

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

***НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"***

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ
з дисципліни " Екологічна інформація та її обробка"

для напрямку підготовки 0401 „Екологія”
спеціальності 6.040106 “Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване
природокористування”
денної форми навчання

Програму рекомендовано
кафедрою Е та ТРП
„22”_06____2011 р.,
протокол № 15__

Завідувач кафедри
_____ Гомеля М.Д.

Київ - 2011

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Мета та завдання курсової роботи	3
2. Завдання на курсову роботу	4
3. Список рекомендованої літератури	4
4. Приклад виконання курсової роботи	5

ВСТУП

Дисципліна "Екологічна інформація та її обробка" є однією з наймолодших дисциплін вищої школи. Дисципліна вивчає основні методи і технології обробки інформації, її зберігання в різних виглядах, передача по електронних мережах, основні засоби електронної комунікації.

Дисципліна відноситься до циклу професійної та практичної підготовки студентів. Курс тісно пов'язаний з такими дисциплінами як "Основи математичного моделювання", "Інформатика та систематологія", а також з дисциплінами спеціальності 7.070801, такими як: "Математичне моделювання в охороні навколишнього середовища", "Прилади та методи стану навколишнього середовища" та ін.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота виконується згідно учбового плану магістерської підготовки, призначена для активізації застосування майбутніми науковцями найсучасніших електронних засобів обробки та зберігання інформації.

В процесі навчання студенти вже опанували початкові навички роботи в операційній системі MS-DOS. Однак для науковців цього не достатньо. Тому в процесі виконання курсової роботи студентам необхідно:

- вільно володіти правилами роботи в середовищі Windows;
- знати особливості інтерфейсу операційної системи Windows;
- могли набирати та обробляти інформацію в текстовому редакторі Word;
- освоїти методи та програмні принципи користування електронними таблицями Excel;
- вміти складати та проводити розрахунки екологічного напрямку за допомогою електронних таблиць;
- володіти правилами пошуку та обробки інформації в системі Internet;
- вміти спілкуватись з допомогою електронної пошти.

Завдання на курсову роботу

1. В текстовому редакторі Word набрати заданий викладачем фрагмент тексту та відформатувати його, встановивши задані поля, величину та тип шрифтів, інтервали і т.п.
2. Побудувати задані викладачем таблиці.
3. Намалювати в редакторі Word задані викладачем малюнки.
4. Вставити в набраний текст таблиці та рисунки, задані викладачем.
5. Ввід формул вбудованим редактором із вставкою їх в набраний текст.
6. Користуючись електронними таблицями Excel, побудувати задані викладачем діаграми та графіки, конвертувати їх у набраний текст.
7. Створити презентацію набраного матеріалу та представити її на захисті курсової роботи.
8. Спілкування з питань виконання курсової роботи проводити лише електронною поштою.
9. Провести пошук джерел інформації в Інтернеті по заданій викладачем темі. Представити роздруківку перших 10 відібраних пошуковцем джерел.

Список рекомендованої літератури

1. Радовенчик В.М. Екологічна інформація та її обробка / Курс лекцій. – 2011. – 98 с.
2. Фойц Стефан. Windows 3.1 для пользователя. – К.: Торгово-издательское бюро BHV, 1993. – 617 с.
3. Персон Р. Windows 95 в подлиннике. – СПб.: BHV, 1997. – 736 с.
4. Корол Э. Всё об INTERNET. – К.: BHV, 1995. – 592 с.
5. Левин Дж. Р., Бароди К. Секреты INTERNET. – К.: Диалектика, 1996. – 544 с.
6. Вейскас Джон. Эффективная работа с ACCESS 7.0. – СПб.: Питер, 1997. – 848 с.
7. Хоффбауер М., Шпильманн К. ACCESS: сотни полезных рецептов. – К.: BHV, 1996. – 400 с.
8. Ботт Эд. Microsoft Office для Windows 95. – М.: Бином, 1996. – 512 с.
9. Санна П. Visual Basic для приложений. – СПб.: BHV, 1997. – 704 с.
10. Нольден М. Знайте: World Wide Web. – К.: BHV, 1996. – 336 с.

Приклад виконання курсової роботи

6. Забезпечення єдності вимірювань

План

- 6.1. Еталони одиниць фізичних величин**
- 6.2. Державна система забезпечення єдності вимірювань**
- 6.3. Законодавчо-формативне забезпечення єдності вимірювань**
- 6.4. Методологічні засади вимірювання неелектричних величин**
- 6.5. Вимірювання геометричних розмірів**
- 6.6. Вимірювання хімічного складу і властивостей речовин**

Точність результатів вимірювань однакових фізичних величин неможлива без використання єдиної кількісної міри. Єдність у вимірюваннях одних і тих самих фізичних величин незалежно від того, якими методами та засобами й у яких умовах виконується вимірювання, є необхідною вимогою до сучасної вимірювальної техніки, тобто проведення вимірювань у будь-якій точці простору або часу за однаковими методиками та на ЗВТ, що відтворюють установлені одиниці фізичних величин, дає змогу отримати достовірні результати. Тому забезпечення єдності вимірювань є одним з основних завдань метрології.

6.1. Еталони одиниць фізичних величин

Для забезпечення єдності вимірювань необхідне відтворення, зберігання і передавання розмірів встановлених одиниць фізичних величин до ЗВТ, що використовуються на практиці. Розміри одиниць відтворюються, зберігаються і передаються з допомогою еталонів.

Еталон - засіб вимірювальної техніки, що забезпечує відтворення і (або) зберігання одиниці вимірювань одного чи кількох значень, передавання розміру цієї одиниці іншим засобам вимірювальної техніки, і офіційно затверджений як еталон.

Найвищою ланкою у метрологічному ланцюгу передавання розмірів одиниць є міжнародні еталони, з якими повіряють розміри одиниць фізичних величин за допомогою державних еталонів. Міжнародні еталони зберігаються у Міжнародному бюро з мір та ваг (наприклад, прототип кілограма - платино-іридієва гиря).

