини; $\Delta_{x.s}$ — систематична складова похибки.

Нічого не змінюючи у вимірювальній установці, слід підімкнути замість невідомої фізичної величини X регульовану міру X_M і дібрати таке її значення, за якого досягається попередній показ приладу. Тоді:

$$x_n = X_M + \Delta_{x.s}$$

Порівнюючи ці вирази дістанемо значення невідомої величини:

$$X = X_M$$

Та обчислимо значення систематичної складової похибки:

$$\Delta_{x.s} = x_n - X_M$$

Якщо джерело систематичної похибки має спрямовану дію, можна компенсувати її, здійснивши експеримент двічі, — так, щоб систематична похибка увійшла в результати вимірювань із протилежними знаками:

$$x_{n1} = X + \Delta_{x.s}, \quad x_{n2} = X - \Delta_{x.s}$$

Звідси:

$$X = (x_{n1} + x_{n2}) / 2; \quad \Delta_{x.s} = (x_{n1} - x_{n2}) / 2$$

Метод рандомізації (англ. – перемішування, створення хаосу).

Іноді похибки, систематичні в одній ситуації, є випадковими в іншій. Наприклад, інструментальна похибка конкретного екземпляра приладу є систематичною. В разі характеристики точності виготовлення партії таких приладів ця сама похибка є випадковою.

Цю обставину іноді можна використати для підвищення правильності вимірювань. Вимірявши невідому фізичну величину кількома однотипними вимірювальними приладами, можна істотно зменшити систематичну складову похибки результату вимірювань, так як ці похибки змінюватимуться випадково від одного приладу до іншого.

2.4. виправлені результати вимірювань.

Результати вимірювань, з яких виключено згадані систематичні похибки називаються *виправленими*.

Однак виявити всі систематичні похибки неможливо. Навіть після виключення згаданих інструментальних і методичних похибок у результатах вимірювань знаходять *залишки систематичних похибок* – так звані *невиключені залишки систематичних похибок*.

Виявити їх можна на основі аналізу умов проведення експерименту.

Для прямих вимірювань інструментальна похибка, що залежить від неточності аналогового вимірювального приладу, обчислюється за формулою [1,3]:

$$\theta = k \cdot N / 100$$

Величина θ називається *надійною межею невиключених залишків систематичних похибок*.

Для непрямих вимірювань вимірювальна величина y , визначається на підставі прямих вимірювань ряду величин $x_1, x_2, x_3 \dots x_k$, причому функціональний зв'язок (рівняння зв'язку) $y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_k)$ уже відомий [3].

Наприклад, при визначенні щільності насипного вантажу методом вимірювання відношення його ваги до об'єму.

Визначення невиключених залишків систематичної похибки при непрямому вимірюванні здійснюється з використанням засобів диференційного обчислення.

За відсутністю кореляційного зв'язку між результатами спостережень факторів впливу, що входять у рівняння зв'язку, середні значення результату непрямого вимірювання можна визначити, підставляючи в рівняння зв'язку середні значення результатів прямих вимірювань цих факторів $\bar{y} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots)$

Абсолютна систематична похибка результату непрямого вимірювання в загальному випадку визначається співвідношенням

$$\Delta y = \theta = f(x_1 \pm \Delta x_1; x_2 \pm \Delta x_2; x_3 \pm \Delta x_3 \dots x_i \pm \Delta x_i) - f(x_1; x_2; x_3 \dots x_i),$$

де Δx_i – похибки вимірювання аргументу, x_i – істинне значення аргументу.

На основі застосування розкладу функції в ряд Тейлора, отримуємо приблизну формулу:

$$\Delta y = \theta = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta \theta_i \right|;$$

де $\frac{\partial f}{\partial x_i}$ – частинна похідна за i -тим фактором впливу, що вимірюється

прямо, яка отримана з рівняння зв'язку (коефіцієнт впливу заданого фактора); $\Delta \theta_i$ – межа невиключених залишків систематичної похибки прямого вимірювання i -го фактора впливу.

В реальних умовах при додаванні похибок можлива їхня взаємна компенсація. Тому цей вираз дасть дещо завищені результати. Доведено, що ймовірність найгіршого поєднання похибок, при якому всі вони арифметичне складаються, зі зростанням прямує до нуля (n – число факторів впливу). Формулою слід користуватися, наприклад, якщо вимір виконується приладами безпосередньої оцінки.

Оцінка точності прямих вимірювань здійснюється при цьому не за допомогою середньоквадратичного відхилення, а відповідно до класу точності приладів. Абсолютна похибка непрямого вимірювання в цьому випадку буде найбільшою.

Тому в практиці кращі результати дає середньоквадратичне значення частинних систематичних похибок:

$$\Delta y = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \theta_i \right|^2}.$$

де θ_i - невиключені залишки систематичної похибки вимірювання i -го фактору впливу; $\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)\theta_i$ - частинна невиключена систематична похибка результату непрямого вимірювання i -го фактора впливу.

Середнє квадратичне відхилення результату непрямого вимірювання визначається, як:

$$\sigma_y = \pm \left(\left[\frac{\partial f}{\partial x_1} \right]^2 \cdot \sigma_{x_1}^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial x_2} \right]^2 \cdot \sigma_{x_2}^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial x_3} \right]^2 \cdot \sigma_{x_3}^2 \dots \right)^{\frac{1}{2}} = \left[\pm \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot \sigma_{x_i}^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

де $\frac{\partial f}{\partial x_i} \sigma(x_i)$ - частинне середнє квадратичне відхилення результату непрямого вимірювання розшукуваної величини від прямого вимірювання i -го фактору впливу.

Інколи в практиці експериментів для непрямих вимірюваннях, якщо *невиключених залишків систематичних похибок декілька* (2-4), використовується формула:

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}$$

де m — число невиключених залишків систематичних похибок прямого вимірювання факторів впливу ($1 < m < 4$).

Приведена формула відповідає ймовірності $P=95\%$.

В разі, *коли методична систематична похибка вимірювання не усунута її необхідно врахувати* в результаті вимірювання.

Практичне заняття №3. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

Кількість годин – 2

Мета: навчити студента обробляти результати лабораторних та виробничих вимірювань.

3.1. Загальні відомості.

Лабораторні вимірювання здійснюються багаторазово й дають деяку сукупність результатів спостережень, які слід відповідно математично опрацювати [3].

Відомо, що за достатньо великої кількості випадкових величин їх поява підпорядковується певному закону. Якщо по осі абсцис відкласти різні значення випадкових величин x_i , а по осі ординат – відносну кількість величин даного значення (тобто кількість величин даного значення N_i поділену на загальну їх кількість n), то при $n \rightarrow \infty$ дістанемо криву *нормального закону розподілу випадкових величин (закону Гаусса)*, зображену на рис. 3.1.

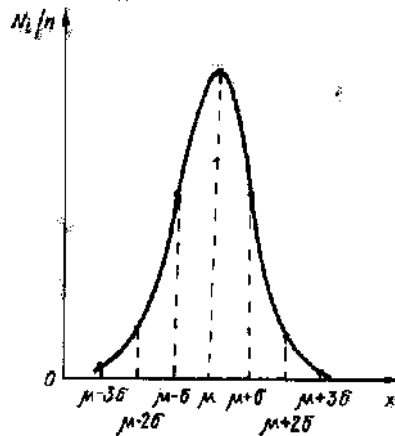


Рис. 3.1. Нормальний закон розподілу випадкових величин

Аналітична форма нормального закону розподілу випадкових величин (закону Гаусса):

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

де μ — математичне сподівання випадкової величини (центр групування її значень; можна вважати, що μ збігається з істинним значенням величини X); σ^2 — дисперсія випадкової величини (розсіяння значень випадкової величини відносно центра групування); e — основа натуральних логарифмів.

Значення μ та σ можна виразити через x_i

$$\mu(X) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sigma(X) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

Закон нормального розподілу випадкових величин, відображений формулою та графіком рис. 3.1, дає змогу обчислити ймовірність перебування випадкової величини X у певних межах. Так, можна вважати: з імовірністю $P=68,3\%$, що величина X не виходить за межі від $\mu - \sigma$ до $\mu + \sigma$ (тобто перебуває в межах $\mu \pm \sigma$); з імовірністю $P=95,5\%$, що величина X перебуває в межах $\mu \pm 2\sigma$; з імовірністю $P=99,7\%$, що величина X перебуває в межах $\mu \pm 3\sigma$.

У вибірках зі скінченним n точне обчислення μ та σ неможливе; замість них приблизно обчислюють їхні статистичні оцінки $\bar{\mu}$ та $\bar{\sigma}$.

Для вибірки з n значень x_i оцінкою математичного сподівання випадкової величини (її найвірогіднішим значенням) є

$$\bar{\mu}(X) \approx \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Вибіркове середньоквадратичне відхилення окремих результатів спостережень для цієї самої вибірки можна обчислити за формулою, яку запропонував німецький математик Фрідріх Вільгельм Бессель:

$$\bar{\sigma}(X) \approx s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

де $x_i - \bar{x}$ — випадкове відхилення i -го результату спостереження від знайденого значення \bar{x} .

Оцінка \bar{x} математичного сподівання випадкової величини дещо відрізняється від μ . Якщо закон розподілу похибок нормальний, то можна вважати, що відхилення \bar{x} від μ не перевищує

$$S_{\bar{x}} = s / \sqrt{n}$$

де $S_{\bar{x}}$ — середньоквадратичне відхилення значення \bar{x} (від математичного сподівання μ).

Надійні межі, в яких при заданій ймовірності перебуває величина X , обчислюються за формулами:

$$\bar{x} - t_y S_{\bar{x}} \quad (\text{для нижньої межі});$$

$$\bar{x} + t_y S_{\bar{x}} \quad (\text{для верхньої});$$

де t_y — коефіцієнт надійності для ймовірності P .

Для невеликих вибірок ($n < 30$) надійні межі залежать також і від кількості спостережень n (це уточнення запропонував англійський математик Уїльям Госсет, відомий під псевдонімом Стьюдент), табл. 3.1:

Табл. 3.1.

Надійні межі розподілу випадкової величини в залежності від кількості спостережень та довірчої ймовірності.

n	$P = 86,3 \%$	$P = 95,5 \%$	$P = 99,7 \%$
4	$\bar{x} \pm 1,20 S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm 3,2 S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm 9,2 S_{\bar{x}}$
5	1,15	2,8	6,6
6	1,11	2,6	5,5
8	1,08	2,4	4,5
10	1,06	2,3	4,1
20	1,03	2,1	3,4
30	1,02	2,0	3,3

У технічних вимірюваннях (як лабораторних, так і виробничих) обчислення виконуються з довірчою ймовірністю $P = 95 \%$; в окремих випадках, коли експеримент неможливо повторити, приймають $P = 99 \%$. Тільки в особливо важливих випадках, якщо результати експерименту впливають на життя й здоров'я людей, слід брати $P = 99,9 \%$.

3.2. Перевірка статистичного розподілу випадкової величини.

Оскільки методи обробки результатів вимірювань ґрунтуються на використанні нормального закону розподілу випадкових величин, перед початком обчислення *бажано переконатися* у тому, що дана сукупність відповідає згаданому законові.

Для порівняно невеликих сукупностей цю перевірку можна здійснити *графоаналітичним методом* [3]. Для даної вибірки за певними правилами слід побудувати графік емпіричного розподілу випадкових величин, і якщо точки цього графіка розташуються приблизно на прямій лінії, то дана сукупність відповідає нормальному законові розподілу. Цей метод придатний для вибірок за кількості спостережень $3 < n < 40$.

Застосовуючи графоаналітичний метод аналізу, слід передусім упорядкувати вибірку, розмістивши значення x_i в порядку зростання:

$$x_1 < x_2 < \dots < x_n$$

Якщо деякі значення в такому варіаційному ряду повторюються, то в робочу таблицю їх записують тільки один раз, але вказують кількість цих значень (частота m_j даної варіанти x_j ряду). В наступній графі записують наростаючим підсумком так звані накопичені частоти M_j (сумарна кількість значень m_j від початку до x_j включно), після чого обчислюють інтеграл Лапласа:

$$\Phi(z_j) = \frac{M_j}{n+1} - 0.5$$

За таблицею значень інтегралу Лапласа слід установити значення z_j , а потім побудувати графік $z_j = f(x_j)$. Якщо графік цієї функції приблизно прямолінійний, то можна вважати, що дана вибірка не суперечить нормальному законові розподілу.

ПРИКЛАД 3.1

Дано вибірку: 20,3; 10,1; 10,3; 10,2; 10,4; 10,2; 10,5; 10,3; 10,4. Перевірити, чи відповідає ця вибірка нормальному законові розподілу.

Розв'язання

Обчислення за графоаналітичним методом перевірки на відповідність вибірки нормальному закону розподілу випадкових величин приведені в таблиці:

j	x_j	m_j	M_j	$\Phi(z_j)$	z_j
1	10,1	1	1	-0,4	-1,28
2	10,2	2	3	-0,2	-0,52
3	10,3	3	6	+0,1	+0,25
4	10,4	2	8	+0,3	+0,84
5	10,5	1	9	+0,4	+1,28

Побудуємо графік $z_j = f(x_j)$, рис.3.2.

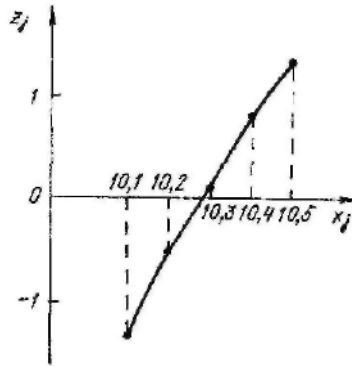


Рис. 3.2. Графік залежності аргументу інтеграла Лапласа для 9 повторих вимірювань.

Побудований графік майже прямолінійний. Тому можна вважати, що ця вибірка не суперечить нормальному закону розподілу випадкових величин. нормального закону розподілу випадкових величин

Якщо вибірка $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ відповідає нормальному закону розподілу, але є сумніви щодо нормальності певного результату спостереження x_k , який помітно відрізняється від інших, то це можна перевірити за допомогою критерію оцінки аномальності результатів спостережень. Для цього треба обчислити середньоарифметичне значення \bar{x} для даної вибірки:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

А також середньоквадратичне відхилення окремих результатів спостережень:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Далі слід знайти показник аномальності:

$$V = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Для прийнятої імовірності $P=0,95$ та даного значення n треба знайти параметр h з довідкової таблиці дод. 4 [1].

Критерієм аномальності є умова $|V| > h$. Якщо вона справджується, то певний сумнівний результат x_k є промахом і його слід вилучити з вибірки.

ПРИКЛАД 3.2

Дано вибірку: 10,3; 10,5; 10,4; 10,3; 11,0; 10,1; 10,4; 10,3; 10,2. Перевірити, чи відповідає ця вибірка нормальному закону розподілу.

Розв'язання:

Викликає сумніви п'ятий результат спостереження $x_5=11,0$. Спочатку перевіримо на нормальність вибірку в цілому:

j	x_j	m_j	M_j	$\Phi(z_j)$	z_j
-----	-------	-------	-------	-------------	-------

1	10,1	1	1	-0,4	-1,28
2	10,2	1	2	-0,3	-0,84
3	10,3	3	5	0	0
4	10,4	2	7	+0,2	+0,52
5	10,5	1	8	+0,3	+0,84
6	11,0	1	9	+0,4	+1,28

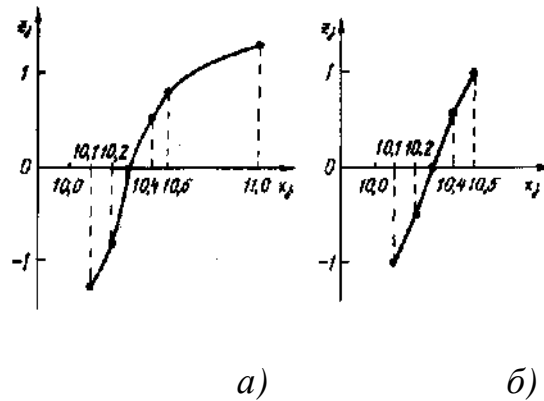


Рис. 3.3. Графік залежності аргументу інтеграла Лапласа: а) - для повторих вимірювань; б) - для 8 повторих вимірювань без промаху, який відкинуто.

Вигляд графіка (рис. 3.3, а) спонукає до висновку, що вибірка не відповідає нормальному розподілу випадкових величин (закону Гаусса).

Тепер перевіримо на аномальність результат спостереження $x_5=11,0$.

Для вибірки: $\bar{x}=10,388\ 888$; $s=0,257\ 120\ 81$. Обчислюємо:

$$V = \frac{11 - \bar{x}}{s} = 3,3767504$$

Для $n = 9$ в дод. 4 [1] знаходимо значення $h=2,11$. Оскільки $|V| > h$, результат спостереження $x_5=11,0$ є промахом, і його треба відкинути.

У вибірці залишається 8 результатів вимірювання: 10,3; 10,5; 10,4; 10,3; 10,1; 10,4; 10,3; 10,2. Знову перевіряємо її на відповідність нормальному законові розподілу:

j	x_j	m_j	M_j	$\Phi(z_j)$	z_j
1	10,1	1	1	-0,39	-1,23
2	10,2	1	2	-0,28	-0,77
3	10,3	3	5	+0,06	+0,15
4	10,4	2	7	+0,28	+0,77
5	10,5	1	8	+0,39	+1,23

Будуємо графік $z_j = f(x_j)$ і за його виглядом (рис. 3.3, б) переконуємося, що

тепер ця вибірка не суперечить розподілу Гаусса.

3.3. Обробка результатів багаторазових спостережень за прямого вимірювання. Її слід здійснювати відповідно до розглянутих методів [3]:

- якщо потрібно — виконати попередню обробку вибірки x_1, x_2, \dots, x_n (відкинути або якомога зменшити систематичні похибки), а також перевірити, чи відповідає вибірка нормальному закону розподілу; відкинути промахи;

- обчислити надійні межі невиключених залишків систематичної складової похибки θ ; у найпростішому випадку визначити граничні значення основної похибки, вважаючи, що $\Delta x = \theta$;

- обчислити найімовірніше (найвірогідніше) значення результату вимірювання - вибіркове середньоарифметичне:

$$A = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- обчислити вибіркове середньоквадратичне відхилення значення x від істинного значення фізичної величини за формулою:

$$S_x^- = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- обчислити надійну межу випадкової похибки результату вимірювання за формулою:

$$\varepsilon = t_Y \cdot S_x^-$$

Значення коефіцієнта надійності t_Y для ймовірностей 0,95 та 0,99 наведено в дод. 5 [1];

- обчислюючи надійну межу загальної похибки ΔA результату, треба врахувати як ε , так і θ ; для цього спочатку слід обчислити допоміжний параметр θ/S_x^- , причому:

- якщо $\theta/S_x^- < 0,8$, то величиною θ можна знехтувати, і вважати, що:

$$\Delta A \approx \varepsilon$$

- якщо $\theta/S_x^- > 8$, то можна знехтувати величиною ε , вважаючи, що:

$$\Delta A \approx \theta$$

- якщо $0,8 \leq \theta/S_x^- \leq 8$, то

$$\Delta A \approx K S_\Sigma$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{S_x^- + \frac{\theta}{\sqrt{3}}}$$

$$S_\Sigma = \sqrt{S_x^{-2} + \left(\frac{\theta}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

Результат вимірювання записати так:

$$X=A\pm\Delta A \text{ (при } P=0,95),$$

де A — найвірогідніше (дійсне) значення результату вимірювання; ΔA — надійна межа загальної похибки результату вимірювання.

• остаточне значення ΔA виразити числом, що містить не більш як дві значущі цифри. Як правило, в ΔA залишають одну значущу цифру; другу цифру можна залишати тоді, коли перша цифра менша за 3; при цьому другу значущу цифру доцільно округлити до 0 або 5. Дві значущі цифри залишають також у разі важливих і особливо точних вимірювань і якщо з результатами вимірювання виконуватимуться подальші розрахунки.

Числове значення A має закінчуватися десятковим знаком того самого розряду, яким закінчується ΔA . Правила округлення чисел звичайні.

ПРИКЛАД 3.3.

Прямими вимірюваннями добуто три результату спостережень довжини: $x_i = 309,3$ см; $297,4$ см.; $290,6$ см. Вважати, що систематичні похибки усунено, клас точності рулетки ± 1 мм. Визначити найвірогідніше значення результату вимірювання та оцінити його точність при довірчій вірогідності $p = 0,95$.

Розв'язання

Знаходимо результат вимірювання:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{309,3 + 297,4 + 290,6}{3} = 299,1 \text{ см}$$

Визначимо:

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{3 \cdot 2} [(309,3 - \bar{x})^2 + (297,4 - \bar{x})^2 + (290,6 - \bar{x})^2]} = 5,05 \text{ см}$$

$$\text{Значення } \frac{\theta}{s_{\bar{x}}} = \frac{0,1}{5,05} = 0,02$$

Отже інструментальною похибкою приладу можна знехтувати

$$\Delta A = \varepsilon |_{p=0,95} \cong 5,05 \cdot t_n = 5,05 \cdot 4,3 \cong 20 \text{ см.}$$

Тому при $p=0,95$

$$X=(299\pm 20) \text{ см.}$$

ПРИКЛАД 3.4.

