

СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ МЕТРОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ЗОВНІШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

О.М. Величко

(ДП „Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів”, Київ)

Для виявлення суттєвих зовнішніх впливів на розвиток системи стандартизації національної метрологічної системи необхідне проведення аналізу особливостей сучасного стану такого середовища системи, систематизації об'єктів стандартизації міжнародних і регіональних організацій, інших країн у галузі метрології, побудова взаємозв'язків системи стандартизації з її глобальним зовнішнім середовищем.

Національна метрологічна система, система стандартизації, глобальне зовнішнє середовище

Вступ. Метрологія відіграє ключову роль у впровадженні наукових та технологічних досягнень, проектуванні та ефективному виробництві продукції, яка задовольняє потреби ринку, а також у виявленні та усуненні виявлених невідповідностей. Вона фундаментально сприяє проведенню випробувань у сфері охорони здоров'я та безпеки, моніторингу докільля та справедливої реалізації законів, а також забезпечує основу для справедливої торгівлі в національному господарстві та міжнародній торгівлі на глобальному ринку [1 – 11].

На сучасному етапі розвитку суспільства основним завданням метрології є вирішення протиріччя між зростаючою потребою суспільства у продукті цієї науки (накопичення достовірної вимірювальної інформації) та обмеженими можливостями витрат суспільства на її розвиток. На сучасному етапі розвитку метрології існує тісний взаємозв'язок метрологічних проблем з підвищенням якості продукції, економією ресурсів.

Зростають вимоги до точності масових вимірювань, так як точність і достовірність вимірювань, які забезпечуються метрологією, стають економічними параметрами, що безпосередньо впливають на економію паливно-енергетичних ресурсів, матеріалів, освоєння та рівень ресурсозберігаючих технологій у повсякденній практиці.

На сучасному етапі розвитку суспільства взаємне міжнародне визнання можливостей проведення вимірювань у країнах стає критичним

для подолання технічних бар'єрів в торгівлі та, як наслідок, для участі в багатосторонніх торговельних угодах, таких як угоди Світової організації торгівлі (СОТ). Тому врахування пріоритетних напрямків і тенденцій розвитку сучасної метрології сприяє розвитку в країні науки, техніки і національної економіки, більш ефективному захисту громадян і економіки країни від наслідків недостовірних результатів вимірювань, розвитку взаємовигідних міжнародних зв'язків та міжнародної торгівлі.

Так як вимірювання створюють фундамент для багатьох видів діяльності, тому численні міжнародні та регіональні організації займаються питаннями стандартизації метрологічних вимог. Ці організації визначають і проводять у життя основні концепції політики гармонізації в галузі метрології, кожна з яких відповідає за свою ланку гармонізації нормативних і методичних документів. Загалом в багатьох країнах існує тенденція покращення економічної кооперації у рамках суміжних регіональних організацій.

Правові основи метрології, регламентовані у передових країнах світу, представлені законодавчими актами та рекомендованими нормативних документах (НД) з метрології, які гармонізовані з документами і рекомендаціями міжнародних метрологічних організацій (ММО). Великого значення набуває пряме застосування міжнародних стандартів та інших НД, зближення національних стандартів і НД до міжнародних. Тому доцільне проведення детального аналізу діяльності міжнародних і регіональних організацій з питань метрології з метою виявлення їх основних об'єктів стандартизації та дослідження можливості гармонізації документів цих організацій в Україні [12 – 17].

Національна метрологічна система як складна система. Для дослідження основних складових частин НМС та їх шляхів їх розвитку доцільно представити НМС як складну організаційно-технічну систему зі складним і динамічним розвитком. Математична формалізація такої системи на базі теорії множин дозволяє застосувавши мінімум математичних структур максимально загально і повно досліджувати її різноманітні властивості [18 – 24].