Якщо еталон відтворює певну фізичну одиницю з найвищою точністю, його називають первинним. Спеціальний еталон відтворює одиницю в особливих умовах виконання робіт з повірки еталонів (високий тиск, середовище з парами кислот, лугів, температура тощо). Зберігання та відтворення одиниць вимірювань з метою передавання їх розмірів ЗВТ, які застосовуються на території України, забезпечується державними еталонами. Державні еталони є виключно державною власністю, затверджуються Держспоживстандартом України і перебувають у його віданні.

Державний еталон - офіційно затверджений первинний еталон, який забезпечує відтворення одиниці вимірювань і передавання її розміру іншим еталонам з найвищою у країні точністю (в окремих випадках може бути використаний спеціальний еталон).

У практиці метрології поширені вторинні еталони, значення яких встановлюють за первинними. Вторинні еталони поділяють на:

- еталони-копії (вторинні еталони, призначені для збереження одиниці і передавання її розміру робочим еталонам);
- еталони-свідки (вторинні еталони, призначені для перевірки збереження державного еталона);
- робочі еталони (еталони, призначені для повірки чи калібрування засобів вимірювальної техніки);

- вихідні еталони (еталони, які мають найвищі метрологічні властивості серед еталонів, що використовуються на підприємстві або в організації).

Часто еталонами є громіздкі системи, що складаються з багатьох приладів та устаткування. Так, наприклад, для встановлення одиниці світла (кандели) необхідний еталон у вигляді трубки з окису торію, зануреної у розплавлену платину, оскільки кандела - це сила світла, що випромінюється з поверхні площею $1/60000$ м² повного випромінювача в перпендикулярному напрямку при температурі випромінювача, яка дорівнює температурі твердіння платини при тиску 101 325 Па.

Однією з основних вимог, які ставляться до еталонів, є точність. Вимоги до точності постійно зростають, що вимагає вдосконалення еталонів. Для цього використовують новітні досягнення науки (молекулярні, атомарні процеси тощо).

Відтворення одиниць здійснюють на еталонному влаштуванні за визначеною схемою. Як правило, створення, зберігання, застосування, відтворення еталонів регламентовано певним стандартом країни. В Україні питаннями розроблення, зберігання, вдосконалення еталонів займаються науково-дослідні інститути Держспоживстандарту.

Передавання розміру одиниці фізичної величини від первинного еталона до робочих засобів виміральної техніки здійснюється за схемою, наведеною на рис. 6.1.

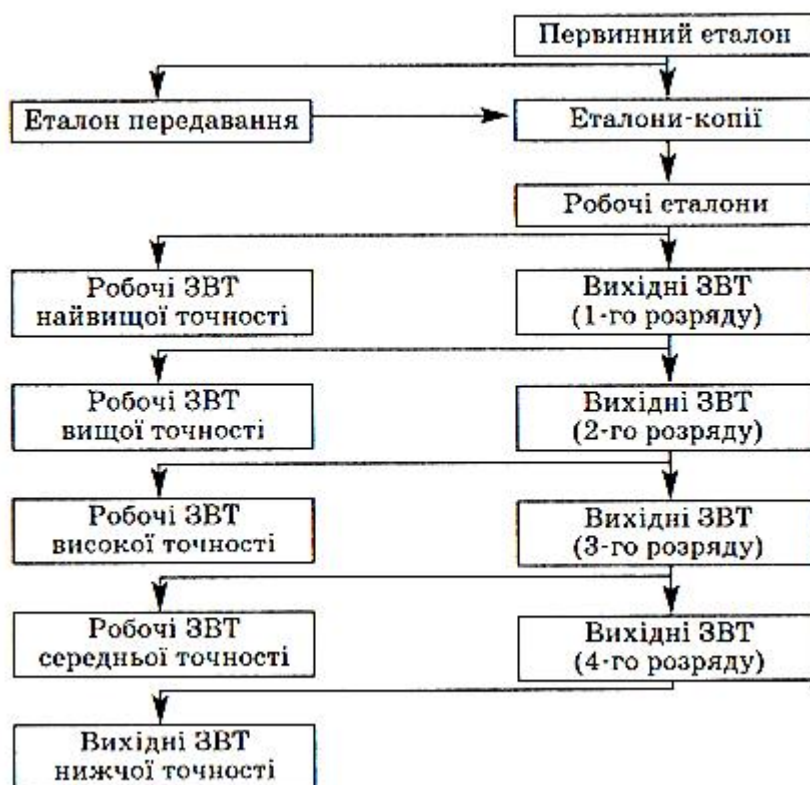


Рис. 6.1. Узагальнена схема передавання розміру одиниць фізичних величин

Передаванням розміру одиниці фізичної величини є зведення одиниці фізичної величини, яка відтворюється або зберігається досліджуваним засобом виміральної техніки, до розміру одиниці, що відтворюється або зберігається еталоном чи зразковим ЗВТ при їх звіренні. Це передавання здійснюють за допомогою ЗВТ, що використовуються для перевірки інших ЗВТ і затверджених офіційно як зразкові. Засоби, що мають метрологічні характеристики, які відповідають найвищому ступеню повірочної схеми метрологічної служби, називають вихідними зразковими ЗВТ (І-го розряду). Усі інші зразкові ЗВТ за ієрархією поділяють на зразкові ЗВТ відповідно другого, третього та четвертого розрядів.

У практиці екологічного контролю найчастіше використовуються зразкові (певного розряду) та робочі ЗВТ, оскільки точність, яку вони забезпечують, достатня для проведення аналізу параметрів навколишнього природного середовища.

Отже, проведення будь-якого вимірювального експерименту передбачає знаходження співвідношення вимірюваної величини з деяким її значенням, прийнятим за одиницю, відтворення якої на найвищому за точністю рівні забезпечує еталон одиниці фізичної величини. Тому єдність і точність вимірювань різних фізичних величин значною мірою визначається станом еталонної бази метрології. У державних еталонах повинна бути втілена найвища можлива точність відтворення як основних, так і похідних одиниць.

Удосконалення наявних і створення нових точніших еталонів є складним процесом. Можливості відомих способів еталонування майже повністю вичерпані, і простим їх удосконаленням підвищити точність еталонів на один чи кілька порядків неможливо. Тому сучасна метрологія веде пошук принципово нових шляхів і способів еталонування основних фізичних величин, спираючись на досягнення інших наук, передусім фізики.