Прямими вимірюваннями добуто три результату спостережень сили взаємодії тіл: $x_i = 9$ кГ; 11 кГ.; 10 кГ. Вважати, що систематичні похибки усунено, клас точності динамометра $1,0$ діапазон вимірювання $0 \dots 100$ кГ. Визначити найвірогідніше значення результату вимірювання та оцінити його точність при довірчій вірогідності $p = 0,95$.

Розв'язання

Граничне значення основної абсолютної похибки приладу, що перевіряється, не має перевищувати:

$$\Delta_{zp \max} = \frac{k_{zp} \cdot N_{zp}}{100} = \frac{1,0 \cdot 100}{100} = 1,0 \text{кГ}.$$

Результат вимірювання:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{9+10+11}{3} = 10 \text{кГ}.$$

Визначимо:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{3 \cdot 2} [(9 - \bar{x})^2 + (10 - \bar{x})^2 + (11 - \bar{x})^2]} = 0,5773502 \text{кГ}$$

Значення

$$\frac{\theta}{S_{\bar{x}}} = \frac{1,0}{0,5773502} = 1,9999999.$$

Отже випадкова похибка

$$\varepsilon |_{p=0,95} \cong 0,5773502 \cdot t_n = 0,5773502 \cdot 4,3 \cong 2,4826 \text{кГ}.$$

Тому необхідно врахувати систематичну і випадкову похибку

$$\Delta A \cong \sqrt{\varepsilon^2 + \theta^2} \cong 2,6764 \text{кГ} \cong 2,5 \text{кГ}$$

При $p=0,95$

$$X = (10,0 \pm 2,5 \text{кГ}).$$

У виробничих умовах здебільшого проводять одноразові прямі вимірювання. При цьому робити висновок про точність результатів можна лише на підставі нормованих метрологічних характеристик засобів вимірювань. Для вимірювальних приладів з такою метрологічною характеристикою є граничне значення допустимої основної похибки.

Обробку результатів одноразових прямих вимірювань слід здійснювати в такій послідовності:

- відкинути (або якомога зменшити) систематичну похибку;
- обчислити надійну межу похибки результату ΔA ;
- записати результат вимірювання A , округливши його числове значення відповідно до значення надійної межі похибки ΔA (при цьому значення ΔA , як правило, не вказують).

ПРИКЛАД 3.5.

За допомогою манометру ДМ 05 з діапазоном вимірювання від 0 до 1,0 МПа, клас точності якого $K = 1,0$ добуто результат спостереження 0,255 МПа. Записати результат одноразового вимірювання.

Розв'язання:

Така позначка класу точності свідчить про те, що він нормується по приведеній похибці.

$$K = \delta = \frac{\Delta_x}{N} \cdot 100,$$

де, N - нормоване значення приладу (діапазон вимірювання).

Тому інструментальна похибка приладу складає:

$$\theta = k \cdot N / 100$$

Величина θ називається *надійною межею невиключених залишків систематичних похибок*.

$$\theta = \frac{1,0 \cdot 1,0 \cdot 10 \cdot 10^6}{100} = 10 \text{КПа}.$$

Тоді остаточний запис результату вимірювання з округленням матиме такий вигляд:

$$A = 0,26 \text{МПа}.$$

ПРИКЛАД 3.6.

За допомогою мембранного лічильника ГБС з діапазоном вимірювання від мінімальної витрати 0,06 до максимальної 10,00 м³/год добуто результат спостереження 4,4565 м³/год, якщо ціна ділення приладу 0,2 дм³, відносна похибка до витрати 0,6 м³/год дорівнює ±3,0%, а від 0,6 до 10,00 м³/год – 1,5%. Записати результат одноразового вимірювання.

Розв'язання:

Відносна похибка вимірювання дорівнює:

$$\delta = \frac{\Delta_x}{x} \cdot 100,$$

де, x – вимірювальна витрата газу.

Тому інструментальна похибка приладу при вимірюванні 4,4565 м³/год складає:

$$\theta = \Delta_x = \frac{\delta \cdot x}{100} = \frac{1,5 \cdot 4,4565}{100} = 0,0668 \approx 0,07 \text{м}^3 / \text{год}.$$

Величина θ називається *надійною межею невиключених залишків систематичних похибок*.

Тоді остаточний запис результату вимірювання матиме такий вигляд:

$$A = 4,46 \text{м}^3 / \text{год}.$$

3.4. Обробка результатів багаторазових спостережень за непрямого вимірювання.

При непрямих вимірюваннях вимірювальна величина, наприклад y , визначається на підставі прямих вимірювань ряду величин $x_1, x_2, x_3 \dots x_k$, причому функціональний зв'язок (рівняння зв'язку) $y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_k)$ уже відомий [3].

Наприклад, при вимірюванні опору методом вольтметра і амперметра вимірюють силу струму та напругу і за їхніми значеннями визначають опір

$$(R = \frac{U}{I}).$$

Визначення значення похибок при непрямому вимірюванні виконується з використанням засобів диференційного обчислення.

За відсутністю кореляційного зв'язку між результатами спостережень аргументів, що входять у рівняння зв'язку, середні значення результату непрямого вимірювання можна визначити, підставляючи в рівняння зв'язку

середні значення результатів прямих вимірювань цих аргументів $\bar{y} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_3 \dots)$

Абсолютна похибка результату непрямого вимірювання в загальному випадку визначається співвідношенням

$$\Delta y = f(X_1 \pm \Delta X_1; X_2 \pm \Delta X_2; X_3 \pm \Delta X_3 \dots X_i \pm \Delta X_i) - f(X_1; X_2; X_3 \dots X_i),$$

де ΔX_i – похибки вимірювання аргументу, X_i – істинне значення аргументів.

На основі застосування розкладу в ряд Тейлора, отримаємо приблизну

$$\text{формулу: } \Delta y = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial X_i} \Delta X_i \right|$$

де $\frac{\partial f}{\partial X_i}$ частинна похідна за i -тим аргументом, що вимірюється, отримана з

рівняння зв'язку; ΔX_i – абсолютна похибка прямого вимірювання i -го аргументу.

У реальних умовах при додаванні похибок можлива їхня взаємна компенсація. Тому цей вираз дасть дещо завищені результати. Доведено, що ймовірність найгіршого поєднання похибок, при якому всі вони арифметичне складаються, зі зростанням n прямує до нуля (n – число аргументів). Формулою слід користуватися, наприклад, якщо вимір виконується приладами безпосередньої оцінки.

Оцінка точності прямих вимірювань здійснюється при цьому не за допомогою середньоквадратичного відхилення, а відповідно класу точності приладів. Абсолютна похибка непрямого вимірювання в цьому випадку буде найбільшою. Тому кращі результати дасть середньоквадратичне складання похибок:

$$\Delta y = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \theta_i \right|^2}.$$

де θ_i – невиключені залишки систематичної похибки вимірювання i -го фактору впливу; $\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)\theta_i$ – частинна невиключена систематична похибка результату непрямого вимірювання i -го фактору впливу.

Середнє квадратичне відхилення результату непрямого вимірювання визначається, як:

$$\sigma_y = \pm \left(\left[\frac{\partial f}{\partial x_1} \right]^2 \cdot \sigma_{x_1}^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial x_2} \right]^2 \cdot \sigma_{x_2}^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial x_3} \right]^2 \cdot \sigma_{x_3}^2 \dots \right)^{\frac{1}{2}} = \left[\pm \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot \sigma_{x_i}^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

де $\frac{\partial f}{\partial x_i} \sigma(x_i)$ – частинне середнє квадратичне відхилення результату

непрямого вимірювання розшукуваної величини від прямого вимірювання i -го фактору впливу.

ПРИКЛАД 3.7.

Дати оцінку точності визначення коефіцієнта опору руху макета вагонетки непрямим методом на самокатній гірці, якщо її параметри пересування по гірці такі: $h=(20,4\pm 0,2)$ см; $l_2 = (98,6 \pm 0,2)$ см і $l_3 = (301,6\pm 20,0)$ см, а довірча вірогідність $p=0,95$.

Розв'язання

Точність вимірювання – близькість результату вимірювання до істинного значення вимірюваної фізичної величини, яка характеризується загальною похибкою вимірювання.

Обчислимо коефіцієнт опору руху непрямим методом на самокатній гірці:

$$\omega = \frac{h}{l_2 + l_3} = \frac{20,4}{98,6 + 301,6} = 0,050.$$

де h – висота установки вагонетки над ланкою горизонтального шляху вагонетки; l_2 – проекція ланки похилого шляху вагонетки на горизонталь; l_3 – ланка горизонтального шляху вагонетки.

Систематичну методичну похибку визначення коефіцієнта опору руху знайти не можемо, так як умови випробування вагонетки за прямим методом (зразковим методом) – швидкість руху та уклін траси постійні, що не відповідає умовам випробування на самокатній гірці - швидкість руху та уклін траси в період випробування змінюються. Тобто, прямий (зразковий) і непрямий методи визначення параметра між собою несумісні через різні умови випробування.

Найбільше значення загальної похибки визначення параметра:

$$\begin{aligned} \Delta_m &= \sum_{i=1}^3 \left| \frac{\partial \omega}{\partial x_i} \Delta x_i \right| = \pm \left| \frac{\partial \omega}{\partial h} \Delta h \right| \pm \left| \frac{\partial \omega}{\partial l_2} \Delta l_2 \right| \pm \left| \frac{\partial \omega}{\partial l_3} \Delta l_3 \right| = \pm \left| \frac{1}{l_2 + l_3} \cdot \Delta h \right| \pm \left| \frac{h}{(l_2 + l_3)^2} \cdot \Delta l_2 \right| \pm \left| \frac{h}{(l_2 + l_3)^2} \cdot \Delta l_3 \right| \\ &= \pm \frac{1}{98,6 + 301,6} \cdot 0,2 \pm \frac{20,4}{400,2^2} \cdot 0,2 \pm \frac{20,4}{400,2^2} \cdot 20 = \pm 0,0030 \end{aligned}$$

Найвірогідніше значення похибки:

$$\Delta = \sqrt{\sum \left(\frac{\partial \omega}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2} = \sqrt{25 \cdot 10^{-8} + 0,065 \cdot 10^{-8} + 649 \cdot 10^{-8}} = \pm 0,0026 \approx \pm 0,025.$$

Практичне заняття № 4.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З МЕТРОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ

Кількість годин – 8

Мета: навчити студента розв'язувати різноманітні задачі з метрології при транспортуванні вантажів на гірничому підприємстві.

Практичні заняття з розв'язання задач з метрології на транспорті проводяться у відповідності до навчального посібника: Лубенець М.О. Метрологія, стандартизація та сертифікація. Збірник задач з метрології на

транспорті: навч. посіб. / М.О. Лубенець, Є.А. Коровяка, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». – Д., ДВНЗ «НГУ», 2012018. – 101 с.

Практичне заняття №5. СТАНДАРТИ

Кількість годин – 2

***Мета:** навчити основним положенням стандарту вищого навчального закладу, а також висвітлити вимоги до методичного та інформаційного забезпечення кваліфікаційних робіт згідно стандарту.*

Практичне заняття зі стандартів проводиться за темою: «Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів та дипломних робіт.» / Упорядн.: В.О. Салов, О.М. Кузьменко, В.І. Прокопенко – Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2002. – 52 с.

1 ВИМОГИ ДО МЕТОДИЧНОГО ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

1.1 Методичне забезпечення

1.1.1 Конкретизація вимог до креслень, програмного забезпечення, структури і змісту розділів пояснювальної записки подаються в методичних вказівках до виконання кваліфікаційних робіт бакалаврів за напрямками спеціалістів та магістрів за спеціальностями.

1.1.2 Методичні вказівки розробляються випускаючими кафедрами, розглядаються і погоджуються з методичними комісіями за напрямками підготовки (бакалаври) або спеціальностями (спеціалісти, магістри), затверджуються науково-методичною радою університету.

1.1.3 Методичні вказівки повинні висвітлювати:

- професійні функції та виробничі задачі, які виносяться на кваліфікаційні роботи;
- узагальнену тематику кваліфікаційних робіт;
- програму кваліфікаційних робіт (у вигляді доцільної рубрикації пояснювальної записки, переліку графічного матеріалу тощо);
- вимоги до змісту та обсягу складових кваліфікаційної роботи;
- критерії відповідності роботи освітньо-кваліфікаційному рівню, що здобувається;
- методичні поради щодо пошуку нових (відносно аналогів) рішень, віддзеркалення змісту в кресленнях, демонстраційних матеріалах, пояснювальній записці;
- рекомендовані джерела.

1.1.4 Для обмеження обсягу та запобігання компіляції програми кваліфікаційної роботи повинні виключати наявність описового матеріалу та стереотипних задач.

1.1.5 обов'язковим в методичних вказівках є орієнтація випускників на самостійне оригінальне й ефективне (відносно аналогів) вирішення завдань.

1.1.6 Методичні вказівки повинні регламентувати виконання розрахункових розділів та підрозділів з усіма обов'язковими компонентами: постановкою задач, розрахунковими схемами, рішенням, оцінкою рішення.

1.1.7 Зміст методичних вказівок не повинен входити в протиріччя з даним стандартом. Посилання на нього обов'язкове, дублювання недоцільне.

1.1.8 Мова методичних вказівок до виконання кваліфікаційних робіт - державна.

1.2 Інформаційне забезпечення

1.2.1 Інформаційне забезпечення повинно відповідати переліку рекомендованої літератури, яка подана в методичних вказівках до виконання кваліфікаційних робіт.

1.2.2 Забезпеченість випускників необхідними для виконання кваліфікаційних робіт підручниками, довідниками, стандартами, фаховими періодичними виданнями і т.ін. повинна складати 100 %.

При необхідності випускникам має бути забезпечений доступ до мережі Internet як джерела інформації.

2 ВИМОГИ ДО ТЕМАТИКИ, ЗМІСТУ ЗАВДАНЬ І СКЛАДУ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

2.1 Загальні положення

2.1.1 При визначенні виду кваліфікаційної роботи (дипломний проект або дипломна робота) слід виходити з того, що діяльність фахівця з вищою освітою пов'язана з технологічними процесами різних етапів циклу існування об'єкту діяльності (проектування, виготовлення, експлуатація, відновлення, утилізація).

2.1.2 Дипломний проект - кваліфікаційна робота, що присвячена вирішенню виробничих задач, переважна більшість яких віднесено в ОКХ до проектної та проектно-конструкторської професійних функцій. Передбачається виконання технічного завдання, ескізного та технічного проектів, робочої, експлуатаційної, ремонтної документації тощо.

2.1.3 Дипломна робота - кваліфікаційна робота, що присвячена вирішенню виробничих задач з організації технологічного процесу (технічна підготовка, забезпечення функціонування, контроль) і управління (планування, облік, аналіз, регулювання) організацією та саме технологічним процесом. Програми дипломних робіт регламентуються певними професійними функціями та задачами згідно з ОКХ відповідних освітньо-кваліфікаційних рівнів.

2.1.4 Бакалаври і спеціалісти виконують дипломний проект або дипломну роботу. Магістри виконують дослідницьку дипломну роботу.

2.1.5 Кваліфікаційна робота може бути комплексною (кафедральна, міжкафедральна, міжвузівська) і виконуватись декількома студентами.

2.1.6. Кваліфікаційна робота вважається реальною за виконанням однієї з умов:

- тема роботи запропонована підприємством, виконується в його, інтересах, а результати роботи прийняті до реалізації;
- по темі роботи існують публікації автора, патент, рішення про публікацію, подана заявка на винахід;
 - до роботи прикладені документи про впровадження результатів.

2.2 Тематика кваліфікаційних робіт

2.2.1 Перелік тем кваліфікаційних робіт з напрямку і спеціальності розробляє випускаюча кафедра до початку навчального року.

2.2.2 Номенклатура тематики повинна забезпечувати індивідуалізацію завдання на кваліфікаційну роботу та можливість вільного вибору теми студентом.

2.2.3 Студент має право запропонувати на розгляд випускаючої кафедри власну тему кваліфікаційної роботи.

2.2.4 Тематика кваліфікаційних робіт повинна бути безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності фахівця відповідного освітньо - кваліфікаційного рівня.

2.2.5 Редакція теми кваліфікаційної роботи повинна бути конкретною і містити процедуру діяльності та продукт, що має бути отриманим в результаті виконання роботи.

2.2.6 Теми кваліфікаційних робіт випускників затверджуються наказом ректора. Для комплексних кваліфікаційних робіт призначається головний керівник і керівники частин.

2.3 Завдання на кваліфікаційну роботу

2.3.1 Завдання на кваліфікаційну роботу - узагальнені проблемні ситуації, які подані в ОКХ у вигляді виробничих задач діяльності фахівця.

2.3.2 При формуванні завдань слід виходити з наступного:

- виробничі задачі бакалавра - діяльність відповідно до заданого алгоритму, що містить процедуру часткового конструювання відповідних рішень;

- виробничі задачі спеціаліста - діяльність за складним алгоритмом, що містить процедуру конструювання нових рішень;

- виробничі задачі магістра - інноваційна діяльність за складним алгоритмом, що містить процедуру конструювання нових рішень.

2.3.3 Державна атестація, що поєднує державний екзамен та кваліфікаційну роботу, для діагностики досягнення цілей підготовки вимагає відповідного розподілу виробничих задач між ККЗ та кваліфікаційною роботою.

2.3.4 За складністю завдання на кваліфікаційну роботу мають бути адекватними рівням вищої освіти та кваліфікації, що здобуваються.

2.3.5 Для завдань на кваліфікаційні роботи доцільно використовувати творчі виробничі задачі, вирішення яких можливе за термін дипломування, орієнтовані на знаково-розумові, предметно-розумові та знаково-практичні уміння, що мають виконуватись з опорою на носії інформації.

2.3.6 Завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра повинно орієнтувати на вирішення діагностичних за класом задач, що потребують не тільки вибір, але й перетворення відомих методів рішень для нових (нестандартних) умов.

2.3.7 Завдання на кваліфікаційну роботу спеціалістів та магістрів повинно містити переважну більшість евристичних задач. Завдання на дипломну роботу магістра повинно бути орієнтовано на експериментальні або (та) теоретичні наукові дослідження об'єкта діяльності. Мета кваліфікаційної роботи спеціаліста чи магістра має бути новою або відомою, але не реалізованою.

2.4 Складові кваліфікаційних робіт

2.4.1 Дипломний проект включає комплект технічної документації, до складу якої входять креслення та пояснювальна записка.

2.4.2 Склад креслень дипломного проекту регламентується вимогами стандартів до обраного етапу проектування (наприклад, технічний проект повинен включати обов'язкові креслення загального виду виробу та його складових з остаточними технічними рішеннями, і які дають повну уяву про устрій та принцип дії виробу).

2.4.3 Дипломна робота включає демонстраційний матеріал для доповіді на ДЕК та пояснювальну записку.

2.4.4 Демонстраційний матеріал дипломної роботи може бути графічним (на папері, фольгах тощо), електронним (відеоматеріали, мультимедіа, презентації тощо), натурним (моделі, макети, зразки виробів тощо).

Зміст демонстраційного матеріалу повинен віддзеркалювати оригінальні результати, які отримані при виконанні дипломної роботи.

2.4.5 Структура пояснювальної записки кваліфікаційної роботи умовно поділяється на вступну, основну частини і додатки.

Вступна частина:

- титульний аркуш;
- завдання на кваліфікаційну роботу;
- реферат;
- зміст;
- вступ.

Основна частина:

- розділи кваліфікаційної роботи;
- висновок;
- перелік посилань.

Додатки:

- Додаток А. Відомість матеріалів дипломного проекту (роботи).
-

-
-
- Додаток_. Відзиви керівників розділів.
- Додаток____. Відзив керівника кваліфікаційної роботи.
- Додаток_. Рецензія.

3. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

3.1 Креслення дипломного проекту

3.1.1 Креслення дипломного проекту виконуються згідно із стандартами ЕСКД, СПДС.

Приклад позначення стандартів ЕСКД: ГОСТ 2.851-75, де ГОСТ - категорія нормативно-технічного документа, 2 - клас (стандарт ЕСКД); 8 - класифікаційна група стандартів; 51 - номер стандарту у групі (правила виконання гірничих креслень); 75 - рік реєстрації стандарту. ЕСКД включає десять груп стандартів: 0 - загальні положення; 1 - основні положення; 2 - класифікація і позначення виробів та конструкторських документів; 3 - правила виконання креслень; 4 - правила виконання креслень машино- та приладобудування; 5 - правила обертання конструкторських документів; 6 - правила виконання експлуатаційної та ремонтної документації; 7 - правила виконання схем; 8 - правила виконання документів будівельних, гірничих графічних та судобудівництва.