У рамках застосування загальної теорії систем системою S є компоненти a_i , і зв'язки (відношення) r_j між ними:

$$S \equiv \langle A, R \rangle = \langle \{a_i\}, \{r_j\} \rangle \text{ чи } S \equiv [\{a_i\} \& \{r_j\}], \quad (1)$$

де $A = \{a_i\}$; $R = \{r_j\}$; $a_i \in A$; $r_j \in R$.

У наведених формалізованих записях визначення системи використані різні способи теоретично-множинних представлень: в першому використані різні способи задавання множин і не враховуються взаємовід-

ношення між множинами компонентів і зв'язків; у другому – відображено те, що система є не простою сукупністю компонентів і зв'язків того чи іншого виду, а включає тільки ті компоненти і зв'язки, які знаходяться в області перетинання (&) одного з іншим.

Якщо відомо, що компоненти принципово неоднорідні, то це можна врахувати у визначення, виділивши різні множини компонентів $A = \{a_i\}$ і $B = \{b_k\}$

$$S \equiv \langle A, B, R \rangle = \langle \{a_i\}, \{b_k\}, \{r_j\} \rangle. \quad (2)$$

Можна виділити множину X вхідних об'єктів, що впливають на систему, і множину Y вихідних результатів, між якими існує узагальнююче відношення пересічення, яке можна відобразити як [10]:

$$S \subseteq X \times Y \text{ чи } S \subseteq X \cap Y.$$

При врахуванні поняття “ціль” визначення системи має вигляд:

$$S \equiv \langle A, B, Z \rangle, \quad (3)$$

де Z – ціль, сукупність чи структура цілей.

При уточненні умов цілеутворення визначення системи має такий вигляд:

$$S \equiv \langle A, B, Z, SR, \Delta T \rangle, \quad (4)$$

де SR – зовнішнє середовище системи; ΔT – період, в рамках якого буде існувати система і її цілі.

У визначеннях системи застосовується і більше число складових, що пов'язано з необхідністю диференціації у конкретних умовах видів компонентів і зв'язків між ними тощо.

Кожна система S існує в деякому середовищі SR і взаємодіє з цим середовищем. Прийнято вважати, що вся взаємодія системи з середовищем відбувається через деякі її об'єкти шляхом зміни їх стану. Тоді із зовнішньої точки зору система є набором цих об'єктів і їх поточного стану.

НМС є складною системою S , так як утворюючі її компоненти SC також є системами S_i , а в її описі суттєве значення мають просторові та інші фактори. НМС допускає членування її на підсистеми SB , які також є складними системами S_j , що можуть також розчленуватися. Зовнішнім середовищем НМС, яке здійснює зовнішній вплив на неї, є сукупність оточуючих її інших більш глобальних соціально-економічних систем S_{Gi} (зокрема, ГМС), а також інших НМС S_{Ni} , які мають вплив на НМС і на які впливає НМС.

НМС як система має чіткий відкритий характер, так як має велику кількість впливів і взаємодій, тому схематичне її зображення як системи S та її підсистем SB і компонентів SC можна представити так, як зображено на рис. 1.