У теоретичному аспекті точність еталона обмежена рівнем людських знань про навколишнє середовище, фізичні, хімічні, біологічні й інші явища та закони, в технічному і технологічному - рівнем досконалості апаратури, яка відображає і реалізує ці явища та закони. Тому вчені-метрологи постійно намагаються знайти або штучно створити такі явища чи ефекти, які дали б змогу отримати результати, практично не залежні від апаратурного рішення та впливних факторів (умов експлуатації).

6.2. Державна система забезпечення єдності вимірювань

Єдність у вимірюваннях однакових фізичних величин, незалежно від того, якими методами і засобами та в яких умовах виконуються вимірювання, є основною вимогою до вимірювальної техніки. Необхідним є досягнення внутрішньої єдності між окремими видами вимірювань, чому сприяють сучасні системи одиниць, орієнтовані на відповідну фізичну та математичну теорію. Такий підхід відповідає вимогам сьогодення і є однією із складових метрологічного забезпечення. Другою важливою складовою є забезпечення потрібної точності вимірювань.

Єдність вимірювань - характеристика якості вимірювань, яка полягає в тому, що результати виражаються в законодавчо встановлених одиницях, розміри яких дорівнюють розмірам відтворених величин, а похибки результатів відомі із заданою імовірністю і не виходять за встановлені межі.

Зростання кількості промислових виробів, ускладнення їх характеристик зумовлює поширення використання ЗВТ і методик вимірювань, які повинні забезпечувати єдність та необхідну точність вимірювань фізичних величин.

Організаційну основу метрологічного забезпечення формує метрологічна служба. Діяльність з метрології, стандартизації і сертифікації відбувається у кожній країні та необхідна для економічної співпраці між ними. Вимірювання кількості і якості продукції, що експортується (імпортується), повинна обліковуватись у єдиних і зрозумілих для всіх одиницях Міжнародної системи одиниць фізичних величин (СИ).

Структура і види метрологічних організацій зумовлюються рівнем економічного розвитку країни. "у більшості країн - це державні організації, що обслуговують економіку, екологічну сферу, торгівлю та бізнес, хоча іноді ці функції виконують приватні або корпоративні структури в інтересах виробників.

Така єдність як передумова ефективного господарювання є однією з обов'язкових функцій державного управління, торгівлі, раціонального використання ресурсів, наукової та інших видів діяльності, забезпечення певних стандартів продукції, її сумісності, взаємозамінності тощо. Єдність вимірювань також є необхідною складовою моніторингу навколишнього середовища, охорони життя і здоров'я людей.

Державна система забезпечення єдності вимірювань - комплекс встановлених стандартних правил, положень, норм, які визначають організацію і методику проведення робіт з оцінювання та забезпечення точності вимірів в усіх галузях господарства країни.

Обов'язком державних органів є розроблення метрологічного забезпечення єдності вимірювань - установлення та застосування метрологічних норм і правил, а також розроблення, виготовлення та застосування технічних засобів, необхідних для досягнення єдності й потрібної точності вимірювань.

Основні положення щодо метрологічного забезпечення розроблення, виробництва, випробувань і експлуатації продукції, наукових досліджень, а також інших видів діяльності в усіх галузях економіки регламентує законодавство усіх розвинутих країн, зокрема в Україні ДСТУ 3921.11999 (Вимоги до забезпечення якості засобів вимірювальної техніки.).

Державна система забезпечення єдності вимірів покликана виконувати такі завдання:

- формування системи державних еталонів одиниць фізичних величин;
- встановлення одиниць фізичних величин;
- розроблення методів і засобів передавання розмірів одиниць фізичних величин;
- впровадження норм і правил законодавчої метрології і документів державної системи вимірів;
- проведення державних випробувань, повірки, калібрування і метрологічної атестації засобів вимірювальної техніки;
- розроблення й атестація методик виконання вимірювань;
- проведення метрологічної експертизи нормативної, конструкторської, технологічної, проектної документації;
- проведення акредитації метрологічних служб, вимірювальних, випробувальних, аналітичних та інших лабораторій на право виконання метрологічних робіт.

Метрологічне забезпечення формують наукова, законодавча, нормативна, технічна та організаційна складові.

Науковою основою метрологічного забезпечення стала метрологія як наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності.

Законодавчою основою метрологічного забезпечення є закони України, декрети та постанови Кабінету Міністрів України, спрямовані на забезпечення єдності вимірювань.

Як нормативна складова метрологічного забезпечення діють державні стандарти та інші документи державної системи забезпечення єдності вимірювань, відповідні нормативні документи Державного комітету технічного регулювання та споживчої політики України, методичні вказівки і рекомендації, що регламентують єдину номенклатуру, способи подання і оцінювання метрологічних характеристик, правила стандартизації й атестації засобів вимірювальної техніки, вимоги до проведення державних випробувань, повірки, ревізії та експертизи засобів вимірювальної техніки.

Технічну основу метрологічного забезпечення формують система державних еталонів одиниць фізичних величин, що забезпечує їх відтворення з найвищою точністю; система робочих еталонів та зразкових засобів вимірювань, за допомогою яких здійснюється передавання розмірів одиниць фізичних величин робочим засобам вимірювань; система робочих засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час розроблення, виробництва, випробувань та експлуатації продукції, наукових досліджень та інших видів діяльності; система стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, що забезпечує відтворення одиниць фізичних величин, які характеризують склад та властивості речовин та матеріалів.

Метрологічну службу України формують державна і відомча метрологічні служби. До складу державної метрологічної служби, яку очолює Держспоживстандарт України, входять: підрозділи апарату Держспоживстандарту України; головна організація із забезпечення єдності вимірювань в Україні - Державне науково-виробниче об'єднання «Метрологія»; головні організації з різних видів вимірювань і напрямів діяльності; державні служби єдиного часу і еталонних частот, стандартних зразків речовин та матеріалів, стандартних довідкових даних; територіальні органи державної метрологічної служби.

До відомчих метрологічних служб належать: підрозділи міністерств (відомств), на які покладені функції метрологічної служби (наприклад, організації метрологічної служби

Мінприроди України); метрологічні служби об'єднань підприємств та інші підрозділи; посадові особи, на які покладені (в установленому порядку) роботи з метрологічного забезпечення.