Приклад позначення стандартів СПДС: ГОСТ 21.108-78, де ГОСТ - категорія нормативно-технічного документа (держстандарт), 21 - код СПДС; 1 - код класифікаційної групи; 08 - номер групи (умовні графічні зображення та позначення на кресленнях генеральних планів та транспорту); 78 - рік затвердження стандарту. СПДС доповнює ЕСКД і включає дев'ять груп стандартів: 0 - загальні положення; 1 - загальні вимоги до оформлення креслень текстових документів; 2 - правила обертання проектної документації, 3 - правила виконання проектної документації з інженерних пошуків; 4 - правила виконання технологічної проектної документації; 5 - правила виконання архітектурно-будівельної проектної документації; 6 - правила виконання проектної документації інженерного забезпечення; 7 - правила виконання типової проектної документації; 8 - правила виконання документів автоматизованих систем управління (АСУ); 9 - інші стандарти.

3.1.2 Конструкторські та проектні креслення виконують на аркушах стандартних форматів: А0 (841x1189), А1 (594x841), А2 (420x594), А3 (297x420), А4 (210x297 мм). Перевагу слід віддавати формату А1. При необхідності використання форматів А2, А3 і А4 рекомендується розміщати їх на полі формату А1, не розрізаючи аркуша.

3.1.3 Внутрішню рамку креслень наносити згідно з рисунком 8.1. Товщина лінії внутрішньої рамки $8 = 1$ мм. Зовнішня рамка відповідає лінії обрізки аркуша стандартного формату. Якщо розміри аркуша дещо перевищує стандартний формат, то зовнішня рамка виконується суцільною тонкою лінією товщиною 0,5 мм за розмірами симетрично поля аркуша. Лінії внутрішньої і

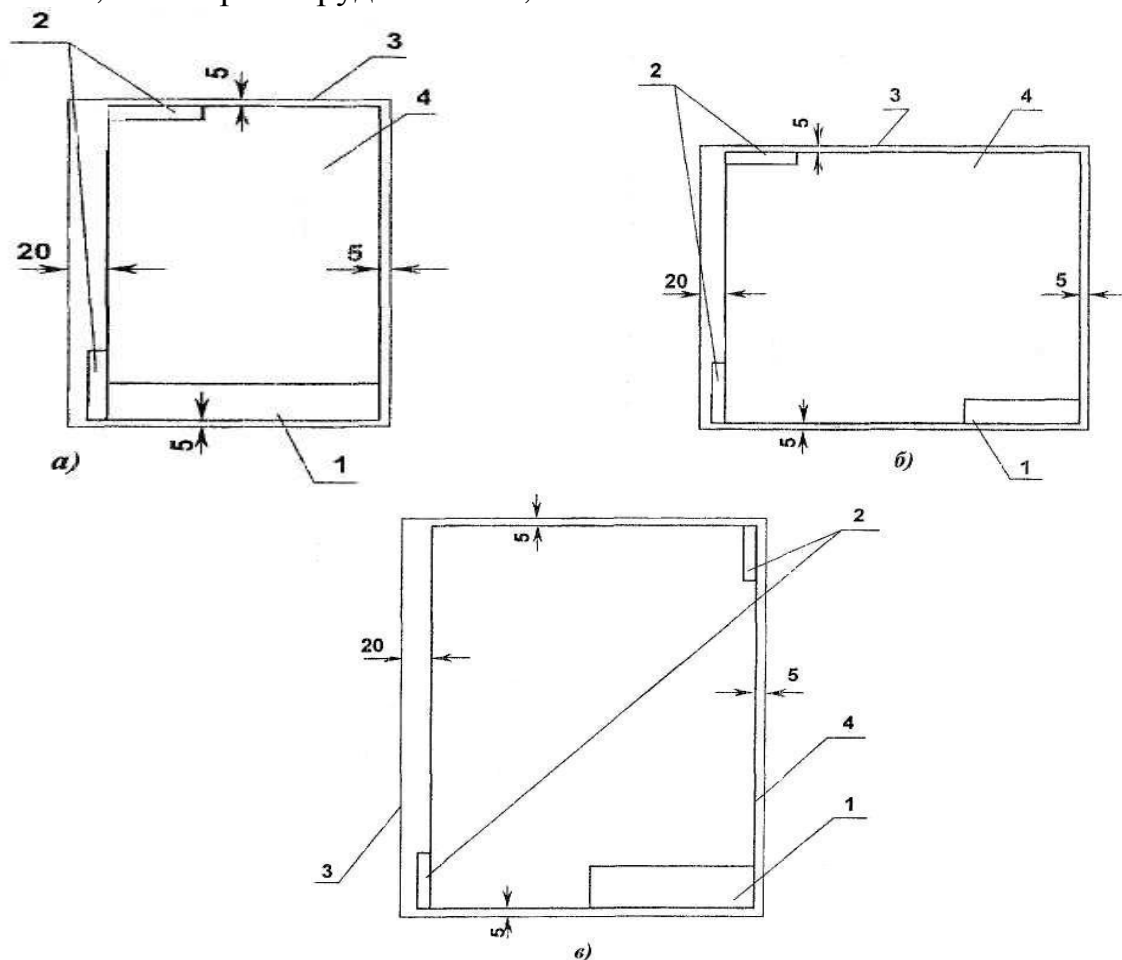
зовнішньої рамок (якщо остання необхідна), рамок основного напису і додаткових граф виконують, як і весь аркуш, олівцем чи чорною тушшю.

3.1.4 У правому нижньому куті аркуша розміщують основний напис. Для формату А4 його розташовують уздовж короткої сторони аркуша, для інших форматів - уздовж довгої чи короткої сторони (рисунок 8.1 а, б, в).

Рамки основних і додаткових граф виконують згідно з рисунками 8.2 - 8.5 суцільними лініями завтовшки 1,0 і 0,5мм

У графах основних написів і додаткових графах конструкторських креслень (номери граф показані в дужках) зазначають:

- у графі 1 - найменування графічного документа, що записують без переносів і крапки в кінці. Якщо найменування складається з кількох слів, іменник ставлять на перше місце, наприклад: "Двигун тяговий", "Магніт постійний", "Електровоз рудниковий";



1 - рамка основного напису; 2 - рамки додаткових граф; 3 - лінія обрізу аркуша або зовнішня рамка; 4 - внутрішня рамка

Рисунок 3.1 - Оформлення аркушів графічних матеріалів

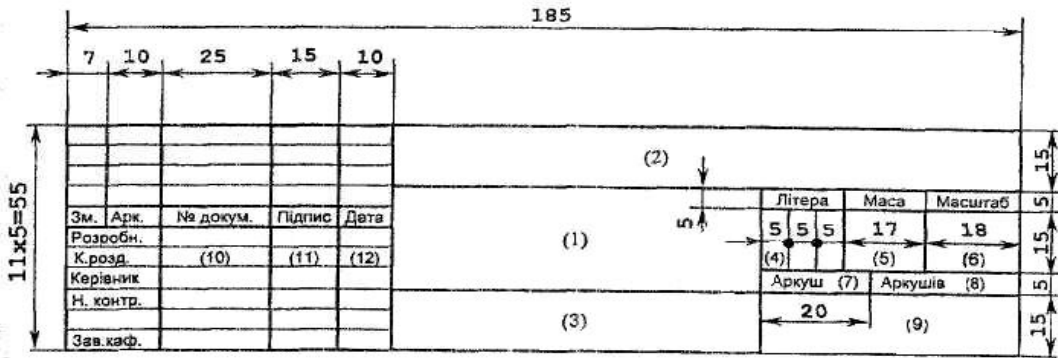


Рисунок 3.2 - Основний напис конструкторських креслень та схем

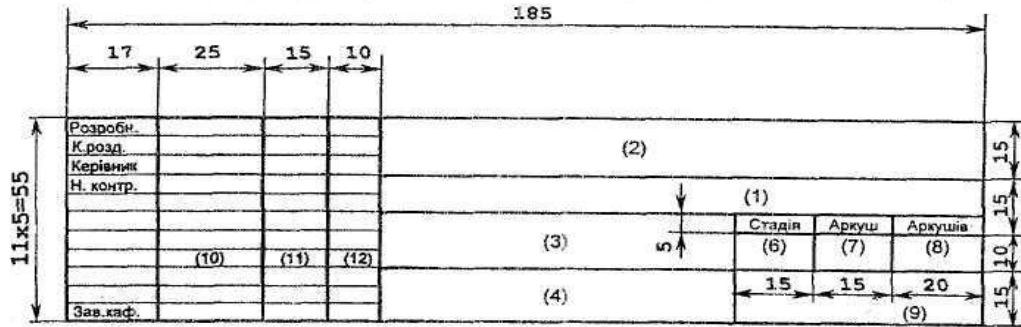
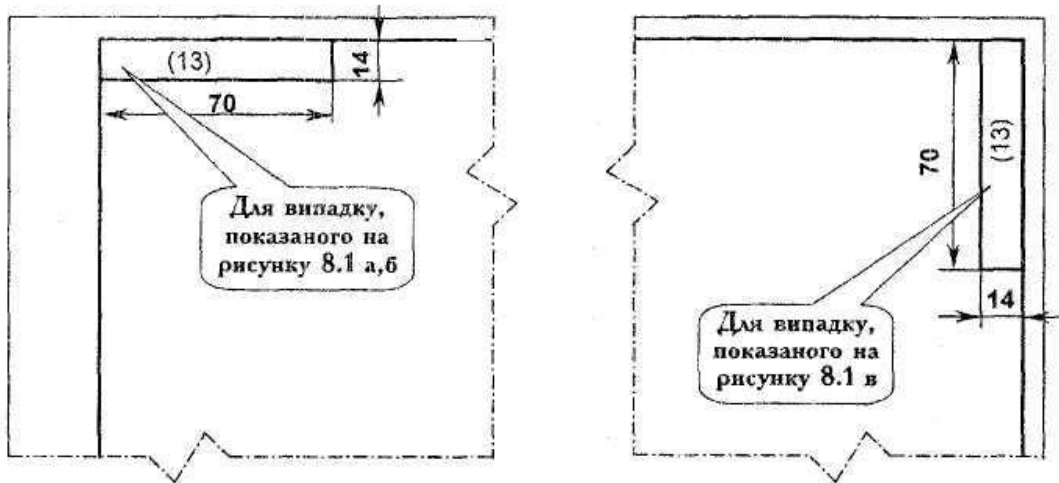


Рисунок 3.3 - Основний напис проектних креслень та схем



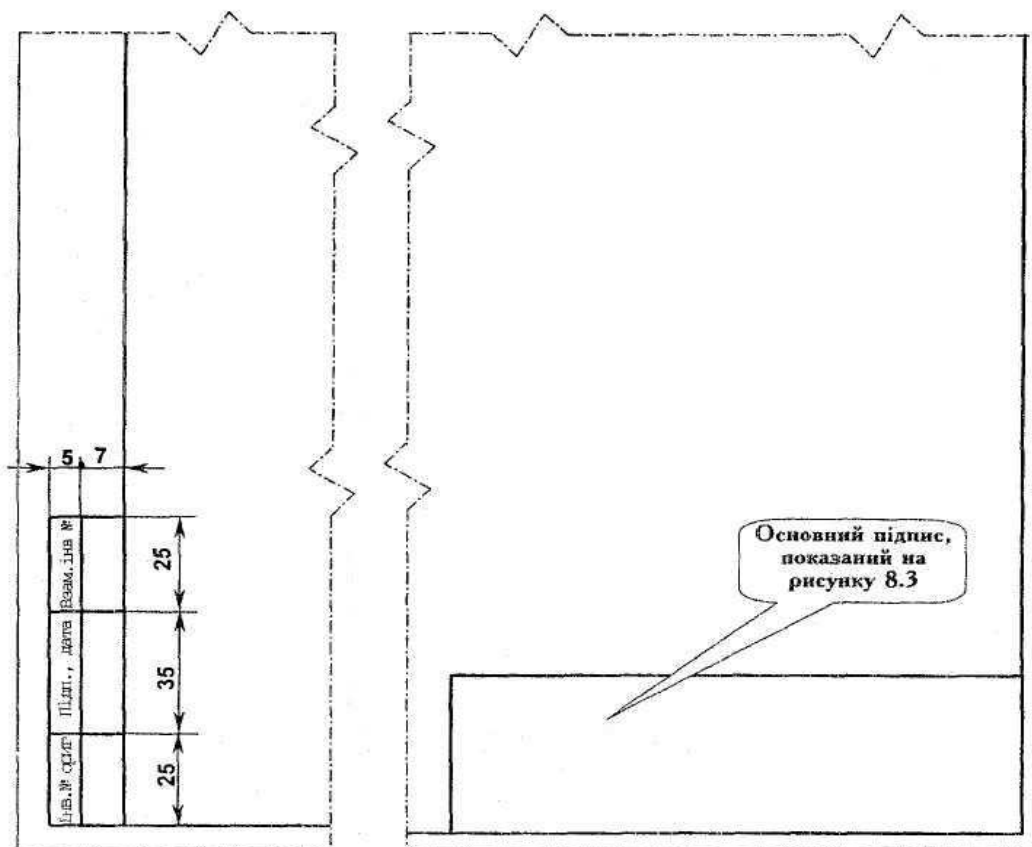
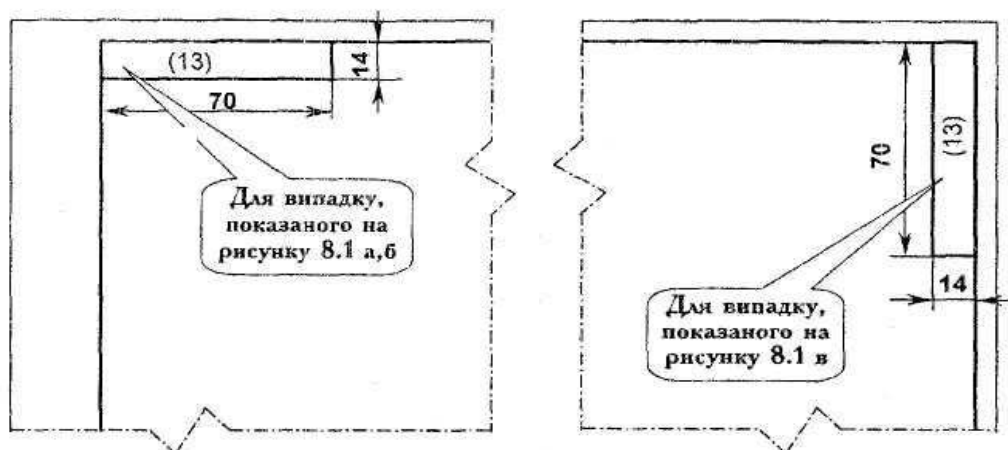


Рисунок 3.4 - Додаткові графи



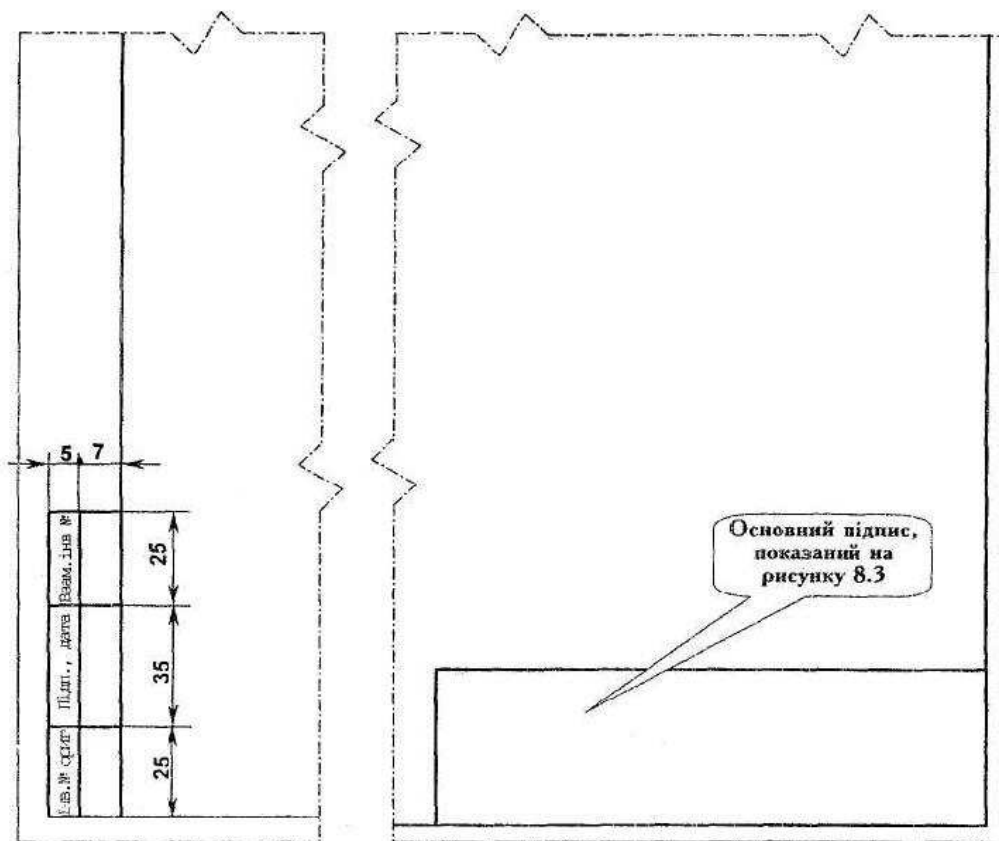
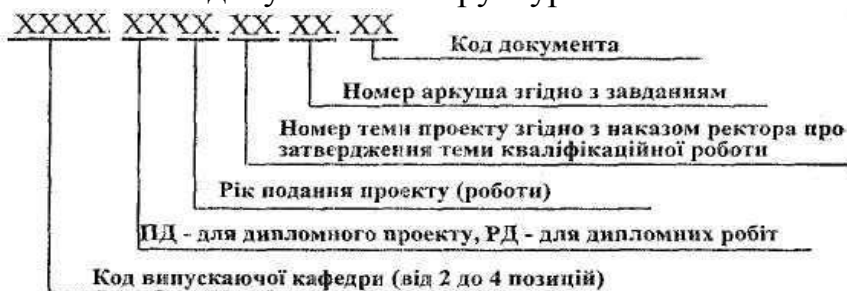


Рисунок 3.5 -Додаткові графи проектних креслень

- у графі 2 - позначення документа за структурою:



Код документа проставляється згідно з ГОСТ 2.102-68 – для конструкторських документів, ГОСТ 2.701-84 - для схем; ГОСТ 2.601-95 – для експлуатаційних документів і ГОСТ 2.602-95 - для ремонтних документів. Для креслень деталей, які входять в складальні одиниці і наведені в графічній частині, замість коду документа проставляють номер позиції деталі відповідно специфікації по типу 01...99.

Приклад заповнення графи 2 - РТ.ПД 00.21.05.МК (РТ - кафедра рудникового транспорту, ПД - проект дипломний, 00 - 2000 р. подання, 21 - тема №21, 5 - номер аркуша; МК - монтажне креслення;

- у графі 3 - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки для креслень деталі);

- у графі 4 - у лівій клітинці проставляють літеру Н (навчальний);

- у графі 5 - масу виробу (тільки для робочих і складальних креслень) наводять у кілограмах, без зазначення одиниці виміру. В необхідних випадках

масу зазначають в тоннах з зазначенням одиниці виміру по типу - 2,5 т;

- у графі 6 - масштаб. Перевагу віддають масштабу 1:1. Для зменшення застосовують масштаби 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; для збільшення - 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;

- у графі 7 - порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, не ставиться);

- у графі 8 - загальна кількість аркушів документа з однаковими позначеннями у графі 2 (графу заповнюють тільки на першому аркушеві документа, що складається з декількох аркушів);

- у графі 9 - шифри університету (НГУ), спеціальності (напряму), академічної групи;

- у графах 10 - 12 - прізвища осіб (без зазначення ініціалів), підписи, дати підписання (за типом 01. 06. 2000);

- у графі 13 - позначення документа (що і в графі 2), повернуте на 180° для формату А4 і для інших форматів при розміщенні основного підпису уздовж довгої сторони аркуша і на 90° - проти годинникової стрілки, для форматів, що більше А4, при розміщенні основного напису уздовж короткої сторони аркуша.

У графах основних написів проектних креслень будівництва зазначають:

- у графі 1 - назву підприємства, в яке входить будівля (об'єкт, споруда);

- у графі 2 - позначення документа;

- у графі 3 - назва будівлі (об'єкта, споруди);

- у графі 4 - назва зображення;

- у графі 5 - умовне позначення стадії проектування: Р – робочі креслення, ТР - частина техноробочого проекту; ТП - технологічний проект;

- у графі 7 - порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, не ставиться);

- у графі 8 - загальна кількість аркушів документу, що мають однакові позначення в графі 2 (графу заповнюють тільки на першому аркушеві документу, що складається з декількох аркушів);

- у графі 9 - шифри університету (НГУ), спеціальності (напряму), академічної групи;

- у графах 10-12 - прізвища розробника, керівника розділу, керівника проекту, нормоконтролера, завідувача кафедри, підпис, дата.

Для другого та наступних аркушах креслень будівлі (об'єкта, споруди) використовується форма основного напису за рисунком 5.4.

3.2 Графічні матеріали дипломної роботи

3.2.1 Графічні матеріали дипломної роботи - креслення, схеми, алгоритми, графіки, таблиці, математичні моделі (формули) виконують на аркушах стандартних форматів згідно з вимогами 5.3 до ілюстрацій. Заголовок розміщують над відповідним зображенням: Слова "Таблиця", "Рисунок" і номер перед заголовком не пишуть. Відстань від заголовку до внутрішньої рамки аркушу і до зображення - 20, між рядками заголовку – 10 мм.