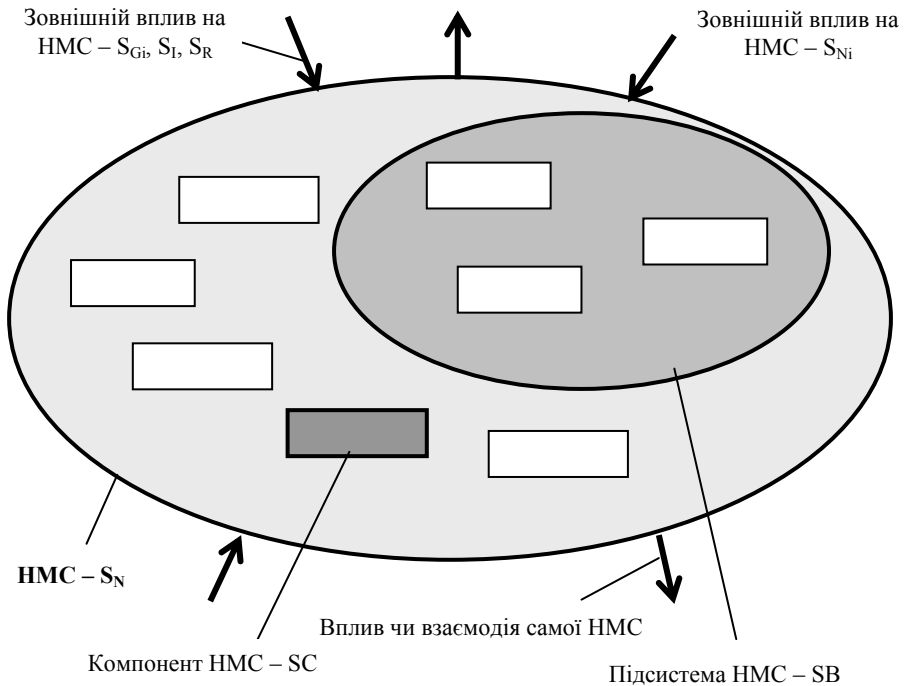


Рис. 1. Складові підсистеми і компоненти HMC у її зовнішньому середовищі

HMC можна віднести до класу матеріальних штучних систем, тому що вона включає організаційну SB_A (колективи людей, об'єднаних для спільної діяльності – метрологічної діяльності) і технічну SB_T (сукупність спеціальних технічних засобів – еталонів і засобів вимірювальної техніки) підсистеми. При цьому дослідження HMC доцільно проводити за допомогою абстрактної системи S_A , яка включає концептуальну підсистему SB_K і підсистему математичного моделювання SB_M .

В цьому випадку можна скористатись загальною формулою (2) і представити HMC як систему таким аналітичним виразом

$$S_N \equiv \langle SB_A, SB_T, R_{AT} \rangle = \langle \{sb_{Ai}\}, \{sb_{Tk}\}, \{r_{ATj}\} \rangle, \quad (5)$$

де $SB_A = \{sb_{Ai}\}$; $SB_T = \{sb_{Tk}\}$; $R_{AT} = \{r_{ATj}\}$.

HMC традиційно має ієрархічну структуру. По зрівнянню з системами з радіальною структурою ієрархічні структури системи мають багато переваг, головними з яких є: свобода локальних дій для підсистем нижніх рівнів; гнучкість системи управління і широкі можливості пристосування її до змінюваних умов; можливість доцільного поєднання локальних критеріїв оптимальності (у підсистемах SB) з глоба-

льними (для системи S у цілому); суттєве скорочення потоків інформації, що пропускаються між рівнями; більш висока надійність системи тощо.

Сукупність послідовних етапів членування підсистем SB на певному рівні утворює ієрархічну структуру НМС як системи S (рис. 2) – сукупність взаємопов’язаних рівнів і, кожний з яких є рівнозначним у будь-якому сенсі підсистеми.