Формами взаємодії органів державної і відомчих метрологічних служб є:

- надання права Держспоживстандартом України проведення повірки засобів вимірювань державним підприємствам, організаціям;
- акредитація відомчих метрологічних служб на право проведення метрологічних робіт територіальними органами державної метрологічної служби;
- надання науково-методичної допомоги з питань метрологічного забезпечення та метрологічних послуг органами державної метрологічної служби.

Аналізує та оцінює метрологічні вимоги метрологічна експертиза, яка проводиться при виникненні спірних питань щодо оцінки стану засобів вимірювальної техніки, методик і засобів повірки та правильності їх застосування. Метрологічну атестацію - визначення придатності засобів вимірювальної техніки для застосування на основі їх досліджень на рівні областей - виконують центри з метрології, стандартизації та сертифікації.

Метрологічні служби затверджують тип ЗВТ, видаючи акт державної метрологічної служби, який визначає такі засоби придатними для серійного випуску, видають свідоцтва про метрологічну атестацію - документи, які визначають засоби вимірювальної техніки як законні (тобто відповідають метрологічному призначенню).

Організації, які займаються метрологічним забезпеченням, покликані виконувати такі завдання:

- установлення одиниць фізичних величин;
- формування системи державних еталонів одиниць фізичних величин;
- розроблення методик і засобів передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів до зразкових та робочих засобів вимірювань;
- розроблення наукових, правових норм і правил, які необхідні для досягнення єдності та точності вимірювань;
- державний нагляд за кількістю фасованих товарів під час продажу та розфасування;
- проведення державних випробувань, повірки, калібрування та метрологічної атестації засобів вимірювань;
- сертифікацію засобів вимірювальної техніки тощо.

Отже, основною метою діяльності державної системи метрологічного забезпечення є поліпшення якості продукції, підвищення ефективності виробництва і використання всіх видів ресурсів і наукових досліджень.

6.3. Законодавчо-нормативне забезпечення єдності вимірювань

Законодавча метрологія регулює фактично всі сфери діяльності за ініціативою виробників на принципах добровільності й економічної вигоди. У зв'язку з поширенням міжнародного поділу праці, загальною глобалізацією потреба у дотриманні єдності вимірювань усе більше актуалізується.

Зарубіжний досвід свідчить про доцільність встановлення відповідальності перед законом юридичних і фізичних осіб, які порушують метрологічні норми та правила, зокрема законодавство деяких країн передбачає кримінальноправову відповідальність порушників та інспекторів, що здійснюють роботи з метрологічного контролю і нагляду.

Україна теж дотримується світових норм, прийнятих у метрології. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в державі, регулює суспільні відносини у сфері метрологічної діяльності, спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

Державний метрологічний контроль і нагляд здійснює Державна метрологічна служба з метою перевірки дотримання вимог законодавства. Його об'єктами є методики виконання вимірів, засоби вимірювальної техніки, кількість фасованого товару в упаковці тощо. Дер-

жавний метрологічний контроль передбачає метрологічну атестацію ЗВТ, їх державні випробування, повірочні роботи, акредитацію на право проведення державних випробувань, повірку і калібрування ЗВТ, вимірювання стану довкілля.

Державні інспектори з метрологічного нагляду мають право перевіряти діяльність органів виконавчої влади, підприємств, організацій і громадян - суб'єктів підприємницької діяльності щодо дотримання вимог законодавства, отримувати необхідні відомості та матеріали з метрології, направляти на інспекційну повірку засоби вимірювальної техніки та ін. У разі якщо за результатами повірки ЗВТ не відповідають вимогам нормативних документів із метрології, державні повірники мають право забороняти використання, виробництво і ремонт засобів вимірювальної техніки, анулювати результати повірки, вносити пропозиції щодо скорочення міжповірочного інтервалу.

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади і уповноважених ними підприємств й організацій здійснюють акредитацію калібрувальних і вимірювальних лабораторій підприємств та організацій, що належать до сфери їх управління.

Державний метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань поширюється на центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, організації, громадян - суб'єктів підприємницької діяльності. Зокрема, на підприємствах, в організаціях проводиться перевірка:

- стану і застосування засобів вимірювальної техніки;
- застосування атестованих методик виконання вимірювань і правильності виконання вимірювань;
- дотримання умов проведення державних випробувань, повірки, калібрування, ввезення, виробництва, ремонту засобів вимірювальної техніки, проведення вимірювань та атестації методик виконання вимірювань.

Метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань передбачає перевірку:

- стану і застосування засобів вимірювальної техніки;
- застосування методик виконання вимірювань;
- правильності виконання вимірювань;
- своєчасності надання засобів вимірювальної техніки на повірку і калібрування;
- дотримання вимог нормативних документів з метрології.

Порядок проведення метрологічного нагляду за забезпеченням єдності вимірювань встановлюється центральними органами виконавчої влади, підприємствами і організаціями з дотриманням вимог законодавства.

Працівники державних екологічних організацій відділів охорони навколишнього природного середовища тісно співпрацюють з установами Держспоживстандарту України та його метрологічними управліннями і підрозділами на місцях. Вони виконують такі функції: акредитація вимірювальних і аналітичних лабораторій на право проводити вимірювання стану навколишнього середовища, повірка ЗВТ, методичне забезпечення робіт, навчання працівників, контроль міжповірочних інтервалів засобів вимірювальної техніки.

Правову відповідальність за порушення метрологічних вимог несуть працівники природоохоронних структур згідно з чинним законодавством України.

Забезпечення єдності і точності вимірювань необхідне у країні загалом та у кожній конкретній галузі знань зокрема як передумова отримання достовірної інформації про стан об'єктів навколишнього природного середовища.

6.4. Методологічні засади вимірювання неелектричних величин

Міжнародна система одиниць містить серед семи основних величин шість неелектричних (довжина, маса, час, термодинамічна температура, кількість речовини та сила світла), дві додаткові (плоский кут та тілесний кут) і приблизно 150 похідних одиниць неелектричних величин.