Усі літерні позначення на аркушах повинні мати пояснення в заголовках, таблицях, написах під рисунками, графіками, діаграмами, номограмами, фотографіями. Всі позиції, позначені на рисунках, графіках і т.п., повинні бути розшифровані під зображенням чи на іншому вільному місці аркуша.

3.2.2 Для спрощення рецензування, обліку та збереження графічні матеріали дипломних робіт доцільно оснащувати основними написами за вимогами 3.1.4.

4 ВИМОГИ ДО СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

4.1 Форма титульного аркушу:

Міністерство освіти і науки України Національний гірничий університет			
<hr/> Гірничий факультет Кафедра <u>рудникового транспорту</u> <small>(повна назва)</small>			
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА дипломного проекту спеціаліста <small>(освітньо-кваліфікаційний рівень)</small>			
спеціальності <u>7.090216 Гірниче обладнання</u>			
на тему <u>"Розробити технічний проект гальмової системи рудникового електровозу АМ 8-Д"</u>			
Виконавець: _____ <u>П.І.Іванчук</u> <small>(підпис)</small>			
Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
проекту	Маслов В.О.	добре	
розділів:			
Конструкторський	Маслов В.О.	добре	
Охорона праці	Козлов К.К.	відмінно	
Технологічний	Зилин В.В.	відмінно	
Економічний	Кулін О.І.	добре	
Рецензент	Ямковий В.А.	відмінно	
Нормоконтролер	Узін Л.Н.	добре	
Дніпропетровськ 2002			

9.2 Форма завдання на дипломний проект (роботу)

ЗАТВЕРДЖЕНО: завідувач кафедри _____ (повна назва) _____ Л.Н. Узін (підпис) 07.02.2002 р.		
ЗАВДАННЯ на дипломний проект спеціаліста освітньо-кваліфікаційний рівень		
студенту групи <u>ГМ 98-1</u> <u>Іванчуку Петру Івановичу</u>		
Тема дипломного проекту <u>"Розробити технічний проект гальмової системи рудникового електровозу АМ 8-Д"</u> затверджена наказом ректора НГУ від <u>01.02.2002 р.</u> № <u>21 Д</u>		
Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
<i>Конструкторський</i>	<i>На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел розробити технічний проект гальмової системи рудникового електровоза АМ 8 Д. Вимоги до розробки: висока ефективність та надійність відносно аналогів.</i>	<i>01.04.2002 р.</i>
<i>Охорона праці</i>	<i>Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного монтажу, обслуговування й експлуатації гальмової системи.</i>	<i>15.04.2002 р.</i>
<i>Технологічний</i>	<i>Розробити технологію виготовлення одного з елементів гальмової системи (по узгодженню з керівником розділу).</i>	<i>01.05.2002 р.</i>
<i>Економічний</i>	<i>Виконати розрахунки економічного ефекту, що має бути досягнутий при впровадженні результатів проектування.</i>	<i>15.05.2002 р.</i>
Завдання видав _____ <u>В.О. Маслов</u> (підпис)		
Завдання прийняв до виконання _____ <u>П.І. Іванчук</u> (підпис)		
Дата видачі завдання: <u>7.02.2002 р.</u>		
Термін подання дипломного проекту до ДЕК <u>05.06.2002 р.</u>		

4.3 Реферат

4.3.1 Реферат розташовують з нової сторінки.

4.3.2 Реферат має бути стислим, інформативним з суттєвими відомостями про кваліфікаційну роботу.

4.3.3 Реферат повинен містити:

- відомості про обсяг пояснювальної записки, кількість її частин, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків., кількість джерел згідно з переліком посилань (відомості наводять, включаючи дані додатків);

- текст реферата;
- перелік ключових слів.

4.3.4 Послідовність викладення реферата:

- об'єкт дослідження або розроблення;
- мета кваліфікаційної роботи;
- методи дослідження та апаратура;
- результати та їх новизна;
- основні конструктивні, технологічні й техніко-експлуатаційні характеристики та показники;
- галузь застосування;
- економічна ефективність;
- значення роботи та висновки;
- прогностні припущення про розвиток об'єкту дослідження або розроблення.

Структурні частини реферата, в яких відсутні відомості, випускають.

4.3.5 Обсяг реферата - до 500 слів. Реферат повинен уміщуватися на одній сторінці формату А4.

4.3.6 Ключові слова, що є визначальними для розкриття суті кваліфікаційної роботи, наводять після тексту реферата великими літерами в називному відмінку в рядок через коми, перелік: їх повинен містити від 5 до 15 слів (словосполучень).

Приклад

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 98 с, 14 рис, 21 табл., 1 додаток, 32 джерела.

Об'єкт розроблення: гальмова система рудникового електровозу АМ8-Д.

Мета дипломного проекту: підвищення надійності гальмової системи рудникового електровоза.

У вступі подано стан проблеми, здійснено аналіз аналогів, визначені технічні протиріччя відомих конструкцій електромагнітних рейкових гальм, нереалізовані вимоги до конструкцій, конкретизоване завдання на дипломний проект.

В конструкторській частині розроблено завдання на проектування та технічний проект гальмової системи електровоза АМ 8-Д. Технічний проект містить розрахунки, що підтверджують роботоздатність запропонованої конструкції гальм та креслення, які висвітлюють устрій, принцип дії вузлів та їх

взаємодію.

Новизна технічних рішень полягає у використанні в конструкції рейкових гальм постійного джерела магнітного потоку та розробці ефективного засобу управління гальмами.

У розділі "Охорона праці" обґрунтовані заходи щодо безпечного монтажу, обслуговування та експлуатації гальмової системи.

У технологічній частині подана технологія виготовлення магнітопроводу рейкових гальм.

В економічній частині наведені розрахунки економічного ефекту, що має бути досягнутий при впровадженні результатів проектування.

Практичне значення проекту полягає у кардинальному підвищенні надійності рейкових гальм, можливості їх використання у будь-якому режимі гальмування, відсутності витрат енергії, низької собівартості виготовлення. Підвищення надійності гальмової системи, в свою чергу, дозволяє збільшити продуктивність рейкового транспорту електровозами.

Розроблене технічне рішення може бути впроваджено на рудникових локомотивах різних типів та роду енергії, на рухомому складі залізниці, міському рейковому транспорті.

ГАЛЬМА РЕЙКОВІ, ПОСТІЙНЕ ДЖЕРЕЛО МАГНІТНОГО ПОТОКУ, МАГНІТОПРОВІД, ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ РЕЙКОВИМИ ГАЛЬМАМИ, НАДІЙНІСТЬ.

4.4 Зміст

4.4.1 Зміст розташовують з нової сторінки.

4.4.2 До змісту включають: вступ; послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки); висновки; перелік посилань; назви додатків і номери сторінок, які містять початок матеріалу. У змісті можуть бути перелічені номери і назви ілюстрацій та таблиць з зазначенням сторінок, на яких вони розміщені.

4.4.3 Зміст складають, якщо пояснювальна записка містить не менш ніж два розділи, або один розділ і додаток (приклад на с. 3-4).

4.5 Вступ

4.5.1 Вступ розташовують з нової сторінки.

4.5.2 У вступі викладають:

- зв'язок проблеми, що вирішується, з об'єктом діяльності фахівця напряму, спеціальності;
- сучасний стан проблеми (аналіз аналогів, ступінь розв'язання задач, технічні протиріччя, прогалини знань в даній галузі, нездійснені вимоги до виробів чи розробок наукового, організаційного або іншого характеру);
- мету кваліфікаційної роботи та галузь застосування;
- обґрунтування актуальності теми;
- конкретизацію постановки задачі кваліфікаційної роботи.

4.6 Розділи пояснювальної записки

4.6.1 Текст пояснювальної записки викладають, поділяючи матеріал на розділи згідно з завданням.

4.6.2 Кожний розділ може поділятися на пункти або на підрозділи та пункти.

4.6.3 Пункти, якщо це необхідно, поділяють на підпункти. Кожен пункт і підпункт повинен містити закінчену інформацію.

4.6.4 Суть розділів пояснювальної записки - викладання відомостей про об'єкт розроблення або дослідження, які необхідні і достатні для розкриття сутності даної кваліфікаційної роботи та її результатів, які по складності відповідають вимогам до освітньо-кваліфікаційного рівня фахівця.

Особлива увага приділяється новизні результатів у відношенні аналогів, питанням сумісності, взаємозамінності, надійності, безпеки, екології, ресурсозбереження.

4.6.5 Теоретичний матеріал має викладатись за структурою: постановка задачі, розрахункова схема, рішення, оцінка (аналіз) рішення.

4.6.6 В тексті пояснювальної записки треба використовувати одиниці СІ.

4.6.7 Структура розділів дипломного проекту повинна відповідати вимогам стандартів ЕСКД, СПДС, ЕСПД до текстових документів.

4.6.8 Розділи пояснювальної записки повинні бути об'єднані загальною метою, органічно пов'язані між собою та з графічною частиною і відповідними посиланнями.

4.6.9 Пояснювальна записка не повинна містити дублювання, описового матеріалу, стереотипних рішень, які не впливають на суть кваліфікаційної роботи та висвітлення результатів отриманих виконавцем особисто.

4.7 Висновки

4.7.1 Висновки вміщують безпосередньо після викладання розділів кваліфікаційної роботи, починаючи з нової сторінки.

4.7.2 У висновках наводять оцінку одержаних результатів відносно аналогів, висвітлюють досягнуту ступінь новизни, практичне, наукове значення результатів, прогнозні припущення про подальший розвиток об'єкту дослідження або розроблення.

4.7.3 Текст висновків може поділятися на пункти.

4.8 Перелік посилань

4.8.1 Перелік джерел, на які є посилання в основній частині, наводять з нової сторінки (приклади бібліографічних описів джерел подані в 5.10.).

4.8.2 Бібліографічні описи в переліку посилань подають у порядку, за яким вони вперше згадуються в тексті пояснювальної записки. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті (номерні посилання).

4.8.3 За необхідності джерела, на які є посилання тільки в додатку, наводять в окремому переліку посилань в кінці додатку.

4.9 Додатки

4.9.1 У додатках подають матеріал, який є необхідним для повноти пояснювальної записки і не може бути послідовно розміщений в основній частині через великий обсяг або способу відтворення.

4.9.2 Типи додатків:

- додаткові ілюстрації або таблиці;
- проміжні математичні докази, формули, розрахунки;
- протоколи випробувань;
- методики;
- опис комп'ютерних програм, розроблених при виконанні кваліфікаційної роботи;
- додатковий перелік джерел, які можуть викликати інтерес;
- опис нової апаратури і приладів, що використовувались;
- відзиви та рецензії.

4.9.3 Першим додатком кваліфікаційної роботи має бути відомість матеріалів кваліфікаційної роботи. Приклад відомості подано в додатку А.

4.9.4 Останніми додатками кваліфікаційної роботи мають бути відзив керівника, відзиви керівників розділів та зовнішня рецензія.

4.9.5 Відзив керівника кваліфікаційної роботи викладається за структурою:

- зв'язок завдання на кваліфікаційну роботу з об'єктом діяльності фахівця освітньо кваліфікаційного рівня, що здобувається;
- мета кваліфікаційної роботи;
- актуальність теми;
- клас задач, рівень та види умінь, що застосовані, їх відповідність чинним кваліфікаційним вимогам;
- відповідність змісту кваліфікаційної роботи програмі;
- оригінальність отриманих рішень;
- практичне і наукове значення результатів;
- ступінь самостійності виконання;
- інші питання (застосування ПЕОМ, реальність, комплексність тощо);
- якість оформлення;
- комплексна оцінка;
- перелік недоліків, за які знижена оцінка;
- зауваження та пропозиції щодо удосконалення підготовки випускників фаху.

4.9.6 Приклад відзиву керівника дипломного проекту подано в додатку Б.

4.9.7 Структура відзиву керівника розділу:

- відповідність змісту розділу програмі кваліфікаційної роботи;
- оригінальність отриманих рішень;
- практичне і наукове значення результатів;
- ступінь самостійності виконання;
- інші питання;
- якість оформлення;

- оцінка виконання розділу;
- перелік недоліків, за які знижена оцінка;
- зауваження та пропозиції щодо удосконалення підготовки випускників фаху.

4.9.8 Структура рецензії ідентична відзиву керівника роботи за винятком пункту "Оцінка ступеня самостійності виконання", що вилучається.

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНОВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

5.1 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

5.1.1 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти слід нумерувати арабськими цифрами.

5.1.2 Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладання основної частини кваліфікаційної роботи і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т.д.

5.1.3 Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номеру розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, 1.3 і т.д.

5.1.4 Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту або номера розділу і порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 і т.д.

Якщо текст поділяють тільки на пункти, їх слід нумерувати (за винятком додатків) порядковими номерами.

5.1.5 Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 і т.д. Якщо розділ не маючи підрозділів поділяється на пункти і далі - на підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.3, 1.2.1 і т.д.

5.1.6 Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його нумерують.

5.1.7 Прикладом нумерації розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів є текст даного стандарту.

5.2 Загальні вимоги до викладання тексту

5.2.1 Кожний аркуш пояснювальної записки: дипломного проекту повинен мати рамку і основний напис. Основний напис (рисунки 5.1 або 5.3) виконується на першому аркушеві кожної частини записки, включаючи реферат, зміст, вступ, висновки і перелік посилань. На інших аркушах записки його роблять як на рисунках 5.2 або 5.4.

На титульному аркушеві та завданні основний напис не виконується.

5.2.2 У графах основних написів пояснювальної записки дипломного проекту зазначають (номери граф показано в дужках):

- у графі 1 - назва частини;
- у графі 2 - позначення частини;
- у графі 7 - порядковий номер аркуша в межах частини;
- у графі 8- загальна кількість аркушів частини;
- у графі 9 - шифри спеціальності та академічної групи;
- у графах 10-12 - прізвища, підписи, дати підписання.

5.2.3 Відстань від рамки аркуша до межі тексту на початку і в кінці рядків повинна дорівнювати 3-5 мм. Відстань від верхнього і нижнього рядка тексту до верхньої чи нижньої рамки - 10-15 мм, абзац - 15-17 мм.

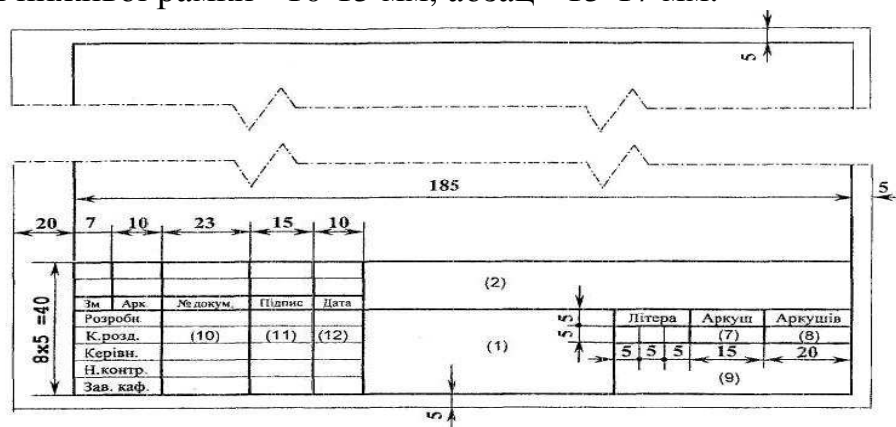


Рисунок 5.1 - Основний напис на першому аркуші записки конструкторського дипломного проекту

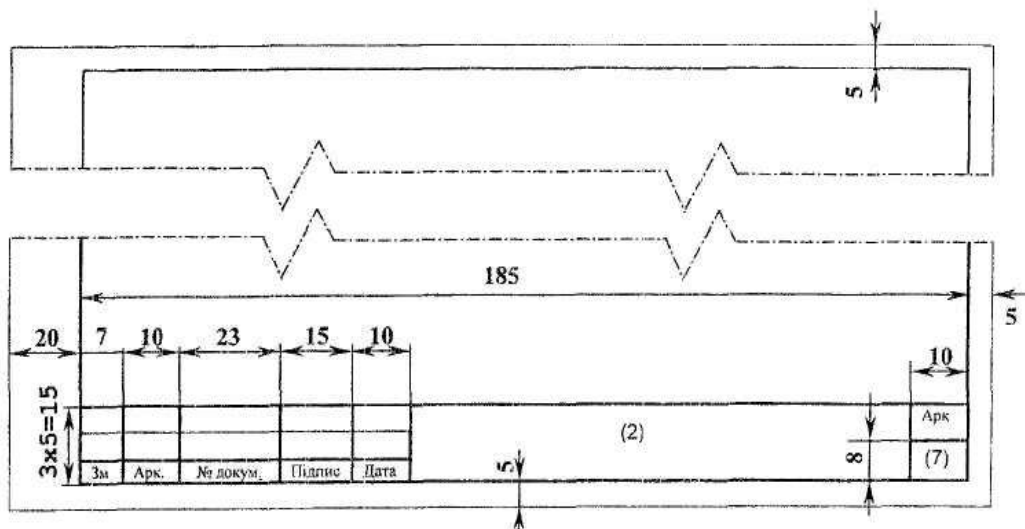


Рисунок 5.2 - Основний напис на наступних аркушах записки

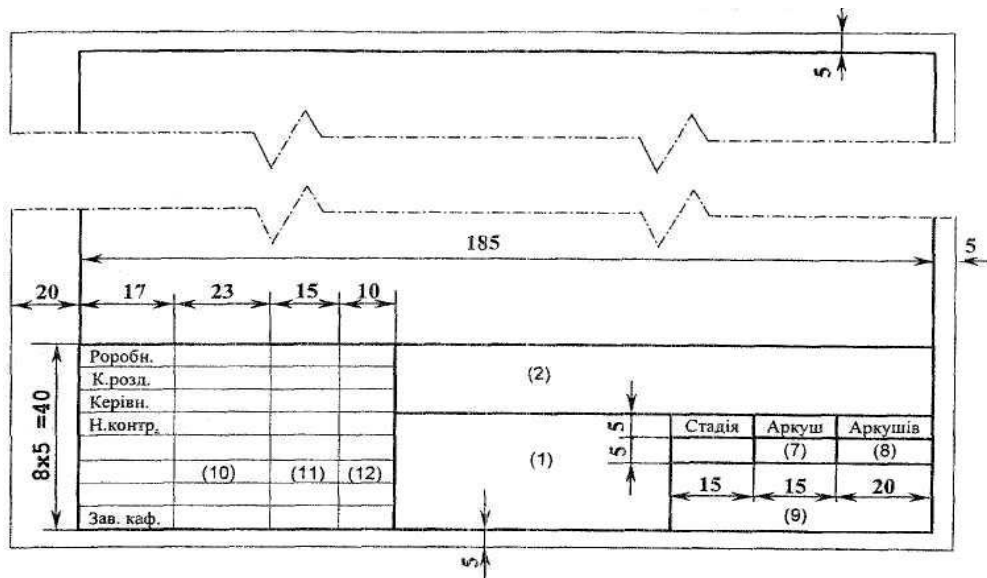


Рисунок 5.3 - Основний напис на першому аркуші пояснювальної записки

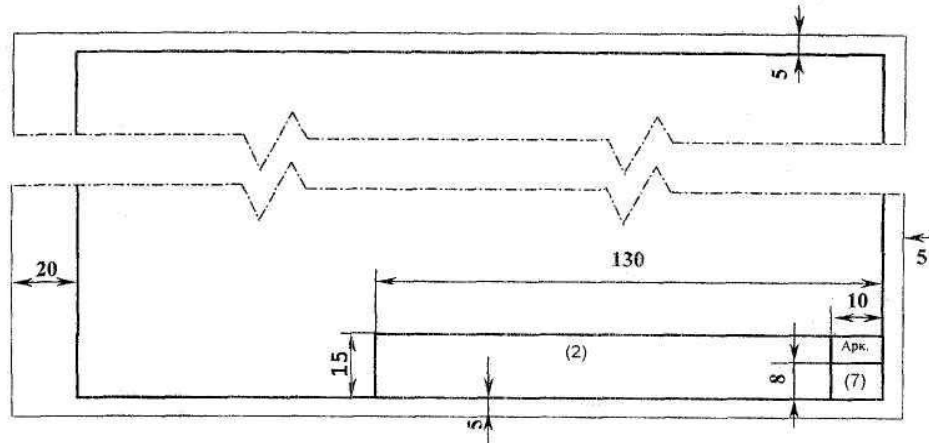
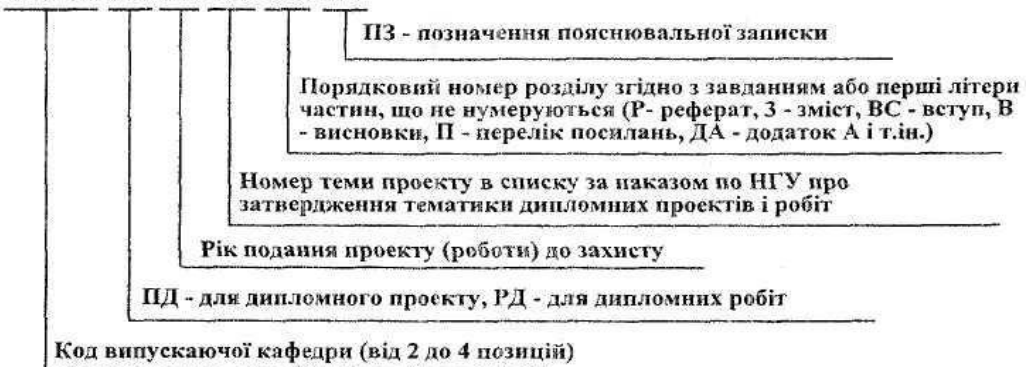


Рисунок 5.4 - Основний напис на наступних аркушах записки

Приклад

5.2.4 Кожному розділу записки, привласнюють позначення документа за структурою:

XXXX. XXXX. XX. XX. XX



Приклад

РТ.ПД 00.21.В.ПЗ (РТ - кафедра рудникового транспорту, ПД - проект дипломний, 00 - рік подання до захисту 2000 р, 21 - тема № 21, В - висновки; ПЗ - пояснювальна записка).