До неелектричних величин, вимірювання яких постійно необхідне для розвитку народногосподарського комплексу, охорони навколишнього середовища тощо належать:

- величини, що характеризують простір та час (геометричні розміри, час, параметри руху);
- механічні величини (маса, сила, величини, які характеризують їх прояв у просторі та часі: момент сили, тиск, механічні напруження тощо);
- теплові величини, які характеризують тепловий стан тіл, їх зміну в просторі та часі (температура, кількість теплоти, теплопровідність);
- світлотехнічні та енергетичні характеристики світла (сила світла, світловий потік, яскравість та відповідно енергетична сила світла, потужність випромінювання, енергетична яскравість);
- акустичні величини, що характеризують різні властивості хвильового руху в пружних середовищах (звуковий тиск, гучність звуку, акустичний шум тощо);
- величини фізичної хімії, що характеризують фізично-хімічні властивості речовин (хімічний склад, густину розчину, масову чи молярну концентрацію, активність (концентрацію) йонів водню);
- величини, що характеризують йонізуюче випромінювання.

Велика кількість вимірюваних неелектричних величин, віддаленість досліджуваних об'єктів у просторі, необхідність автоматизації управління при централізованому отриманні вимірювальної інформації, її оброблення та вироблення сигналів для зворотної дії на об'єкт дослідження зумовлюють використання переважно електричних методик вимірювань неелектричних величин, оскільки саме електричні сигнали найпридатніші як для вимірювань, так і для оброблення та передавання на відстані.

Вимірювання неелектричних величин електричними вимірювальними засобами можливе завдяки попередньому перетворенню досліджуваних неелектричних величин на функціонально пов'язані з ними електричні за допомогою вимірювальних перетворювачів. Отже, для вимірювання неелектричних величин електричними методами необхідна наявність первинного вимірювального перетворювача неелектричної величини на електричну, вторинного електричного вимірювального приладу, а також пристроїв їх поєднання (ліній зв'язку, вимірювальних підсилювачів, пристроїв гальванічної розв'язки вимірювальних кіл, пристроїв корекції похибок тощо).

Усі методики вимірювань неелектричних величин можна поділити на контактні та безконтактні.

Контактні методики вимірювань передбачають, що первинний перетворювач безпосередньо взаємодіє з досліджуваним об'єктом. Вони порівняно нескладні у реалізації і забезпечують високу чутливість, можливість локалізації точки вимірювання у визначеному місці технологічного процесу, яке, наприклад є найінформативнішим. Однак при контактному методі спостерігається зворотна дія вимірювального перетворювача на параметри досліджуваного об'єкта, що може призвести до неточностей у результатах вимірювань. Крім цього, іноді неможливо здійснити безпосередній контакт вимірювального перетворювача з досліджуваним об'єктом. До контактних методик належать, наприклад, вимірювання концентрації водневих йонів (рН-метрія). Принцип роботи рН-метрів полягає у вимірюванні електрорушійної сили ($E_{ре}$), що виникає між двома електродами, зануреними в досліджуваний розчин (рис. 6.2). Один з електродів є вимірювальним, другий - допоміжним. Вибір системи електродів, їх конструкція, технічні характеристики визначаються умовами експлуатації, діапазоном вимірювання, необхідною точністю.

Безконтактні методики вимірювань не передбачають поєднання первинного перетворювача з досліджуваним об'єктом і впливу на його параметри. Однак на результатах вимірювань при цьому позначаються різноманітні перешкоди, які відокремлюють досліджуваний об'єкт від первинного перетворювача. Прикладом безконтактної методики може бути вимірювання відстаней між об'єктами за допомогою спектрометричного методу, що ґрунтується на вимірюванні часу проходження вимірюваної відстані променем, швидкість якого відома і залишається незмінною.

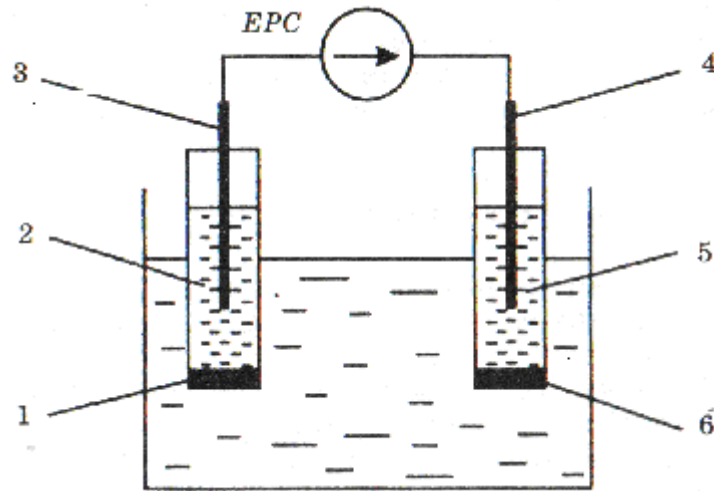


Рис.6.2. Типова електродна схема

При використанні контактного і безконтактного методів вимірювань найпоширенішими є електричні вимірювання неелектричних величин, оскільки вони мають такі переваги:

- універсальність, яка полягає в можливості вимірювання кількох чи багатьох неелектричних величин (при використанні відповідних первинних вимірювальних перетворювачів та комутатора) за допомогою одного електричного вимірювального засобу;
- простота автоматизації вимірювань, оскільки в електричних колах можна виконувати логічні й цифрові операції;
- можливість забезпечення високої чутливості, необхідної точності та швидкодії, зумовлена гнучкістю їх структур і простотою посилення електричних сигналів;
- дистанційність, яка полягає в можливості вимірювань параметрів досліджуваних об'єктів практично на будь-якій відстані від них завдяки тому, що електричні сигнали передаються проводами лінії зв'язку чи електромагнітними хвилями.

Найпоширенішим в екології є вимірювання хімічного складу, властивостей речовин та геометричних розмірів, оскільки саме ця інформація характеризує стан об'єктів довкілля і тенденції, що в ньому відбуваються.

6.5. Вимірювання геометричних розмірів

Вимірювання лінійних і кутових розмірів необхідні та поширені в різних галузях науки і техніки, зокрема в машино- та приладобудуванні, де вони досягають 80% від усіх вимірювань. Вимірювання лінійних та кутових розмірів можна поділити на такі групи:

- вимірювання лінійних розмірів у діапазоні від часток мкм до кількох десятків метрів та кутових розмірів від 0,1' до 360' (вимірювання розмірів деталей, відхилення розміру деталі від заданого значення, вимірювання параметрів шорсткості поверхні, товщини покриттів);
- вимірювання розмірів від часток метра до сотень метрів при визначенні рівня рідких та сипучих речовин у резервуарах та свердловинах, рівня пального в баках транспортних засобів;
- визначення координат об'єктів та відстаней між ними, зокрема космічних, що перебувають на відстанях від одиниць міліметра до мільйонів кілометрів.

Останнім часом завдяки інтенсивному розвитку інтегральних схем, мікропроцесорних пристроїв відбулось корінне оновлення та значне урізноманітнення техніки, що застосовується при вимірюваннях лінійних та кутових розмірів, реалізуються такі методи вимірювань, які ще кілька років тому були неможливими. Нові апаратні рішення зумовлюють появу нових різновидів цих методів. Донедавна для вимірювань геометричних розмірів застосовували здебільшого прилади, що працюють на основі аналогового принципу, тобто візуальний сигнал вимірювальної інформації подається за допомогою вказівника (стрілки) або шкали. Покази аналогових приладів є функцією вимірюваної величини та, як правило, складаються з

вимірювального кола, вимірювального механізму та показуючого пристрою (шкали). Натепер у зв'язку з прогресом в галузі первинних вимірювальних перетворювачів та винятковими можливостями цифрової вимірювальної техніки поширюються цифрові засоби вимірювань. Вони мають такі переваги: можливість автоматизації вимірювального процесу й автоматичної обробки результатів вимірювань, неперервний запис результатів вимірювань тощо.

Контактні та безконтактні основні електричні методики залежно від принципу вимірювального перетворення поділяють на електромеханічні, електрофізичні та спектрометричні (хвильові).

Електромеханічні методи вимірювань широко застосовуються для вимірювання розмірів деталей та шорсткості поверхні (контактні штангенциркулі, мікрометри), рівня (поплавкові та буйкові рівнеміри). Так, наприклад, принцип роботи поплавкових рівнемірів оснований на відстежуванні рівня рідини за допомогою поплавка. Поплавок, маючи значно меншу, ніж рідина, питому густину, завжди перебуває на її поверхні і пересувається з переміщенням вимірюваного рівня рідини. Переміщення поплавка перетворюється на вихідний сигнал відлікових пристроїв, що може здійснюватись як за допомогою звичайних механічних пристроїв, так і з перетворенням переміщення на електричний сигнал за допомогою різних вимірювальних перетворювачів.

Електрофізичні методи вимірювань ґрунтуються на використанні відмінностей фізичних властивостей речовин, що перебувають у діапазоні меж вимірюваного розміру. Для вимірювань лінійних та кутових розмірів використовують методики і прилади, основані на електричних, магнітних, теплових та інших відмінностях.

Спектрометричні методи і відповідні засоби вимірювань залежно від довжин, хвилі випромінювання, що використовується при вимірюванні, поділяють на звукові, ультразвукові, радіохвильові, надвисокочастотні, оптичні (лазерні). Зважаючи на фізичні явища, які використовуються при вимірюванні, спектрометричні методи класифікують як локаційні, інтерферометричні, рефрактометричні тощо. Для реалізації локаційного методу використовують усі види випромінювань, з яких найпоширенішими є методи і засоби радіолокалізації, оптичної та акустичної локалізації. У локалізаційних засобах джерело випромінювання та приймач знаходяться на одній межі вимірюваного розміру, а на іншій - спеціальний відбивач, замість якого іноді використовується межа об'єкта, відстань до якого визначається. Радіолокаційний та оптичний локаційні методи застосовуються для вимірювань великих відстаней - від десятків та сотень метрів до багатьох мільйонів кілометрів.

Швидкість поширення звукових та ультразвукових коливань в повітрі становить 333 м/с, в морській воді 1500 м/с, а в металах 3000-10 000 м/с, тобто на 4-6 порядків менша за швидкість електромагнітних коливань, що дає змогу використовувати акустичну локацію для вимірювань малих відстаней. Вона застосовується у твердих, рідких та газоподібних середовищах для вимірювань розмірів і відстаней від одиниць міліметрів до кількох кілометрів, тобто в діапазоні, в якому застосування радіо- та оптичної локації ускладнене через необхідність вимірювати дуже малі часові інтервали (10^{-9} – 10^{-11} с).

За допомогою оптичної локації та лазерів відстань від Землі до відбивачів, установлених на Місяці, була визначена з точністю до 2-6 см, тобто з похибкою, меншою за $2 \cdot 10^{-8}$ %.

6.6. Вимірювання хімічного складу і властивостей речовин

Вимірювання хімічного складу і концентрації речовин широко використовують для контролювання технологічних процесів, у хімічних, біологічних, геологічних дослідженнях, медицині, сільському господарстві та інших галузях. Діапазон вимірюваних концентрацій дуже широкий. Наприклад, щоб уникнути дії деяких газів на здоров'я людини, необхідно контролювати їх об'ємну концентрацію в межах 10^{-5} - 10^{-6} %, а при виробництві хімічно чистих металів і напівпровідників - визначати домішки концентрацією до 10^{-10} %. Останнім часом особливо важливим є контролювання чистоти біологічного середовища - землі, води, повітря, різноманітних досліджуваних речовин. Широкий діапазон вимірюваних концентрацій,

складність та різноманітність умов вимірювання зумовили створення багатьох методик і приладів для аналітичних вимірювань (аналізу хімічного складу й концентрації).

При аналітичних дослідженнях спостерігається дуже помітна залежність результатів вимірювань від загального складу і агрегатного стану речовини, зовнішніх умов. Ці чинники особливо впливають на точність результату вимірювань за тими методами, які ґрунтуються на використанні інтегральних властивостей речовин (електропровідності, теплопровідності, магнітної проникності).