5.2.5 Текст пояснювальної записки дипломної роботи викладається на аркушах формату А4 без рамок і основного підпису, додержуючись таких

розмірів берегів: верхній, лівий і нижній - не менше 20, правий - не менше 10 мм.

5.2.6 Пояснювальна записка дипломного проект чи роботи виконується з застосуванням друкарських пристроїв до ЕОМ. Розміщення тексту допускається з обох боків аркуша.

5.2.7 З дозволу завідувача випускаючої кафедри допускається виконувати записку рукою чорним чорнилом (пастою) розбірливим почерком. На одній сторінці допускається не більш: трьох виправлень, зроблених охайно і розбірливо.

5.2.8 Записка, як правило, викладається державною мовою. Допускається використання російської чи іншої мови з дозволу завідувача кафедри.

5.2.9 Записка повинна бути написана чіткою і ясною літературною мовою без граматичних і стилістичних помилок.

5.2.10 Текст записки викладається, як правило, в безособовій формі, наприклад, "...проектом передбачено..." або "...проектом передбачається...".

При описі операцій, що виконуються людиною, рекомендується використовувати третю особу множини або однини, наприклад, "...видобування вугілля починають...", "... майстер допускає машиніста до роботи...".

В математичних викладках допускається вживання першої особи множини, наприклад, "...враховуючи рівняння (1.5) і (1.6), знаходимо...".

При описі роботи механізмів, автоматичних пристроїв і т. ін. рекомендується використовувати третю особу однини, наприклад, "...електровоз переміщує...".

Викладення від першої особи однини не допускається (крім цитат). Наприклад, не можна писати: "Я в своєму проекті вирішив...".

5.2.11 В тексті записки (крім цитат) не допускається:

- вживати звороти розмовної мови;
- вживати застарілі і жаргонні терміни і вислови.

5.2.12 В тексті записки, за винятком формул, таблиць і рисунків, не допускається:

- вживати математичний знак мінус (-) перед від'ємними величинами (треба писати слово "мінус");
- вживати умовні позначення, прийняті на кресленнях, наприклад знак діаметра;
- вживати позначення стандартів та інших документів без зазначення номера, наприклад: правильно - "... згідно з ДСТУ 1.0-95...", неправильно - "... згідно з ГОСТом...";
- вживати без числових значень знаки <, >, =, :, % , №..

5.2.13 В записці треба вживати стандартизовані найменування, позначення і одиниці фізичних величин (система СІ).

5.2.14 Якщо в тексті наводиться ряд числових значень, виражених в однакових одиницях, то позначення одиниці зазначають тільки після останнього числового значення, наприклад: 1,50; 1,75; 2,00 м або від 1 до 5 мм.

5.2.15 Числові значення величин треба зазначати з необхідною точністю,

при цьому в ряді величин (в тому числі в таблицях) здійснюють вирівнювання числа знаків після десяткової коми.

В необхідних випадках треба застосовувати математичне округлення, наприклад: правильно - "... продуктивність ланки 1000 т на добу...", неправильно - "... продуктивність ланки 1002,486 т на добу".

5.2.16 Прізвища, назви установ, організацій, фірм та інші власні назви наводять мовою оригіналу. Допускається транслітерація власних назв і наведення назви організацій у перекладі на мову записки, додаючи (при першій згадці) оригінальну назву.

5.2.17 Скорочення слів і словосполучень подавати відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи.

5.2.18 Структурні елементи "РЕФЕРАТ", "ЗМІСТ", "ВСТУП", "ВИСНОВКИ", "ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ" не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів.

5.2.19 Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки.

5.2.20 Заголовки структурних елементів записки і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і писати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовок не допускається.

5.2.21 Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше чим два рядки.

Відстань між основами рядків заголовку, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті.

5.2.22 Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї залишається місце лише для одного рядка тексту.

5.3 Нумерація сторінок

5.3.1 Сторінки пояснювальної записки слід нумерувати арабськими цифрами.

Номер сторінки пояснювальної записки дипломної роботи проставляють у правому верхньому куті, сторінки без крапки в кінці.

5.3.2 Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

5.3.3 Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації.

5.4 Ілюстрації

5.4.1 Записка може містити ілюстрації у вигляді креслень, ескізів, схем, графіків, діаграм, фотографій і т. ін. Всі ілюстрації називаються рисунками.

5.4.2 Рисунки повинні бути виконані чітко й охайно, з застосуванням інструментів для креслення.

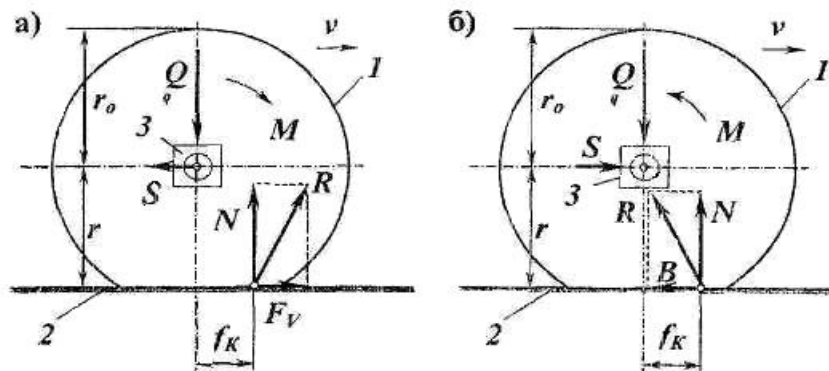
5.4.3 Рисунки можуть бути виконані безпосередньо на аркушах записки або виготовлені окремо на білому чи міліметровому папері, а також на кальці і вклеєні в записку.

5.4.4 Рисунки можуть бути виконані тушшю, олівцем, фломастером, фарбою чи пастою різноманітних кольорів. Електрографічні копії допускається використовувати з дозволу керівника кваліфікаційної роботи.

5.4.5 Рисунки розміщуються, як правило, на окремих аркушах записки. Допускається розміщення на одному аркушеві декількох рисунків або невеликих рисунків - безпосередньо в тексті записки.

5.4.6 Рисунки нумеруються в межах кожної частини записки двома цифрами, поділеними крапкою - номером частини і порядковим номером рисунка.

5.4.7 На всі рисунки повинні бути посилання в тексті, наприклад, "...розрахункова схема подана на рисунку 5.3".



а – режим тяги; б – режим гальмування

Рисунок 5.3 – Взаємодія еластичного колеса з жорсткою опорою

5.4.8 Кожний рисунок повинен мати назву. Слово "Рисунок", його номер і назву розміщують під рисунком. Після найменування рисунку крапку не ставлять.

5.4.9 При необхідності над номером і назвою рисунка розміщують пояснення - розшифровку номерів позицій на кресленнях або ескізах, позначення кривих на графіках тощо.

5.4.10 Графіки (рисунок 5.4 і 5.5) повинні мати координатні осі і координатну сітку. На гістограмах, кругових (секторних) діаграмах і т. п. допускається координатні осі і сітку не зображати за умови, що масштаб величин вказаний іншим способом.

5.4.11 На координатних осях графіка необхідно наносити значення змінних величин у вигляді шкал у лінійному або нелінійному масштабі.

5.4.12 Поряд з поділами координатної сітки і (або) з ділильними штрихами шкали повинні бути вказані відповідні значення величин. Допускається використовувати додаткові ділильні штрихи без подання відповідних їм значень. Якщо початок відліку обох шкал - нуль, його зазначають один раз у точці перетину шкал. Числа коло шкал треба розміщувати поза полем графіка і розташовувати горизонтально.

5.4.13 Допускається паралельно основній шкалі графіка розміщувати

додаткові шкали.

5.4.14 Назву фізичної величини, яка відкладена на графіку, зазначають текстом паралельно відповідній шкалі. Позначення одиниці фізичної величини (якщо вона має розмірність) вказують після її назви через кому.

Літерне позначення величини (яри необхідності) зазначають перед позначенням одиниці, виділяючи комами. Напис розміщують поза полем графіка. В кінці напису крапку не ставлять.

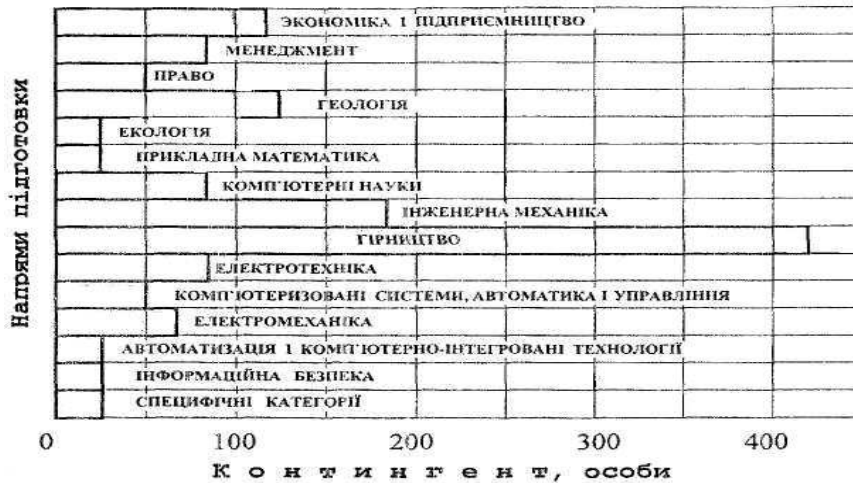
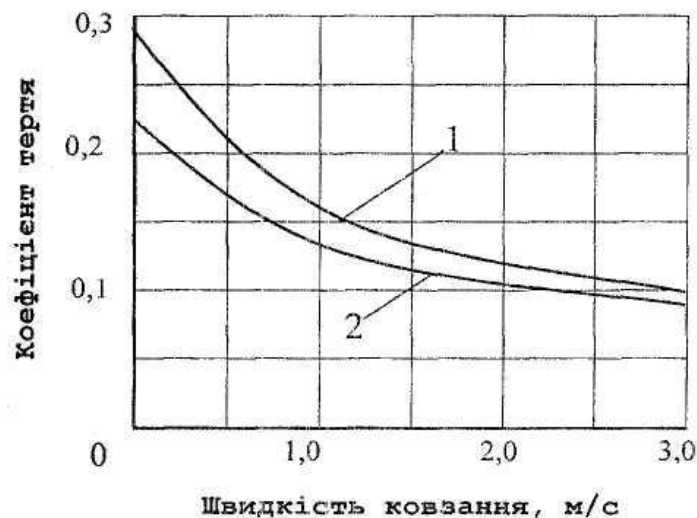


Рисунок 5.4 - Ліцензований обсяг прийому НГА України



1 - рейки сухі або вологі; 2 - рейки забруднені

Рисунок 5.5 - Залежність коефіцієнта тертя магнітного гальма о рейку від швидкості руху

5.4.15 Осі шкал і криві на полі графіка виконують суцільною основною лінією завтовшки 2s, координатну сітку і ділильні штрихи - суцільною тонкою лінією. Якщо на графіку зображено дві і більше кривих, допускається виконувати їх лініями різного типу (суцільними, штриховими та ін.) або кольору.

5.4.16 Точки, одержані виміром чи розрахунком, позначають на графіку кружальцями, хрестиками або іншими умовними знаками. Допускається наносити точки у вигляді хрестів або еліпсів розсіяння.

5.4.17 При необхідності лінії і точки графіка позначають арабськими цифрами чи літерами. Пересічення ліній і написів не допускається. За нестачею місця в лінії роблять розрив. Позначення пояснюють в підрисунковому написі.

Графіки, що схематично зображують характер залежності, допускається виконувати без шкал і координатної сітки. В цьому випадку осі графіка закінчують стрілками, які вказують напрям зростання фізичної величини. Такі графіки роблять тільки в лінійному масштабі (рисунок 5.6).

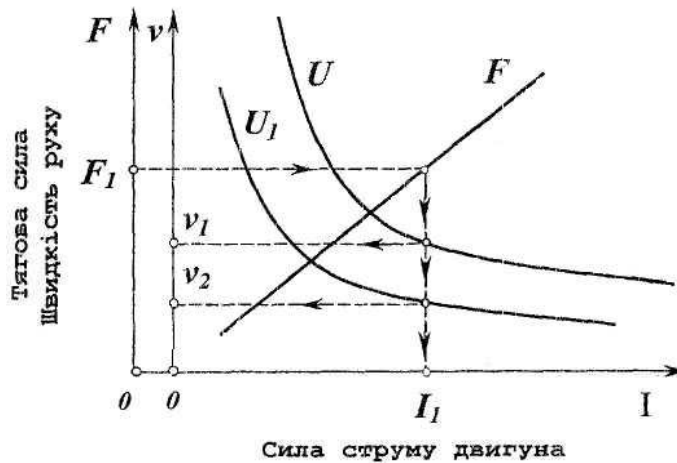


Рисунок 5.6 - Електромеханічна характеристика двигуна рудникового електровозу

5.5 Таблиці

5.5.1 Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць відповідно до рис. 5.7.

Таблиця

(номер)

(назва таблиці)

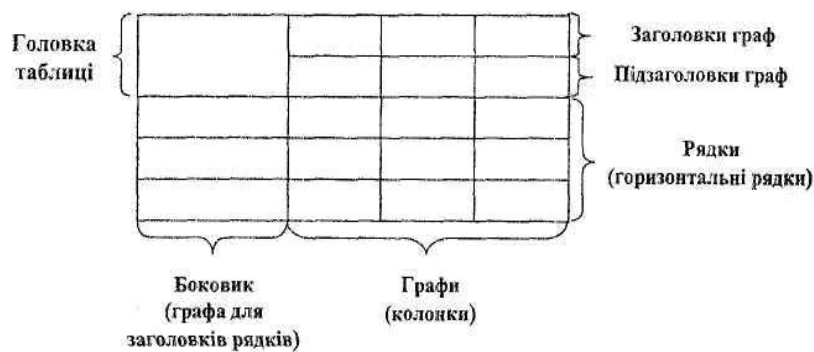


Рисунок 5.7 - Форма таблиці

Приклад таблиці подано на рисунку 10.8.

Таблиця 3.2- Оцінка тісноти зв'язку

Технологічний показник	Коефіцієнт детермінації R^2 за параметром		
	вміст загального заліза	вміст магнетитового заліза	магнетитовий модуль
Вихід концентрату	0,48	0,64	0,53
Якість концентрату	0,28	0,49	0,30
Собівартість концентрату	0,36	0,72	0,41

Рисунок 5.8 - Приклад виконання таблиці

5.5.2 Таблиці нумерують у межах розділу записки (додатка). Номер таблиці складається з номера розділу (позначення додатка) і порядкового номеру таблиці, поділених крапкою.

5.5.3 На всі таблиці повинні бути посилання в тексті записки, *наприклад* : "... наведені в таблиці 6.1 дані ...".

5.5.4 Кожна таблиця повинна мати назву, яку вказують над таблицею. Перед назвою таблиці пишуть слово "Таблиця" і її номер, який відділяють від назви за допомогою тире, *наприклад*: Таблиця 4.1 - Параметри рудникового електровозу АМ 8-Д.

5.5.6 Заголовки таблиці, її граф і рядків треба писати в однині без крапки в кінці з великої літери, а підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком, або з великої, якщо вони мають самостійне значення. Заголовки граф можуть бути записані паралельно рядкам таблиці чи перпендикулярно до них.

5.5.7 Поділяти заголовки бойовика і граф діагональною лінією не допускається.

5.5.8 Графу "Номери по порядку" в таблицю включати не допускається. При необхідності нумерацію рядків зазначають безпосередньо перед їх заголовком.

5.5.9 Якщо всі показники виражені в одних і тих одиницях фізичної величини, то найменування цієї величини розміщують над таблицею справа, а при перенесенні таблиці - над кожною її частиною.

5.5.10 Якщо в більшості граф показники наведені в одних і тих же одиницях, але також є показники, що надані в інших одиницях, то над таблицею пишуть найменування переважного показника і одиниці його виміру, *наприклад*: "Розміри в міліметрах". Позначення одиниць виміру інших величин зазначають у заголовках (підзаголовках) відповідних граф чи рядків.

5.5.11 Позначення одиниці фізичної величини, загальне для графи (рядка), зазначають у кінці її заголовка через кому, *наприклад*: "Тиск, p , МПа".

5.5.12 Обмежувальні слова "понад", "не більше", "менше", "не менше", а також граничні відхилення, розміщують після позначення одиниці фізичної величини в кінці заголовка графи (рядка) або безпосередньо в графі таблиці після числа.

5.5.13 Через нестачу місця допускається в заголовках (підзаголовках) граф (рядків) замінювати окремі поняття їх літерними позначеннями, що повинні бути пояснені в тексті записки.

5.5.14 Текст, що повторюється в рядках однієї і тієї ж графи і що складається з одного слова з цифрою чи без неї, замінюють лапками. Якщо текст, що повторюється, складається з двох і понад слів, то при першому повторенні його замінюють словами "Те ж саме", а при наступних повтореннях

- лапками. Замінювати лапками цифри, що повторюються, знаки, позначення не допускається.

5.5.15 За відсутності окремих даних в таблиці треба ставити прочерк (тире).

5.5.16 Таблицю, як правило, розмішують під текстом, в якому дано посилання на неї, чи на наступній сторінці. Допускається розміщувати таблицю уздовж довгої сторони аркуша таким чином, щоб вона читалася при повороті записки на 90 градусів за годинниковою стрілкою. Таблиці, що мають другорядне значення, можна виносити до додатка.

5.5.17 Якщо висота таблиці перевищує одну сторінку, її продовження переносять на наступну сторінку. При цьому лінію, що обмежує першу частину таблиці знизу, не проводять, а над продовженням пишуть "Продовження таблиці" і зазначають її номер. При перенесенні таблиці допускається її головок замінювати номерами граф, відповідними до їх номерів в першій частині таблиці.

5.6 Переліки

5.6.1 В середині структурної одиниці будь-якого рівня можуть бути наведені переліки. Перед переліком ставлять двокрапку.

5.6.2 Перед кожною позицією переліку ставлять дефіс (-) або рядкову літеру з дужкою. Для подальшої деталізації переліку використовують арабські цифри з дужкою.

Приклад

Класифікація гальм рейкового транспорту:

- а) колісні;
- б) рейкові;
 - 1) електромагнітні;
 - 2) на постійних магнітах;
- в) парашути;

.....

5.7 Примітки

5.7.1 Примітки наводять, якщо необхідні пояснення змісту тексту, таблиці або ілюстрації.

5.7.2 Примітки розміщують безпосередньо після тексту чи таблиці, до яких вони належать, і пишуть із абзацу з великої літери.

5.7.3 Одну примітку не нумерують.

Після слова "Примітка" ставлять крапку і в тому ж рядку подають текст примітки.

10.7.3 Декілька приміток нумерують послідовно арабськими цифрами з крапкою.

Після слова "Примітка" ставлять двокрапку і з абзацу нового рядка після номера подають текст примітки.

Приклади

Примітка. Гальмовий шлях дорівнює 40 м.

Примітки:

1. Коефіцієнт опору коченню - відношення тангенсiальної сили до нормальної.

2. Автомобільні поїзди долають підйоми не менше 18% (10,2°), а одиночні автомобілі - 25% (14°).

5.8 Виноски

5.8.1 Пояснення до окремих даних тексту або таблиць допускається оформляти виносками.

5.8.2 Виноски позначають надрядковими знаками у вигляді арабських цифр з дужкою. Нумерація виносок окрема для кожної сторінки.

5.8.3 Знаки виноски проставляють безпосередньо після слова, числа, символу, речення, до якого дають пояснення, та перед текстом пояснення.

Текст виноски пишуть із абзацу в кінці таблиці або сторінки й відокремлюють лінією довжиною 30-40 мм, проведеною в лівій частині сторінки.

Приклад

Цитата в тексті: "Національний гірничий університет - найстаріший вищий навчальний заклад України гірничого профілю¹⁾".

Відповідне подання виноски:

¹⁾Заснована у 1899 році як Катеринославське вище гірниче училище.