Натепер поширені селективні, комбіновані та багатопараметричні методи, які дають змогу аналізувати багатокомпонентні речовини. Селективні методи, на відміну від інтегральних, дають змогу перейти від вимірювання властивостей речовин загалом до визначення окремих їх компонентів. Особливо перспективними є деякі спектрометричні методи, зокрема основані на використанні внутріатомних і ядерних явищ, що не залежать від дії зовнішніх чинників. Для дослідження багатокомпонентних речовин найчастіше використовують комбіновані методи, зокрема масспектрометричні, хроматографічні. Широко застосовуються електрохімічні методи (кондуктометричні, потенціометричні, кулонометричні та полярографічні).

Кондуктометрична методика ґрунтується на використанні резистивних електролітичних перетворювачів і широко застосовується для вимірювання концентрації солей, лугів чи кислот у водних або інших рідких електропровідних розчинах (концентратоміри, солеміри), для вимірювання концентрації газів за зміною електропровідності розчину при поглинанні ним проби аналізованого газу (газоаналізатори), а також для вимірювання вологості в твердих, рідких і газоподібних середовищах (вологоміри).

У лабораторній практиці часто для вимірювання концентрації електролітів за їх питомою електропровідністю використовують зрівноважені мости. В одне з плеч моста вмикають вимірювальну комірку (перетворювач), що є скляною посудиною з двома плоскопаралельними електродами, між якими знаходиться досліджуваний розчин (рис. 6.3).

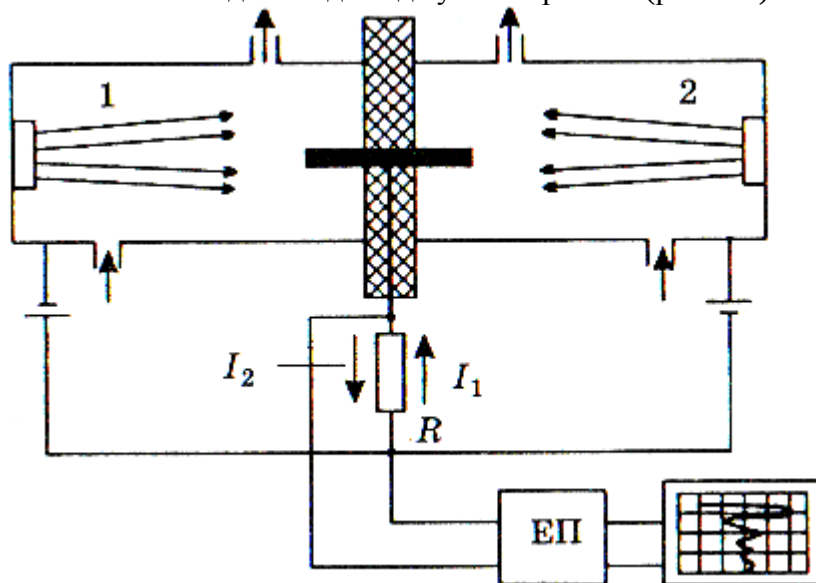


Рис. 6.3. Лабораторний кондуктометричний концентратомір

Вимірювання концентрації водневих йонів (рН-метрія) ґрунтується на законі Нерста, який встановлює зв'язок між електродним потенціалом і активною концентрацією йонів у розчині. Ці методики призначені для вибіркового вимірювання активної концентрації певних йонів. Найпоширеніші потенціометричні методики для вимірювань активної концентрації йонів водню. Оскільки активну концентрацію йонів водню прийнято виражати водневим показником рН, який кількісно характеризується від'ємним логарифмом активності йонів водню $\text{pH} = -\lg \text{OH}^-$, то вимірювачі активної концентрації йонів водню називають рН-метрами.

Первинні перетворювачі рН-метрів можуть бути побудовані з двох водневих напівелементів, один з яких вміщують у досліджуваній розчин, а інший (електрод порівняння) - в електроліт з нормальною активністю водневих іонів, з'єднуючи обидва напівелементи за допомогою електролітичного ключа.

Розвиток йонометрії дав змогу створити новий вид електродних сенсорів - йоноселективних електродів (ЙСЕ) - електрохімічних перетворювачів, призначених для потенціометричного визначення активності певних іонів, здебільшого у водних розчинах, а в окремих випадках - і у неводних середовищах (в останньому випадку необхідно вводити так званий індеферентний електроліт). Якщо початковий етап розвитку йонометрії був пов'язаний з інтенсивним пошуком нових електродних матеріалів і нових конструкцій, то згодом основна увага приділялась глибокому вивченню йонної селективності, механізму електродних реакцій, розширенню практичного використання йонних сенсорів, особливо в клінічній практиці та при дослідженні довкілля.

Поява нових аналітичних методів, основаних на використанні ЙСЕ, пояснюється широкими можливостями цих сенсорів при дослідженні активності іонів натрію, калію, кальцію, фторид-, хлорид-, нітрат- та сульфідіонів. ЙСЕ можна використовувати при дослідженні органічних сполук, таких як амігдалін, холестерин, сечовина та ін., а також при визначенні концентрації розчинних газів, наприклад аміаку, оксидів азоту, діоксиду вуглецю.

Йонометрія відрізняється від інших методів фізикохімічних досліджень відносною простотою, а завдяки портативним варіантам ЙСЕ і спеціальній йонометричній апаратурі дослідження можна проводити не лише в лабораторних умовах, а й на підприємствах, у клініках, зокрема для післяопераційного контролю рН, рКа, рКпоказників крові.

Основними вимірювальними елементами в йонометрії є йоноселективні електроди.

Газоаналізаторами називають засоби вимірювань, призначені для аналізу складу газів. Для вимірювань концентрації одного з компонентів газового середовища використовується та чи інша фізико-хімічна властивість досліджуваного газу, яка відрізняється від властивостей інших складових досліджуваного газового середовища. Існують газоаналізатори, призначені для аналізу різних складових багатокомпонентних газових сумішей. Залежно від принципу дії газоаналізатори поділяють на йонізаційні, теплові, магнітні, оптичні, хроматографічні, масспектрометричні. Пристрої, що використовують явище йонізації газів (утворення іонів), прості у виготовленні, мають високу чутливість і надійність.

Йонізаційні методики основані на йонізації аналізованої речовини і вимірюванні йонізуючого струму, пропорційного концентрації досліджуваного компонента. Йонізація речовини може бути результатом дії електричних і магнітних полів чи потоків радіоактивного або рентгенівського випромінювання. Використовується також термічна йонізація молекул газу в полум'ї водню. Йонізаційні методи широко використовуються у вакуумметрах, масспектрометрах, йонізаційно-полум'яних аналізаторах.

У йонізаційних газоаналізаторах застосовуються α і β -радіоактивне випромінювання. γ -випромінювання не використовується через малу йонізуючу і велику проникну властивості, що зумовлює значне збільшення розмірів йонізуючої камери і необхідність створення ефективного захисту.

Найпростіша схема йонізаційного газоаналізатора з β -випромінюванням наведена на рис. 6.4. У камері газова суміш йонізується джерелом β -випромінювання. Під дією прикладеної напруги U утворені внаслідок йонізації йони потрапляють на колектор (внутрішній електрод), внаслідок чого в колі колектора виникає струм, який вимірюється вимірювальним приладом після посилення підсилювачем з великим вхідним опором.

Людські органи чуття не здатні сприймати йонізаційне випромінювання, тому необхідні спеціальні пристрої для детекції і вимірювання радіації. Оскільки ступінь ураження людини радіацією залежить від типу радіації, її енергетичного спектра і кількості, радіаційні детектори повинні бути спроможними виконувати як кількісні, так і якісні вимірювання.

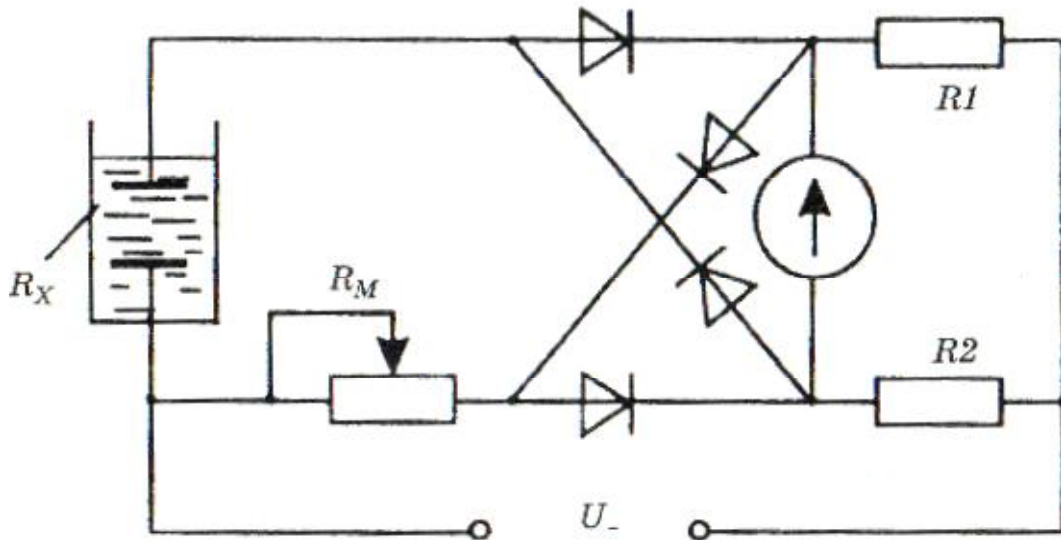


Рис.6.4. Іонізаційна камера

Пристрої вимірювання випромінювання поділяють на дві великі групи. До першої належать приймачі, у яких використовується явище йонізації газів, що виникає при дії радіаційного випромінювання, до другої - ті, у яких застосовується явище йонізації у твердих речовинах і деяких розчинах. Більшість з них побудовано на основі використання дії йонізаційної камери - пристрою, створеного для вимірювання кількості йонізаційного випромінювання, густини потоку чи потужності дози. Це металева камера, всередині якої по осі розташовано ізолюваний металевий стержень - електрод. Зовнішнім електродом є стінки посудини. Камера заповнюється газом - найчастіше повітрям, тиск якого дорівнює атмосферному. До стержня і стінок посудини під'єднують джерело напруги, яке створює між електродами певну різницю потенціалів. В електричне коло між джерелом напруги і електродами послідовно ввімкнено вимірювальний резистор або конденсатор, паралельно до якого під'єднують пристрій індикації. Густина потоку випромінювання визначають, вимірюючи йонізаційний струм на високоомному вимірювальному резисторі за спадом напруги. Коли необхідно визначити дозу випромінювання, пропорційну до інтеграла струму в часі, вимірюють напругу, до якої зарядиться конденсатор.

При подальшому підвищенні напруги, прикладеної до електродів, кінетична енергія утворених йонів є достатньою для того, щоб вони при зіткненнях самі утворювали пари йонів, внаслідок чого забезпечується ефект посилення.

Отже, утворений імпульс пропорційний до кількості йонів, сформованих у газі первинними йонізуючими частинками.

Важко сконструювати пристрій, чутливий до багатьох видів радіації, здатний вимірювати еквівалентну дозу та її інтенсивність. Ідеальний для практичного застосування прилад повинен мати такі характеристики: можливість вимірювати дозу чи її інтенсивність у одиницях, зручних для прямого використання; чутливість до окремого виду радіації; необхідну чутливість і точність, незалежну від радіаційної енергії; можливість ідентифікувати тип радіаційного випромінювання; нечутливість до зовнішніх впливів температури, гравітаційної сили, вологості, хімічних випарів, електричних і магнітних полів, ударів тощо. Жоден з діючих приладів не відповідає комплексу таких вимог, тому різні типи пристроїв використовують залежно від природи радіаційної небезпеки.

Для практичного застосування розроблено велику кількість йонізаційних камер. На практиці зважають на такі їх особливості: залежність чутливості від енергії вимірюваного випромінювання і напрямку польоту частинок (променів), що зумовлена конструкцією камери та ін.

Отже, вимірювання неелектричних величин є складовою загальної системи вимірювань параметрів навколишнього природного середовища. На практиці такі вимірювання проводяться за стандартними (затвердженими) методиками на повірених ЗВТ.