5.9 Формули і рівняння

5.9.1 Формули і математичні рівняння подаються у тексті окремим рядком. Переносити формулу на наступний рядок допускається тільки на знаках операцій, що виконуються, причому знак на початку наступного рядка повторюють. При перенесенні формули на знаку множення застосовують знак "х".

5.9.2 Пояснення символів і числових коефіцієнтів, які входять у формулу, якщо вони не пояснені раніше в тексті, повинно бути подано безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу треба давати з нового рядка, причому перший рядок пояснення повинен починатися зі слова "де" без двокрапки після нього.

Приклад

Дотикова сила тяги складає:

$$F_v = \frac{M}{r} - Q \frac{f_k}{r} = F_0 - Qw, \quad (5.5)$$

де M – обертальний момент, кНм;
 r – радіус колеса, м;
 Q – навантаження на вісь, кН;
 f_k – коефіцієнт кочення, м;
 F_0 – тягова сила привода, кН;
 w – коефіцієнт опору руху.

5.9.3 При виконанні чисельних розрахунків за формулою треба наводити первинний вираз із підставленими в нього числовими значеннями і кінцевий результат з зазначенням одиниці виміру без проміжних викладок.

Приклад

$$F = Q \frac{f_k}{r} = 5000 \frac{0,01}{0,25} = 12,5 \text{ Н} . \quad (3.4)$$

5.9.4 При великій кількості однотипних обчислень допускається наводити тільки розрахункову формулу і таблицю результатів обчислень з посиланням на неї в тексті.

5.9.5 Формули нумеруються в межах розділу пояснювальної записки. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, поділених крапкою. Номер формули записують у круглих дужках на рівні формули справа. Посилання на формули дають у круглих дужках, *наприклад*, "...у формулі (3.1)...".

5.9.6 Якщо в розділі одна формула її нумерують згідно з вимогами 5.9.5.

5.9.7 Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

Приклад

Рівняння рівноваги мають вид:

$$\sum X = 0; F_{TP} \cos \gamma - N \sin \gamma - S = 0 , \quad (5.14)$$

$$\sum Y = 0; -Q + N \cos \gamma + F_{TP} \sin \gamma = 0 , \quad (5.15)$$

$$\sum M_0 = 0; -M + N_v f_k - F_v r = 0 . \quad (5.16)$$

5.10 Бібліографічний опис джерел та посилання на них

5.10.1 При написанні записки можуть бути використані такі джерела інформації: Конституція України; закони України та інших держав; інші документи законодавчого характеру (постанови, укази, рішення і т.п.); підручники; навчальні посібники; монографії; довідники; статті, виступи та інформація, опублікована в збірниках, журналах, газетах; депоновані рукописи; нормативно-технічні документи (стандарты, технічні умови, інструкції, керівництва та ін.); дисертації, звіти; каталоги; рекламні проспекти; препринти; описи до патентів і авторських свідоцтв; методичні вказівки; науково-популярні і художні твори; архівні матеріали; програми для ЕОМ;

матеріали на магнітних та інших непаперових носіях й інші джерела, що допускають неодноразове використання, крім тих, що складають державну, службову чи комерційну таємницю і засекречені у встановленому порядку.

Бібліографічний опис джерела повинен відповідати вимогам ГОСТ 7.1-84 і забезпечувати можливість однозначної ідентифікації джерела.

Бібліографічний опис дається мовою джерела.

5.10.2 Приклади бібліографічного опису джерел:

а) *закони, укази, постанови і т.п.:*

1 Конституція України. -К.: Юрид. літ., 1996.- 50 с.

2 Указ Президента України № 522/97 від 11.10.97р. "Про надання Державній гірничій академії України статусу національної" //Урядовий кур'єр. - 1997.-№109-110.-С. 7.

3 Закон України № 283/97-ВР "Про оподаткування прибутку підприємств" // Баланс. - 1998. - № 1. - С. 3 - 46.

4 Постанова Кабінету Міністрів України №432 від 5.05.97 "Про затвердження Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр" //Урядовий кур'єр. -1997. -№109-110. -С. 9.

б) *книги:*

6 Задоя А.О., Петруня Ю.Є. Основи економіки. - К.:Вища шк. Знання, 1998.-479с.

7 Основи економічної теорії / С.В. Мочерний, С.А.Єрохін, Л.О. Канищенко та ін. - К.: Академія, 1997.-463с.

в) *статті в журналах або газетах:*

8 Півняк Г.Г, Вища освіта може бути тільки повною//Освіта України. - 1998.-23.12.-С.10.

9 Пілов П.І., Салов В.О. Аналізуючи досвід, дивимося у майбутнє //Науковий вісник Національної гірничої академії. - 1999.-№1.-С.9-14.

г) *статті у збірниках:*

10 Pivniak G., Pilov P. Technology of development state standards of tertiary education in Ukraine//27 Symposium "Ingenieurpadagogik '98".-Moskow, Russia, 1998.-P. 87-90. (MADI).

д)

дисертації: -

11

Кузьменко О.М.

Геомеханічне обґрунтування технології підземних гірничих робіт у динамічних полях напружень породного масиву: Дис... д-ра техн. наук: 05.15.02, 05.02.11. - Дніпропетровськ, 1996.- 386 с.

є) *авторські свідоцтва:*

12 А.с. 1041941 СССР, МКИ G01-R19/00, ил. Способ измерения вихревого тока в ферромагнитном теле/ В.А. Салов (СССР).- №3401114/18; Заявлено

26.02.82; Опубл. 15.05.83, Бюл. №6.

е) стандарти:

13 ГОСТ 7.1- 84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.- Взамен ГОСТ 7.1- 76; Введ. с 01.01.86.

ж) методичні матеріали:

14 Пакети комплексних кваліфікаційних завдань, комплексних контрольних робіт. Вимоги до складових, методичні поради, приклади реалізації /В.О. Салов. - Дніпропетровськ: НГА України, 1999.

з) електронні документи в Internet:

15 Национальная электронная библиотека (Электрон, ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http:// www.nns.ru/sources/index/html](http://www.nns.ru/sources/index/html). - Загол. з екрана.

16 Автореферати дисертацій: електронна наукова бібліотека НБУВ (Електрон, ресурс) / Спосіб доступу: URL: [http:// www.nbuv.gov.ua/eb/](http://www.nbuv.gov.ua/eb/). - Загол. з екрана.

5.10.3 В записці повинні бути посилання на всі джерела, які використовувались: Посилатися слід, як правило, на джерело в цілому. При необхідності допускаються посилання на розділи, таблиці, ілюстрації чи сторінки джерела.

5.10.4 Використання запозичених даних без зазначення розглядається як плагіат.

5.10.5 Посилання на джерело наводиться у вигляді його порядкового номера в переліку посилань, узятого в квадратні дужки, в яких допускається зазначенням додаткової інформації згідно з п. 5.10.2. Якщо необхідно посилатися одночасно на декілька джерел, їх номери зазначають через кому чи тире;

Приклади посилань на джерела:

Цьому питанню присвячені роботи [2, 4 - 7].

Розраховуємо за формулою [4]

$$F = Q \left[\operatorname{tg} \gamma + \mu \frac{r}{r_0} (\sin \gamma \operatorname{tg} \gamma + \cos \gamma) \right].$$

Зазначений коефіцієнт дорівнює 1,76 [16, таблиця 1.4].

Л. Толстой [15, с. 4] наголошував: "Знання - не мета, а знаряддя".

Додаток А
Приклад відомості матеріалів дипломного проекту

		Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	*)	РТ.ПД 00.21.ПЗ	Пояснювальна записка	98	*)А4, А3
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8	А1	РТ.ПД 00.21.01.ВЗ	Рудниковий електровоз АРВ 7	2	
9	А1	РТ.ПД 00.21.02.ЗБ	Схеми гальмових систем	1	
10	А1	РТ.ПД 00 21.02.ЗБ	Гальмо електромагнітне	1	
11	А1	РТ.ПД 00 21.03.ЗБ	Магнітопровід гальма	1	
12	А1	РТ.ПД 00 21.04.ЗБ	Джерело магнітного потоку		
13	А1	РТ.ПД 00.21.05.КМ	Підвіска гальма	1	
14	А1	РТ.ПД 00.21.06.СК	Система управління гальмом	1	
15	А1	РТ.ПД 00.21.07.МС	Устаткування для намагнічування джерела магнітного потоку гальм	1	
16	А1	РТ.ПД 00.21.08.ВЗ	Технологія виготовлення магнітопроводу гальма	2	
РТ.ПД 00.21.ДА.ПЗ					
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Іванчук			
К.розд.					
Керівн.		Маслов			
Н.контр.		Коваль			
Зав. каф.		Узін			
Матеріали дипломного проекту				Літ.	Аркуш
				Н	1
				Аркушів	
				7	
				НГУ	
				7.090216; ГМ 98-1	

Додаток Б
Приклад відзиву керівника дипломного проекту

ВІДЗИВ

на дипломний проект спеціаліста на тему:
«Розробити технічний проект гальмової системи
рудникового електровоза АМ 8 Д»
студента групи ГМ 98-1 Іванчука Петра Івановича

1 Мета дипломного проекту - підвищення надійності гальмової системи рудникового електровоза.

2 Обрана тема актуальна через те, що продуктивність (як основний критерій якості) рудникового електровоза пропорційна його гальмовій силі завдяки наявності нахилу гірничих виробок у напрямі руху з вантажем.

3 Тема дипломного проекту безпосередньо пов'язана з об'єктом

діяльності спеціаліста фаху 7.090216 "Гірниче обладнання" - конструюванням та експлуатацією гірничого обладнання.

4 Задачі дипломного проекту (розробка технічного завдання на проектування, ескізного та технічного проекту гальмової системи електровоза) віднесені в освітньо-кваліфікаційній характеристиці фахівця до класу евристичних, вирішення яких ґрунтується на знаково-розумових вміннях фахівця.

5 Оригінальність технічних рішень полягає у розробці на рівні винаходу конструкції рейкових гальм з постійним джерелом магнітного потоку та системи управління, що забезпечує регулювання, включення та відключення гальм.

6 Практичне значення результатів проектування полягає у суттєвому підвищенні надійності гальмової системи, що дозволяє приймати масу рухомого складу, виходячи з сумарної гальмової сили колісних й рейкових гальм. У підсумку - продуктивність рудникового електровозу підвищується на 40-50 %. Результати проектування можуть бути впроваджені на будь-яких видах і типах рейкового транспорту.

7 Розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої гальмової системи, виконані з використанням пакетів прикладних комп'ютерних програм.

8 Оформлення креслень та пояснювальної записки дипломного проекту виконано з відхиленнями від стандартів.

9 Ступінь самостійності виконання дипломного проекту задовільна.

10 Дипломний проект в цілому заслуговує оцінки "добре".

11 Зниження оцінки пояснюється наявністю таких недоліків:

- прогалинами у застосуванні знань з основ конструювання, що не дозволило автору оптимізувати і раціонально висвітлити запропоновані технічні рішення в кресленнях;
- відхилення оформлення проекту від стандартів ЄСКД.

12 Пропозиції щодо удосконалення підготовки спеціалістів фаху 7.090216 "Гірниче обладнання":

- сконцентрувати фахову підготовку на опануванні основних функцій фахівців спеціальності - конструюванні та експлуатації гірничого обладнання;
- за рахунок лекційного навантаження студентів практичну підготовку з конструювання гірничого обладнання;
- посилити дидактичну сторону методичного забезпечення самостійної роботи студентів для висвітлення методів застосування знань з основ конструювання;
- удосконалити інформаційне забезпечення за рахунок використання ПЕОМ, доступності для студентів стандартів ЄСКД;
- переглянути номенклатуру та тематику курсового проектування з метою забезпечення послідовності конструкторської підготовки студентів;
- скорегувати вимоги до технологічного розділу проекту відповідно до професійних функцій і задач фаху;

- посилити методичне забезпечення економічної частини дипломного проекту з урахуванням типових економічних задач спеціалістів фаху.

Керівник дипломного проекту,

проф. кафедри

(назва)

(підпис)

В.О. Маслов

6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Практичне завдання № 1. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

Мета: навчити студента умінню самостійно здійснювати обробку результатів вимірювання фізичних величин.

Практичне завдання з самостійної обробки результатів вимірювання фізичних величин передбачає визначення параметрів тертя конвейєрної стрічки по блоку стрічкового конвеєра у відповідності до нового та відомого рівняння тертя гнучких тіл Ейлера, які спостерігаються при випробуванні на стенді – короткому стрічковому конвеєрі (див. Вихідні дані для виконання практичного завдання).

Вихідні дані для виконання практичного завдання.

Дати оцінку правильності, збіжності і точності визначення фрикційних характеристик гнучкого тіла між конвеєрною стрічкою та барабаном у відповідності до закону тертя гнучких тіл (рівняння) Ейлера та обрахувати поправки до них, якщо кут обхвату стрічкою барабана $\varphi=171\pm 2^0$; лінійна маса стрічки $q=7,6\pm 0,1$ кг/м; результат спостереження динамометра $P_2=72$ кГ; похибки швидкості ковзання конвеєрної стрічки v складає $\pm 0,05$ м/с, вимірювання діаметра барабана ± 1 мм, а інших геометричних параметрів випробувального стенда ± 5 мм; клас точності динамометрів $K = 2,0$ з нормованими значеннями $P_{1н} = 100$ кГ і $P_{2н} = 200$ кГ.

Таблиця 1.

Товщина стрічки та геометричні параметри випробувального стенда

$l_1, м$	$l_2, м$	$h, м$	$r, м$
0,923	1,526	0,394	0,112

Таблиця 2.

Варіанти результатів спостережень P_1 . кГ и v , м/с

Номер варіанта	$P_{11(x_1)}$	$P_{12(x_2)}$	$P_{13(x_3)}$	$P_{14(x_4)}$	$P_{15(x_5)}$	$P_{16(x_6)}$	$P_{17(x_7)}$	$P_{18(x_8)}$	$P_{19(x_9)}$	V
1	24	22	20	23	25	19	23	22	23	-
2	20	20	18	21	23	22	19	19	20	1
3	24	27	29	27	26	27	26	27	28	2
4	4	5	7	6	9	7	8	7	8	3
5	8	11	7	9	12	10	11	10	13	4
6	19	21	19	17	20	18	22	19	18	5
7	18	17	15	17	18	19	16	17	16	6
8	15	14	13	15	14	14	15	19	12	7

9	23	25	19	23	22	23	24	22	20	8
10	24	23	24	20	26	24	21	23	25	-
11	25	23	21	24	26	20	24	23	24	1
12	21	21	19	22	24	23	20	20	21	2
13	25	28	30	28	27	28	27	28	29	3
14	5	6	8	7	10	8	9	8	9	4
15	9	12	8	10	13	11	12	11	14	5
16	20	22	20	18	21	19	23	20	19	6
17	19	18	16	18	19	20	17	18	17	7
18	16	15	14	16	15	15	16	20	13	8
19	24	26	20	24	23	24	25	23	21	-
20	25	24	25	21	27	25	22	24	26	1
21	23	21	19	22	24	18	22	21	22	2
22	19	19	17	20	22	21	18	18	19	3
23	23	26	28	26	25	26	25	26	27	4
24	3	4	6	5	8	6	7	6	7	5
25	7	10	6	8	11	9	10	9	12	6
26	18	20	18	16	19	17	21	18	17	7
27	17	16	14	16	17	18	15	16	15	8
28	14	13	12	14	13	13	14	18	11	-
29	22	24	18	22	21	22	23	21	19	1
30	23	22	23	19	25	23	20	22	24	2
31	26	24	22	25	27	21	25	24	25	3
32	22	22	20	23	25	24	21	21	22	4
33	26	29	31	29	28	29	28	29	30	5
34	6	7	9	8	11	9	10	9	10	6
35	10	13	9	11	14	12	13	12	15	7
36	21	23	21	19	22	20	24	21	20	8
37	20	19	17	19	20	21	18	19	18	-
38	15	14	13	15	14	14	15	19	12	1
39	25	27	21	25	24	25	26	24	22	2
40	26	25	26	22	28	26	23	25	27	3

МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.

1. Умова завдання (у відповідності до варіанту з деякими змінами).

2. Обробка результатів вимірювання параметру P_1 .

2.1. Перевірка результатів багаторазових вимірювань параметру P_1 на відповідність нормальному закону розподілу випадкової величини.

В разі необхідності виключаємо промахи та здійснюємо статистичну обробку результатів вимірювань. Визначаємо параметри вимірювання сили P_1 :

$$\overline{P_1(x)}; S_{P_1}^-(S_x^-); n; t_{\gamma, n}; \varepsilon; \theta; \Delta P_1(\Delta x).$$

Приклад.

В прикладі використаємо параметри механічної системи випробувальної установки каф ТСТ за виключенням параметру $l_1 = 0,308$ м, класу точності динамометра P_1 $k_{P_1} = 0,2$ з нормованим значенням 150 кГ (шкала динамометра

в діапазоні від 0 до 150 кГ).

Дана вибірка отримана при багаторазовому вимірюванні сили P_{Ii} (кГ): 75,2; 74,8; 75,0; 76,2; 75,1; 74,8; 74,7; 74,6; 75,0.

Перевіряємо, чи відповідає вибірка нормальному закону розподілу випадкової величини, табл. 4.

Таблиця 4.

Результати обробки багаторазових вимірювань

x_j	m_j	M_j	$\Phi(z_j)$	z_j
74,6	1	1	-0,4	-1,28
74,7	1	2	-0,3	-0,84
74,8	2	4	-0,1	-0,25
75,0	2	6	+0,1	+0,25
75,1	1	7	+0,2	+0,52
75,2	1	8	+0,3	+0,84
76,2	1	9	+0,4	+1,28

В таблиці m_j – частота повторювань x_j ; M_j – накопичена частота; $\Phi(z_j)$ – інтеграл Лапласа, який визначається за формулою:

$$\Phi(z_j) = \frac{M_j}{n+1} - 0.5$$

За таблицею значень інтегралу Лапласа слід установити значення z_j , а потім побудувати графік $z_j = f(x_j)$ додаток табл. 3 [1]. Якщо графік цієї функції приблизно прямолінійний, то можна вважати, що дана вибірка не суперечить нормальному закону розподілу випадкової величини.

Для даної вибірки будемо графік функції $z_j = f(x_j)$, рис. 1.

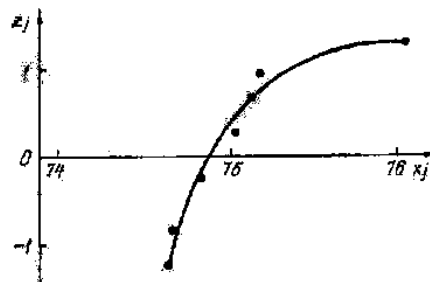


Рис. 1. Графік залежності аргумента інтеграла Лапласа від значення випадкової величини. $z_j = f(x_j)$.

Отриманий графік є непрямолінійний, тому можна зробити попередній висновок, що вибірка, можливо, не відповідає нормальному закону розподілу випадкової величини.

Перевіряємо, чи не є аномальним результат спостереження, який дорівнює 76,2 кГ: - Спочатку визначаємо параметри статистичної вибірки :

$$\bar{x} = \bar{P}_1 = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 P_{Ii} = 75,04 \text{ кГ}$$

$$S_x = S_{P1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^m \left(P_{1i} - \bar{P}_1 \right)^2} = 0,47 \text{кГ}.$$

$$V = \frac{|P_{14} - \bar{P}_1|}{S_{P1}} = 2,43$$

- За табл. 4, додаток [1] для $n=9$ при $P=0,95$ значення параметру $h=2,11$. Оскільки $|V| > h$, то сумнівний результат вимірювання $P_{14}=76,2 \text{кГ}$ є промахом, і його треба вилучити.

- Подальшу обробку здійснюємо для $n=8$ (без $x_4 = 76,2$). Знову перевіряємо, чи відповідає нова вибірка нормальному закону, табл. 5.

Таблиця 5.

Результати обробки багаторазових вимірювань після вилучення промаху.

P_{1j}	m_j	M_j	$\Phi(z_j)$	z_j
74,6	1	1	-0,39	-1,23
74,7	1	2	-0,28	-0,77
74,8	2	4	-0,06	-0,13
75,0	2	6	+0,17	+0,44
75,1	1	7	+0,28	+0,77
75,2	1	8	+0,39	+1,23

- Будемо графік, рис. 2.

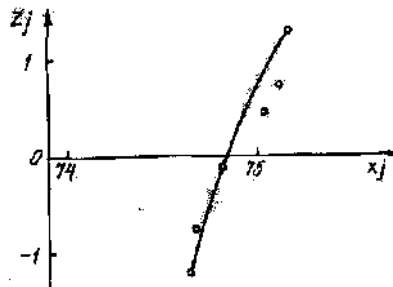


Рис. 2. Графік залежності аргумента інтеграла Лапласа від значення випадкової величини. $z_j = f(x_j)$ після вилучення промаху.

Є підстави вважати, що нова вибірка можливо відповідає нормальному закону розподілу випадкової величини і перевіряємо це твердження:

- Знову визначаємо параметри нової статистичної вибірки для $n=8$.

$$\bar{x} = \bar{P}_1 = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 P_{1i} = 74,90 \text{кГ}$$

$$S_x = S_{P1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^m \left(x_i - \bar{x} \right)^2} = 0,073 \text{кГ}$$

$$V = \frac{|P_1 - \bar{P}_1|}{S_{P1}}$$

- Для $n=8$ при $P=0,95$ значення $t_y=2,38$. (табл. 4 [1]).

- Таким чином статистична вибірка з восьми значень відповідає нормальному закону розподілу випадкової величини.

2.2. Визначаємо невиключені залишки систематичної похибки динамометра P_I (інструментальну похибку динамометра).

$$\theta = \frac{k_{P1} U_{P1}}{100} = \frac{0,2 \cdot 150}{100} = 0,30 \text{кГ}$$

2.3. Розраховуємо випадкову похибку:

- середнє квадратичне відхилення

$$S_{P_1} = \frac{S_{P_1}}{\sqrt{n}} = \frac{0,073}{\sqrt{8}} = 0,24 \text{кГ}.$$

- випадкова похибка

$$\varepsilon = t_y \cdot S_{P_1} = 2,38 \cdot 0,24 = 0,57 \text{кГ};$$

для $n=8$ при $P=0,95$ значення $t_y=2,38$. (табл. 4 [1]).

2.4. Розраховуємо сумарну похибку визначення параметру ΔP_1 .

- Порядок аналізу похибки вимірювання параметру P_I :

а) якщо $\theta / S_x^- < 0,8$, то величиною θ можна знехтувати, і вважати, що:

$$\Delta P_1 \approx \varepsilon;$$

б) якщо $\theta / S_x^- > 8$, то можна знехтувати величиною ε , вважаючи, що:

$$\Delta P_1 \approx \theta$$

в) якщо $0,8 \leq \theta / S_x^- \leq 8$, то: $\Delta P_1 \approx K S_\Sigma$

- Обчислюємо: $\frac{\theta}{S_{P_1}} = 0,3 / 0,073 \approx 4,1$;

- Оскільки виконується умова в), а саме $0,8 \leq \theta / S_x^- \leq 8$, то визначаємо сумарну похибку ΔP_1 за формулою:

$$\Delta P_1 = \Delta x \approx K S_\Sigma ;$$

$$\Delta P_1 = \Delta x \approx 1,925 \cdot 0,188 \approx 0,4 \text{кГ}; \text{ де}$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{S_x^- + \frac{\theta}{\sqrt{3}}} = \frac{0,174 + 0,3}{0,073 + \frac{0,3}{\sqrt{3}}} = 1,925 \quad S_\Sigma = \sqrt{S_x^{-2} + \left(\frac{\theta}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{0,073^2 + \left(\frac{0,3}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0,188$$

2.5. Результат визначення параметру.

При $p=0,95$ та $n=8$ результат вимірювання: $P_I = (74,9 \pm 0,4) \text{кГ}$, похибка $\Delta P_1 \approx 0,4 \text{кГ}$

3. Визначаємо фрикційні характеристики гнучкого тіла.

Фрикційні характеристики гнучкого тіла у відповідності з відомим та новим розв'язанням задачі Ейлера в задачі про ковзання гнучкого тіла по блоці, табл. 6.

Для цього спочатку розраховуємо вирази:

$$S_1 = \frac{P_2 \cdot l_2 \cdot r + P_1 \cdot l_1 \cdot h}{2 \cdot r \cdot h} = \frac{72,0 \cdot 1,526 \cdot 0,112 + 74,9 \cdot 0,308 \cdot 0,394}{2 \cdot 0,112 \cdot 0,394} = 243,18 \text{ кГ};$$

$$S_2 = \frac{P_2 \cdot l_2 \cdot r - P_1 \cdot l_1 \cdot h}{2 \cdot r \cdot h} = \frac{72,0 \cdot 1,526 \cdot 0,112 - 74,9 \cdot 0,308 \cdot 0,394}{2 \cdot 0,112 \cdot 0,394} = 36,59 \text{ кГ};$$

де S_1, S_2 – зусилля в набігаючій та збігаючій ланках стрічки; P_1, P_2 - показники динамометрів; l_1, l_2, h – геометричні параметри механічної системи; r - радіус барабана; φ - кут обхвату стрічкою барабана; де q – лінійна маса; v - швидкість руху стрічки.

Таблиця 6.

Фрикційні характеристики гнучкого тіла, визначені у відповідності до відомого та нового розв'язання задачі Ейлера про ковзання гнучкого тіла по нерухомому блоці.

Фрикційні характеристики гнучкого тіла			
параметри	рівняння Ейлера	нове рівняння тертя	методична похибка
Коефіцієнт тертя	$\mu_n = \frac{1}{\varphi} \cdot \ln \frac{S_1 - q \cdot v^2}{S_2 - q \cdot v^2} = 0,702$	$\mu = \frac{F_\delta}{N_\delta} = \frac{2 \cdot (S_1 - S_2)}{\varphi \cdot (S_1 + S_2 - 2qv^2)} = 0,552$	$\Delta_\mu = (\mu_n - \mu) = +0,150$ $\Delta_\mu, \% = +27\%$
Сила тертя	$F_n = (S_2 - q \cdot v^2) \cdot (e^{\mu\varphi} - 1) = 12 \text{ кГ}$	$F_\delta = \mu \cdot \varphi \cdot \frac{S_1 + S_2 - 2 \cdot q \cdot v^2}{2} = 217,8 \text{ кГ}$	$\Delta_F = (F_n - F_\delta) = -96,8$ $\Delta_F, \% = -36,8\%$
Нормальна реакція	$N_n = \frac{S_2 - q \cdot v^2}{\mu} \cdot (e^{\mu\varphi} - 1) = 219 \text{ кГ}$	$N_\delta = \varphi \cdot \frac{S_1 + S_2 - 2 \cdot q \cdot v^2}{2} = 393 \text{ кГ}$	$\Delta_N = (N_n - N_\delta) = -174 \text{ кГ}$ $\Delta_N, \% = -44,2\%$
Натягування гнучкого тіла	$S(a)_n /_{a=\frac{\varphi}{2}} = (S_2 - q \cdot v^2) \cdot e^{\mu \cdot a} + q \cdot v^2 = 77,4 \text{ кГ}$	$S(\alpha)_\delta /_{a=\frac{\varphi}{2}} = \frac{S_1 - S_2}{\varphi} \cdot \alpha + S_2 = 146 \text{ кГ}$	$\Delta_S = (S_n - S_\delta) = -62,8 \text{ кГ}$ $\Delta_S, \% = -47\%$

4. Виконуємо попередню обробку результатів визначення фрикційних характеристик гнучкого тіла і визначаємо поправку, яку необхідно було б внести до результату вимірювання.

4.1. Поправка для усунення методичної систематичної похибки визначення коефіцієнта тертя (врахування більш точного рівняння тертя гнучких тіл):

- без врахування відцентрових сил (для ідеальної нитки)

$$\nabla_\mu = -\Delta_\mu = -(\mu_n - \mu) = -0,139;$$

- з врахуванням відцентрових сил (для гнучкого тіла)

$$\nabla_\mu = -\Delta_\mu = -(\mu_v - \mu) = -0,150.$$

4.2. Поправка для усунення методичної систематичної похибки визначення сили тертя (врахування більш точного рівняння тертя гнучких тіл):

- без врахування відцентрових сил (для ідеальної нитки)

$$\nabla_F = -\Delta_F = -(F_n - F_\delta) = 76\text{кГ}$$

- з врахуванням відцентрових сил (для гнучкого тіла)

$$\nabla_F = -\Delta_F = -(F_n - F_\delta) = 96,8\text{кГ}$$

4.3. Поправка для усунення методичної систематичної похибки визначення нормальної реакції між тілами (врахування більш точного рівняння тертя гнучких тіл):

- без врахування відцентрових сил (для ідеальної нитки)

$$\nabla_N = -\Delta_N = -(N_n - N_\delta) = 167,6\text{кГ}$$

- з врахуванням відцентрових сил (для гнучкого тіла)

$$\nabla_N = -\Delta_N = -(N_n - N_\delta) = 174\text{кГ}$$

4.4. Поправка для усунення методичної систематичної похибки визначення натягування гнучкого тіла (врахуванні більш точного рівняння тертя гнучких тіл):

- без врахування відцентрових сил (для ідеальної нитки)

$$\nabla_S = -\Delta_S = -(S_n - S_\delta) = 62,8\text{кГ}$$

- з врахуванням відцентрових сил (для гнучкого тіла)

$$\nabla = -\Delta_S = -(S_n - S_\delta) = 62,8\text{кГ}$$

5. Визначаємо надійні межі залишків інструментальних систематичних складових похибок вимірювання факторів впливу при непрямому вимірюванні: $\Delta l_1; \Delta l_2; \Delta \varphi; \Delta h; \Delta r; \Delta P_2$. (приведені в умові завдання).

З вихідних даних та п. 2 витікає, що:

$$\Delta P_1 = 0,2\text{кГ}; \Delta l_1 = \pm 0,005\text{м}; \Delta l_2 = 0,005\text{м}; \Delta \varphi = 0,035\text{рад}; \Delta h = 0,005\text{м}; \Delta r = 0,001\text{м}; \Delta P_2 = 4,0$$

6. Обчислюємо сумарну похибку визначення коефіцієнта тертя.

Функціональний зв'язок між коефіцієнтом тертя гнучкого тіла по барабану та параметрами випробувального стенду:

$$\mu_n = \frac{1}{\varphi} \cdot \ln \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{\varphi} \cdot \ln \frac{P_2 \cdot l_2 \cdot r + P_1 \cdot l_1 \cdot h}{P_2 \cdot l_2 \cdot r - P_1 \cdot l_1 \cdot h}$$

6.1. Сумарний залишок систематичної складової похибки:

- Найвірогідніший залишок інструментальної систематичної похибки:

$$\theta_\mu = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial \mu}{\partial x_i} \theta_i \right)^2} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial \mu}{\partial \varphi} \Delta \varphi \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial P_1} \Delta P_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial P_2} \Delta P_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial l_1} \Delta l_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial l_2} \Delta l_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial r} \Delta r \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial h} \Delta h \right)^2} = \pm 0,$$

де
$$\frac{\partial \mu}{\partial \varphi} = -\frac{1}{\varphi^2} \ln \frac{P_2 l_2 r + P_1 l_1 h}{P_2 l_2 r - P_1 l_1 h},$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial P_1} = \frac{1 \cdot 2 l_1 h \cdot P_2 l_2 r}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)}; \frac{\partial \mu}{\partial P_2} = -\frac{1 \cdot 2 l_2 r \cdot P_1 l_1 h}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)};$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial l_1} = \frac{2 P_1 h \cdot P_2 l_2 r}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)}; \frac{\partial \mu}{\partial l_2} = -\frac{1 \cdot 2 P_2 r \cdot P_1 l_1 h}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)};$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial h} = \frac{1 \cdot 2 P_1 l_1 \cdot P_2 l_2 r}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)};$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial r} = -\frac{1 \cdot 2 P_2 l_2 \cdot P_1 l_1 h}{\varphi \cdot (P_2 l_2 r + P_1 l_1 h)(P_2 l_2 r - P_1 l_1 h)}; \kappa - \text{кількість параметрів впливу};$$

- Не виключений залишок методичної систематичної похибка:

$$\Delta\mu_{мет_n} = (\mu_n - \mu) = 0,139, \Delta\mu_{мет_n} \% = \frac{\Delta\mu_{мет}}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,139}{0,495} \cdot 100 = 28\% .;$$

- Сумарна систематична складова похибки:

$$\Delta\mu_n = \Delta\mu_{мет_n} \pm \Delta\mu_n = 0,139 \pm 0,019;$$

6.2. Випадкова складова похибки:

- Середнє квадратичне відхилення результату:

$$S_{\mu} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial \mu}{\partial x_i} S_{\bar{x}_i} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\partial \mu}{\partial \varphi} S_{\bar{\varphi}} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial P_1} S_{\bar{P}_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial P_2} S_{\bar{P}_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial l_1} S_{\bar{l}_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial l_2} S_{\bar{l}_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial r} S_{\bar{r}} \right)^2 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial h} S_{\bar{h}} \right)^2} = \pm 0,007$$

- Випадкова складова похибки:

$$\varepsilon_{\mu_n} = \pm t_{\gamma, n} \cdot S_{\mu} = \pm 2,38 \cdot 0,007 = \pm 0,017, \varepsilon_{\mu_n} \% = \frac{\varepsilon_{\mu_n}}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,017}{0,495} \cdot 100 = 3,4\% .$$

6.3. Сумарна похибка:

- Визначаємо відношення:

$$\frac{\Delta\mu_n}{S_{\mu}} = 0,158/0,007 \approx 22,6.$$

Тому можна знехтувати величиною випадкової похибки \square .

- Отже, при довірчій вірогідності $p=0,95$ та кількості повторних вимірювань $n=8$ сумарна похибка визначення коефіцієнта тертя складає:

$$\Delta_{\mu} \approx \Delta\mu_n \approx +0,139 \pm 0,019,$$

7. Результат визначення коефіцієнта тертя:

$$\mu_n + \Delta_{\mu} = 0,634 + (0,139 \pm 0,019).$$

8. Оцінка правильності, збіжності та точності результату визначення коефіцієнта тертя:

- Оцінка правильності - методична систематична похибка визначення, дивись:

$$\Delta\mu_{мет_n} = (\mu_n - \mu) = 0,139, \Delta\mu_{мет_n} \% = \frac{\Delta\mu_{мет}}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,139}{0,495} \cdot 100 = 28\% .;$$

- Оцінка збіжності вимірювання - середнє квадратичне відхилення спостережень (S_{μ}), середнє квадратичне відхилення результату (S_{μ}^-), випадкова похибка (ε_{μ}), ливись:

$$S_{\mu} = S_{\mu}^- \cdot \sqrt{n} = 0,007 \cdot \sqrt{8} = 0,020; S_{\mu} \% = \frac{S_{\mu}}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,020}{0,495} = 4,0\% ;$$

$$S_{\mu}^- = \pm 0,007; S_{\mu}^- \% = \frac{S_{\mu}^-}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,007}{0,495} \cdot 100 = 1,4\% ;$$

$$\varepsilon_{\mu_n} = \pm t_{\gamma, n} \cdot S_{\mu}^- = \pm 2,38 \cdot 0,007 = \pm 0,017; \varepsilon_{\mu_n} \% = \frac{\varepsilon_{\mu_n}}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,017}{0,495} \cdot 100 = 3,4\% .$$

- Оцінка точності вимірювання - загальна похибка визначення, дивись:

$$\Delta_{\mu} \approx \Delta\mu_n \approx (0,139 \pm 0,019).$$

Рекомендована література

1. Бакка М.Т. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація. Частина 1. Метрологія: навч. посіб. / М.Т. Бакка, В.В. Тарасова. – М-во освіти і науки України, Житомирський інженерно-технологічний інститут. - Житомир: ЖІТІ, 2002. – 337 с.
2. Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань: навч. посіб.: [для студ. вищ. техн. навч. закл.] / Д.Б. Головка, К.Г. Рего, Ю.О. Скрипник. – К.: Либідь, 2001. – 408 с. – Бібліогр.: с. (48-69, 286-289).
3. Транспорт на горных предприятиях / Под общей ред. проф, Б.Л. Кузнецова. - М.: Недра, 1976, - 552 с.
4. Лубенец Н.А. Зависимость натяжения идеальной нити вдоль линии контакта с неподвижным блоком при скольжении / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2010. – № 9-10. - С. 27 – 32.
5. Лубенец Н.А. Прямой метод определения коэффициента трения конвейерной ленты о барабан при скольжении / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2010. – № 11-12. - С. 30 – 35.
6. Лубенец Н.А. Влияние центробежных сил гибкого тела на реализацию тягового усилия трением / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец // Науковий вісник НГУ.– Дніпропетровськ, 2012. – № 5. - С. 28 – 33.
7. Лубенец Н.А. Новое решение классической задачи Эйлера о скольжении гибкого тела по неподвижному блоку / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2014. - № 3. – С. 45 -53.
8. Лубенец Н.А. Общий закон о трении тел в реализации силы тяги транспортными машинами с гибким тяговым органом. / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец: // Сетевое периодическое научное издание «Проблемы недропользования». – Екатеринбург, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, 2017. – Выпуск 1. – С. 166 – 173.
9. Пат. на корисну модель № 80236 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10402; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.
10. Пат. на корисну модель № 80232 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між гнучким тяговим органом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10396; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.
11. Пат. на корисну модель № 80237 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10403; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.
12. Пат. на корисну модель № 80230 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення нормальної реакції між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10393; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. –

4 с.: кресл.

13 Пат. на корисну модель № 80235 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення нормальної реакції між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10401; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

14. Пат. на корисну модель № 80233 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення натягування гнучкого тіла уздовж лінії контакту з барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10398; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

15. Пат. на корисну модель № 80231 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення коефіцієнта тертя між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10394; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

16. Пат. на корисну модель № 80234 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення коефіцієнта тертя між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № u 2012 10399; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

Практичне завдання № 2. ВИВЧЕННЯ СТАНДАРТУ

Мета: навчити студента умінню самостійно вивчати діючі в У країні стандарти. 3008-2015

Практичне завдання з вивчення стандарту передбачає складання студентами реферату на тему: «Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів та дипломних робіт.» / Упорядн.: В.О. Салов, О.М Кузьменко, В.І. Прокопенко – Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2002. – 52 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Теоретичні знання:

Метрологія.

1. Характеризувати предмет, об'єкт і завдання метрології.
2. Визначати сутність метрології.
3. Назвати основні характеристики вимірювань.
4. Привести класифікацію вимірювань.
5. Назвати види еталонів, вимірювань, засобів вимірювання і похибок технічних вимірювань.
6. Назвати предмет, об'єкт і види випробувань засобів вимірювання.
7. Визначати сутність і види повірок засобів вимірювання.
8. Вимоги до нестандартних засобів вимірювань.
9. Визначати загальні вимоги до атестованого виробництва, до проведення випробувань, до документації виробництва, що атестується.
10. Загальні вимоги до атестованого виробництва, до проведення випробувань, до документації виробництва, що атестується.
11. Назвати склад і завдання державної метрологічної служби України.

Стандартизація.

12. Характеризувати суть, предмет, методи та об'єкти стандартизації.
13. Класифікувати методи стандартизації і стандартів.
14. Визначати мету і основні принципи стандартизації.
15. Визначати види стандартизації за специфікою об'єкта і за змістом вимог з стандартизації;
16. Класифікувати методи стандартизації і стандартів.
17. Характеризувати функції основоположних стандартів.
18. Використання державних галузевих стандартів та стандартів підприємства.
19. Класифікувати органи державної і галузевої служби стандартизації.
20. Характеризувати функції державної системи стандартизації.
21. Класифікувати категорії нормативних документів з стандартизації;

Сертифікація.

22. Класифікувати види, органи і системи сертифікації.

23. Визначати мету, завдання і значення сертифікації;
24. Назвати механізми сертифікації.
25. Назвати міжнародні організації з сертифікації.
26. Порядок проведення сертифікації продукції.
27. Привести схему проведення сертифікації.
28. Характеризувати види діяльності УкрСЕПРО.
29. Система сертифікації СЕКТЕХ - нова форма добровільної сертифікації продукції.

Акредитація.

31. Характеризувати суть, мету і види акредитації.
32. Визначати область і об'єкти акредитації.
33. Порядок акредитації органу з сертифікації продукції.
34. Характеризувати вимоги до органу акредитації.
35. Визначати основні функції органу акредитації.
36. Порядок акредитації випробувальної лабораторії.
37. Користувачі послуг акредитованих організацій.
38. Назвати акредитуючі органи.

Білет:

№ 1

1. Характеризувати предмет, об'єкт і завдання метрології.
2. Визначати загальні вимоги до атестованого виробництва, до проведення випробувань, до документації виробництва, що атестується.
3. Дати оцінку точності визначення коефіцієнта тертя фрагмента ланцюга скребкового конвеєра масою $(20 \pm 0,05)$ кг та ставом скребкового конвеєра по діючій на кафедрі методиці, якщо сила тертя між ними складає $(6 \pm 1,5)$ кГ при довірчій вірогідності $p=0,95$.

№ 2

1. Визначати сутність метрології.
2. Порядок акредитації випробувальної лабораторії.
3. Позначення класу точності k на шкалі омметра: $1,5$; шкалу відградувано в діапазоні $0 \dots \infty$ кОм; довжина шкали $L=100$ мм; відстань між поділками шкали біля значення вимірюваного опору $l_x=5$ мм; різниця відліків за цими поділками $R_x=0,05$ кОм. Обчислити абсолютну похибку вимірювання.

№ 3

1. Назвати основні характеристики вимірювань.
2. Порядок акредитації органу з сертифікації продукції.
3. Лічильник газу має клас точності $1,5$. Обчислити абсолютну похибку вимірювання витрати газу протягом відліку $8,6584$ м³/год .

№ 4

1. Привести класифікацію вимірювань.

2. Характеризувати суть, мету і види акредитації.
3. Цифровий вольтметр класу точності $0,02/0,01$ вимірює напругу $U_v \approx 75$ В на межі $U_k = 99,99$ В. Обчислити абсолютну похибку вимірювання.

№ 5

1. Назвати види еталонів, вимірювань, засобів вимірювання і похибок технічних вимірювань.
2. Характеризувати вимоги до органу акредитації;
3. Дати оцінку точності визначення коефіцієнта опору руху макета вагонетки непрямим методом на самокатній гірці, якщо її параметри пересування по гірці такі: $h = (20,4 \pm 0,2)$ см; $l_2 = (98,6 \pm 0,2)$ см і $l_3 = (301,6 \pm 20,0)$ см, а довірча вірогідність $p = 0,95$.

№ 6

1. Назвати склад і завдання державної метрологічної служби України.
2. Визначати основні функції органу акредитації.
3. Дати оцінку точності визначення коефіцієнта тертя між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1 = (220 \pm 10)$ кГ, $S_2 = (60 \pm 10)$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає $(180 \pm 2)^\circ$, швидкість руху стрічки $v = 1$ м/с, погона маса стрічки $q = 7,6$ кг.

№ 7

1. Назвати предмет, об'єкт і види випробувань засобів вимірювання.
2. Користувачі послуг акредитованих організацій.
3. Дати оцінку точності визначення нормальної реакції між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1 = (220 \pm 10)$ кГ, $S_2 = (60 \pm 10)$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає $(180 \pm 2)^\circ$, швидкість руху стрічки $v = 1$ м/с, погона маса стрічки $q = 7,6$ кг.

№ 8

1. Визначати сутність і види перевірок засобів вимірювання.
2. Назвати акредитуючі органи.
3. Дати оцінку точності визначення гальмового шляху і допустимої швидкості руху шахтного електропоїзду з масою електровозу $t_e = 5$ т та 5 завантажених вагонеток масою $t_b = 3,1$ т, яка не визиває перевищення нормативного шляху при гальмуванні, якщо питомий основний опір руху складу складає 8 Н/кН, гальмова сила $B = 9$ кН. Гальмування здійснюється під уклін $i = 45\%$, нормований гальмовий шлях складає $l_n = 30$ м, швидкість руху при початку гальмування $V_0 = (8 \pm 0,1)$ км/год.

№ 9

1. Вимоги до нестандартних засобів вимірювань.

2. Визначати область і об'єкти акредитації.
3. Дати оцінку правильності визначення розрахункової сили тертя між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180^0 , швидкість руху стрічки $v - 1$ м/с, погона маса стрічки $q - 7,6$ кг.

№ 10

1. Завдання метрологічної експертизи.
2. Характеризувати види діяльності УкрСЕПРО.
3. За допомогою манометру ДМ 05 з діапазоном вимірювання від 0 до 1,0 МПа, клас точності якого $K = 1,0$ добути результат спостереження 0,255 МПа. Записати результат одноразового вимірювання.

№ 11

1. Характеризувати суть, предмет, методи та об'єкти стандартизації.
2. Загальні вимоги до атестованого виробництва, до проведення випробувань, до документації виробництва, що атестується.
3. Якому класу точності відповідає манометр ДМ 05 з діапазоном вимірювання від 0 до 1,0 МПа, якщо їх приведена похибка складає ± 10 КПа.

№ 12

1. Визначати мету і основні принципи стандартизації.
2. Система сертифікації СЕКТЕХ - нова форма добровільної сертифікації продукції.
3. Ввести поправку до результату визначення зусилля натягування реального гнучкого тіла $S(\alpha)$ по середині лінії контакту з барабаном при ковзанні по барабану на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180^0 , швидкість руху стрічки $v - 1$ м/с, погона маса стрічки $q - 7,6$ кг.

№ 13

1. Класифікувати методи стандартизації і стандартів.
2. Види діяльності УкрСЕПРО.
3. Ввести поправку до результату визначення нормальної реакції між ниткою та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180^0 .

№ 14

1. Визначати види стандартизації за специфікою об'єкта і за змістом вимог з стандартизації;
2. Назвати міжнародні організації з сертифікації.
3. Визначити вид систематичної похибки за наявності функціонального зв'язку між похибкою вимірювання та значенням вимірювальної величини при

вимірюванні сили взаємодії між тілами динамометром інструментальна похибка якого складає ± 2 кГ.

№ 15

1. Характеризувати функції основоположних стандартів.
2. Назвати механізми сертифікації.
3. Дати оцінку методичної складової систематичної похибки визначення сили тертя між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180° , діаметр барабана $0,22$ м, швидкість руху стрічки $v - 1$ м/с, погона маса стрічки $q - 7,6$ кг, товщини стрічки $h - 1,0$ см, радіус барабана $r - 0,11$ м.

№ 16

1. Використання державних галузевих стандартів та стандартів підприємства.
2. Порядок проведення сертифікації продукції.
3. Дати оцінку методичної складової систематичної похибки визначення нормальної реакції між ниткою та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180° .

№ 17

1. Класифікувати органи державної і галузевої служби стандартизації.
2. Привести схему проведення сертифікації.
3. Ввести поправку до результату визначення коефіцієнта тертя між реальним гнучким тілом та барабаном при ковзанні на лабораторному стенді з використанням закону тертя гнучких тіл Ейлера, якщо $S_1=220$ кГ, $S_2=60$ кГ, кут обхвату стрічкою барабана φ складає 180° , швидкість руху стрічки $v - 1$ м/с, погона маса стрічки $q - 7,6$ кг.

№ 18

1. Характеризувати функції державної системи стандартизації.
2. Класифікувати види, органи і системи сертифікації.
3. Прямими вимірюваннями добуто три результату спостережень сили взаємодії тіл: $x_1 = 9$ кГ; 11 кГ.; 10 кГ. Вважаючи, що систематичні похибки усунено, клас точності динамометра $1,0$ діапазон вимірювання $0 \dots 100$ кГ. Визначити найвірогідніше значення результату вимірювання та оцінити його точність при довірчій вірогідності $p = 0,95$.

№ 19

1. Класифікувати категорії нормативних документів з стандартизації;
2. Визначати мету, завдання і значення сертифікації;
3. Дати оцінку методичної складової систематичної похибки визначення гальмового шляху і допустимої швидкості руху шахтного електропоїзду з масою електровозу $t_e = 5$ т та 5 завантажених вагонеток масою $t_b = 3,1$ т, яка не

визиває перевищення нормативного шляху при гальмуванні, якщо питомий основний опір руху складує 8 Н/кН, гальмова сила $V = 9$ кН. Гальмування здійснюється під уклін $i = 45\%$, нормований гальмовий шлях складає $l_n = 30$ м, швидкість руху при початку гальмування $V_0 = 8$ км/год.

№ 20

1. Визначати вимоги до державних стандартів;
2. Характеризувати суть сертифікації, її предмет і об'єкт;
3. Прямими вимірюваннями добуто три результату спостережень довжини: $x_i = 309,3$ см; $297,4$ см.; $290,6$ см. Вважаючи, що систематичні похибки усунено, клас точності рулетки ± 1 мм. Визначити найвірогідніше значення результату вимірювання та оцінити його точність при довірчій вірогідності $p = 0,95$.

ЕТАЛОНИ відповідей на екзаменаційні білети

№ білета	Еталони відповідей		
	Питання № 1	Питання № 2	Питання № 3
1	[1], стор. 4	[2], стор. 196-212	[3], стор. 70
2	[1], стор. 4	[2], стор. 236	[3], стор. 40
3	[1], стор. 6	[2], стор. 245	[3], стор. 40
4	[1], стор. 8-10	[2], стор. 218-219	[3], стор. 41
5	[1], стор. 16-21	[2], стор. 223-224	[3], стор.70;[11]
6	[1], стор. 21-26	[2], стор. 219-224	[3], стор.71;[26]
7	[1], стор. 28-29	[2], стор. 219	[3], стор.71;[23]
8	[1], стор. 29-35	[2], стор. 219-224	[3], стор.18;[19]
9	[1], стор. 37-38	[2], стор. 218-219	[3], стор. 33,[21]
10	[1], стор. 36-37	[2], стор. 159-169	[3], стор.58
11	[2], стор. 5-6	[2], стор. 196-212	[3], стор. 59
12	[2], стор. 6-7	[2], стор. 196	[3]стор.42; [21]
13	[2], стор. 12-14	[2], стор. 159-169	[3] стор. 42,[24]
14	[2], стор. 7-10	[2], стор. 155-156	[3], стор. 33
15	[2], стор. 17-27	[2], стор. 150-151	[3],стор.33;[19]
16	[2], стор. 19-21	[2], стор. 146-150	[3]стор.33; [24]
17	[2], стор. 14-17	[2], стор. 142-145	[3],стор.42;[26]
18	[2], стор. 17	[2], стор. 137-140	[3],стор.57
19	[2], стор. 29-36	[2], стор. 137	[3],стор.33;[19]
20	[2], стор. 29-30	[2], стор. 136	[3], стор. 57

ВИСНОВКИ

У даному навчальному посібнику розглянуто.

З метрології:

- Наукові основи і загальні уявлення метрології та вимірювальної техніки, склад і історію розвитку метрології, розвиток системи одиниць фізичних величин;
- Класифікацію, принципи, шкали, об'єкти, методи і похибки вимірювань; види засобів вимірювань – міри, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, вимірювальні установки і системи, еталони, вимірювальні приналежності;
- Метрологічні характеристики засобів вимірювань – статичні характеристики перетворення, метрологічна характеристика міри та вимірювальних приладів і вибір засобів вимірювання в техніці;
- Загальні уявлення з повірки засобів вимірювання; види, організацію та методи повірки (калібрування) і повірочні схеми;
- Загальні уявлення і організацію метрологічної служби в державі і у відомствах України; державні випробування засобів вимірювання;
- Метрологічне забезпечення підготовки виробництва, метрологічний контроль і експертиза; метрологічне забезпечення нестандартизованих засобів вимірювань і правові основи метрології.
- Розв'язання задач з метрології –

З основ стандартизації:

- Стандартизація, як нормативна база управління якістю продукції - предмет, метод, об'єкт, мета та принципи стандартизації; правові основи стандартизації; види стандартизації і стандартів; використання стандартів і технічних умов;
- Органи стандартизації в Україні - органи державної і галузевої служби стандартизації; державна система стандартизації України.

З основ сертифікації:

- Сертифікація продукції і систем якості - предмет, об'єкт і завдання сертифікації; види, органи і системи сертифікації; функції органу сертифікації; основні поняття сертифікації;
- Загальні правила, схеми та перелік проведення сертифікації - схема проведення сертифікації продукції; правила сертифікації продукції; порядок проведення робіт з сертифікації продукції; вибір механізмів сертифікації; знак відповідності і правила його застосування;
- Державна система сертифікації УкрСЕПРО - структура Системи, функції її органів та осіб; основні принципи і загальні правила Системи; система сертифікації CERTEX - нова форма добровільної сертифікації продукції.

З основ акредитації:

- Мета, область, види і об'єкт акредитації;
- Органи акредитації та їх функції;
- Правові основи і нормативні документи з акредитації;

- Основні терміни та їх визначення;
- Порядок проведення експертизи документів;
- Вимоги до випробувальних лабораторій.

З огляду на матеріал навчального посібника./

В області метрології студент повинен:

- мати загальні уявлення про вимірювання, вимірювальну техніку, систему одиниць фізичних величин і історію їх розвитку; класифікацію, принципи, методи і похибки вимірювань; метрологічні характеристики засобів вимірювань; перевірку засобів вимірювання; організацію державної і відомчої метрологічної служби в Україні; метрологічне забезпечення підготовки виробництва, метрологічний контроль і експертизу; метрологічне забезпечення нестандартизованих засобів вимірювань і правові основи метрології;

- уміти розв'язувати різноманітні задачі експлуатації транспортних машин гірничих підприємств;

- мати загальні уявлення про вимірювання фізичних величин, похибки вимірювань та поправки до них;

- здійснювати перевірку статистичного розподілу результатів вимірювань на відповідність нормальному закону (закону Геуса) розподілу випадкової величини;

- здійснювати попередню обробку результатів вимірювань, виявляти й усувати систематичні складові похибок результатів вимірювань, обчислювати найвірогідніше значення вимірюваної фізичної величини та оцінювати його точність;

- знаходити відхилення результату вимірювання фізичної величини від її істинного значення, розрізняти її за способом вираження абсолютної й відносної похибок вимірювань, з деталізацією її складових, усувати інструментальні та методичні систематичні похибки вимірювань;

- здійснювати математичну обробку результатів вимірювань;

- при розв'язанні задач використовувати сучасні уявлення з функціонування та розрахунку параметрів експлуатації транспортних машин.

В області стандартизації студент повинен мати загальні уявлення про неї, як про нормативну базу управління якістю продукції; предмет, метод, об'єкт, мету та принципи стандартизації; правові основи стандартизації; види стандартизації і стандартів; використання стандартів і технічних умов; органи державної й галузевої служби стандартизації; уміти використовувати стандарти при оформленні різноманітних нормативних документів.

В області сертифікації студент повинен мати загальні уявлення про сертифікацію продукції і систем якості; предмет, об'єкт і завдання сертифікації; види, органи і системи сертифікації; функції органу сертифікації; загальні правила, схеми та порядок проведення сертифікації; вибір механізмів сертифікації; знак відповідності і правила його застосування; державну систему сертифікації УкрСЕПРО; систему сертифікації CERTEX, як нової форми добровільної сертифікації продукції; уміти вести підготовку до сертифікації продукції, процесу та послуги.

В області акредитації студент повинен мати загальні уявлення про мету, область, види і об'єкти акредитації; органи акредитації та їх функції; правові основи і нормативні документи з акредитації; порядок проведення експертизи документів; вимоги до випробувальних лабораторій; уміти вести підготовку до проведення акредитації діяльності.

Навчальна мета, яка сформульована вище, дає об'єктивну можливість однозначно судити про ступінь її досягнення, як при самоконтролі, так і при зовнішньому контролі засвоєного навчального матеріалу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакка М.Т. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація. Частина 1. Метрологія: навч. посіб. / М.Т. Бакка, В.В. Тарасова. – М-во освіти і науки України, Житомирський інженерно-технологічний інститут. - Житомир: ЖІТІ, 2002. – 337 с.
2. Бакка М.Т., Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація. Частина 2. Стандартизація, сертифікація і акредитація: навч. посіб. / М.Т. Бакка, В.В. Тарасова. – М-во освіти і науки України, Житомирський інженерно-технологічний інститут. - Житомир: ЖІТІ, 2002. – 384 с.
3. Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань: навч. посіб.: [для студ. вищ. техн. навч. закл.] / Д.Б. Головка, К.Г. Рего, Ю.О. Скрипник. – К.: Либідь, 2001. – 408 с. – Бібліогр.: с. (48-69, 286-289).
4. Стандарт вищого навчального закладу. Кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів та дипломних робіт / Упорядн.: В.О. Салов, О.М. Кузьменко, В.І. Прокопенко. – Дніпропетровськ: Національна гірничо-академія України, 2002. – 52 с.
5. Маркин Н.С. Метрология. Введение в специальность: учебн. пособ. для техникумов / Н.С. Маркин, В.С. Ершов. – М.: Издательство стандартов. 1991. – 208 с.
6. ДСТУ 2681-94. Державний стандарт України. Метрологія. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України. – 68 с.
7. Транспорт на горных предприятиях / Под общей ред. проф. Б.Л. Кузнецова. - М.: Недра, 1976, - 552 с.
8. Біліченко М.Я. Основи теорії та розрахунки засобів транспортування вантажів шахт: навч. посіб. / М.Я. Біліченко. – М-во освіти і науки України, Національний гірничий університет. – Д.: НГУ, 2002. - 102 с.
9. Біліченко М.Я. Збірник задач з дисципліни «Основи теорії транспорту»: навч. посіб. / Н.Я. Біліченко, Е.А. Коровяка, П.А. Дячков, В.А. Расцветаев. – М-во освіти і науки України, Національний гірничий університет. – Д.: НГУ, 2007. - 152 с.
10. Лубенец Н.А. Учет влияния поперечного размера гибкого тягового органа в реализации силы тяги трением / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2008. – № 10. С. 64 – 66.
11. Лубенец Н.А. Альтернативный формуле Эйлера закон реализации тягового усилия трением / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2008. – № 11.- С. 67 – 70.
12. Лубенец Н.А. Зависимость натяжения идеальной нити вдоль линии контакта с неподвижным блоком при скольжении / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2010. – № 9-10. - С. 27 – 32.
13. Лубенец Н.А. Прямой метод определения коэффициента трения конвейерной ленты о барабан при скольжении / Н.А. Лубенец // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2010. – № 11-12. - С. 30 – 35.
14. Лубенец Н.А. Влияние центробежных сил гибкого тела на реализацию

тягового усилия трением / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец // Научный вестник НГУ.– Днепропетровськ, 2012. – № 5. - С. 28 – 33.

15. Лубенец Н.А. Новое решение классической задачи Эйлера о скольжении гибкого тела по неподвижному блоку / Н.А. Лубенец // Научный вестник НГУ. – Днепропетровськ, 2014. - № 3. – С. 45 -53.

16. Лубенец Н.А. Форма сечения гибкого тела при скольжении по неподвижному блоку / Н.А. Лубенец // Научный вестник НГУ. – Днепропетровськ, 2015. - № 5. - С. 53 – 58.

17. Лубенец Н.А. Экспериментальное определение фрикционных свойств гибкого тела при скольжении по блоку / Н.А. Лубенец // Научный вестник НГУ. – Днепропетровськ, 2016. – № 1. - С. 58 – 62. (англ.)

18. Лубенец Н.А. Передача тягового усилия гибкому телу / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец // Наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Днепропетровськ, 2012. - № 38. – С. 70 – 78.

19. Коровяка Е.А. Обоснование режимов эксплуатации ленточных конвейеров горных предприятий / Е.А. Коровяка, Т.Н. Лубенец // Наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Днепропетровськ, 2015. - № 49. – С. 116 – 121.

20. Лубенец Н.А. Определение тяговой способности карьерных конвейеров. / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец: // Сетевое периодическое научное издание «Проблемы недропользования». – Екатеринбург, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, 2014. – Выпуск 2. – С. 102 – 109.

21. Лубенец Н.А. Скольжение объемного гибкого тела по блоку / Н.А. Лубенец // Наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Днепропетровськ, 2015. - № 48. – С. 154 – 162.

22. Лубенец Н.А. О фрикционных свойствах гибких тел / Н.А. Лубенец // Наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Днепропетровськ, 2015. - № 49 – С. 122 – 130.

23. Лубенец Н.А. Сохранение механической энергии гибкого тела при трении по блоку / Н.А. Лубенец // Наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Днепропетровськ, 2017. - № 50. – С. 194 – 202.

24. Лубенец Н.А. Общий закон о трении тел в реализации силы тяги транспортными машинами с гибким тяговым органом. / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец: // Сетевое периодическое научное издание «Проблемы недропользования». – Екатеринбург, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, 2017. – Выпуск 1. – С. 166 – 173.

25. Лубенец Н.А. Режим торможения поезда. / Н.А. Лубенец, Т.Н. Лубенец // Научный вестник НГУ. – Днепропетровськ, 2012. – № 6. - С. 41 – 46.

26. Лубенец Н.А. Новое уравнение трения гибких тел и общий закон о трении в эксплуатации транспортных машин с гибким тяговым органом. / Н.А. Лубенец // ПТР, наук.–техн. сб. научных работ НГУ. – Национальный горный университет, 2017. – Выпуск 11, № 4. – С.104 – 110.

27. Коровяка Е.А. Обоснование метода построения диаграммы натяжения

горизонтального ленточного конвейера. / Е.А. Коровяка, Т.Н. Лубенец // ПРР, наук.–техн. сб. наукових робіт НГУ. – Национальный горный университет, 2017. – Выпуск 11, № 3. – С.111 – 116.

28. Пат. на корисну модель № 80236 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10402; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

29. Пат. на корисну модель № 80232 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між гнучким тяговим органом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10396; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

30. Пат. на корисну модель № 80237 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення сили тертя між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10403; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

31. Пат. на корисну модель № 80230 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення нормальної реакції між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10393; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

32. Пат. на корисну модель № 80235 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення нормальної реакції між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10401; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

33. Пат. на корисну модель № 80233 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення натягування гнучкого тіла уздовж лінії контакту з барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10398; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

34. Пат. на корисну модель № 80231 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення коефіцієнта тертя між гнучким тілом та барабаном / М.О. Лубенець, Т.М. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10394; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

35. Пат. на корисну модель № 80234 Україна, UA МПК G01N 19/02 (2006.01). Спосіб визначення коефіцієнта тертя між ниткою та барабаном / М.О. Лубенець; ДВНЗ «Національний гірничий університет». - № у 2012 10399; заявл. 03.09.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. 10. – 4 с.: кресл.

Коровяка Євген Анатолійович,
Лубенець Микола Олексійович,
Лубенець Тетяна Миколаївна

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ

Навчальний посібник

для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

Редактор

Підписано до друку _____. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,7.
Обл.-вид. арк. 1,7. Тираж прим. Зам. №

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.