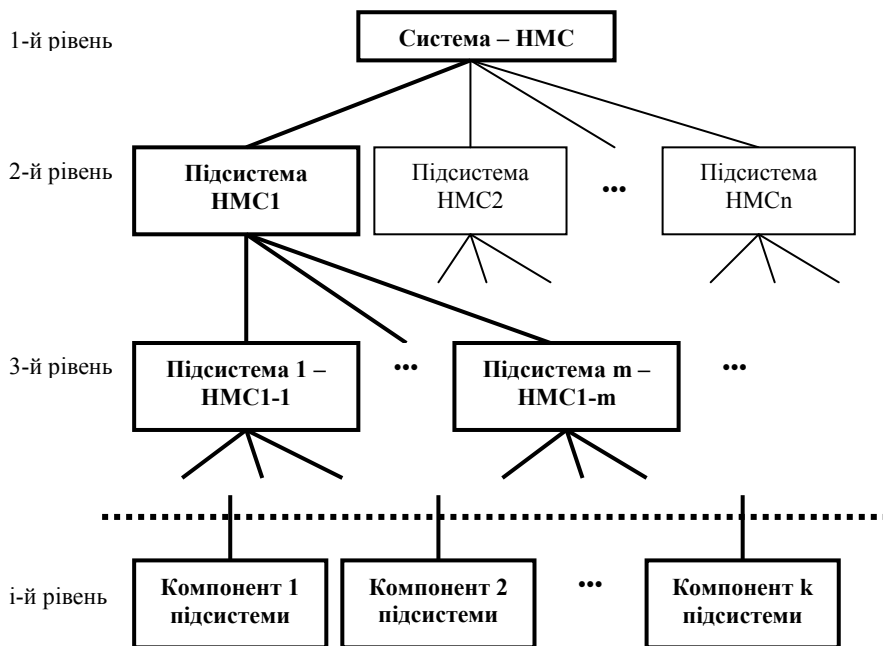


Рис. 2. Ієрархічна структура НМС

Для більш детального дослідження НМС як системи, її підсистем і компонентів доцільне здійснення її комплексної декомпозиції, яка включає вертикальну декомпозицію з і рівнями і горизонтальну декомпозицію на кожному з рівнів. Будь-яка система S, що може досліджуватись, є підсистемою SB більш високого рівня.

Вертикальна декомпозиція НМС у більш загальному випадку показує таке:

- на 1-му рівні НМС її діяльність і структура регламентується національним законодавством з питань метрології;
- на 2-му рівні НМС має розподіл на підсистеми обов’язкового

SB_{NM} (законодавча метрологія) і добровільного SB_{NV} (прикладна метрологія) регламентування на національному рівні;

– на 3-му рівні для обов'язкової та добровільної підсистеми існує поділ на організаційну SB_A та технічну SB_T підсистеми;

– на 4-му рівні підсистеми організаційна та технічна підсистеми поділяються підсистеми вже більш специфічні для кожної з них і так далі.

Наприклад, на 4-му рівні ієрархії НМС S_N організаційна підсистема SB_A обов'язкової підсистеми поділяється на підсистему метрологічних служб з відповідними нормативно-правовими актами та нормативними документами, що регламентують їх діяльність, підсистему загальних нормативних документів і національних стандартів, які регламентують діяльність у сфері законодавчої метрології (ЗМ), а технічна підсистема SB_T обов'язкової підсистеми – на підсистему національних і робочих еталонів та підсистему засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), що допущені до застосування у сфері ЗМ. При цьому кожна з наведених підсистем має певні зв'язки з іншою – R_{AT} . Кожна з підсистем більш низького рівня містить компоненти, які також є підсистемами.

В деяких випадках визначають необхідність і доцільність здійснення навпаки агрегування підсистем SB_i нижчих рівнів у системи S_i більш високих рівнів, тобто у надсистеми S_{Gi} . Агрегування підсистем SB 1-го рівня з урахуванням регіональної ознаки утворює надсистему НМС, яку можна назвати системою S_R регіональної організації, а агрегування підсистем SB_R цього ж рівня за світовою ознакою – системою S_1 міжнародної організації. При цьому НМС залишаються повноцінними системами S_N , для яких зазначені регіональні і міжнародні організації розглядаються як зовнішні середовища SR_1 і SR_R , що впливають на систему S_N .

При дослідженні НМС доцільно детально розглянути всі рівні вертикальної декомпозиції її підсистем SB нижче 2-го рівня і горизонтальні декомпозиції підсистем SB нижче 2-го рівня як самостійні системи S_i з метою визначення суттєвих з точки зору дослідження роботи взаємозв'язків між ними. При більш детальному вивченні конкретної підсистеми SB_k певного рівня інші підсистеми SB_n (1, 2, ..., k - 1, k + 1, ..., n), які входять до складу цієї системи S_N , їх взаємозв'язки, можуть розглядатись як зовнішнє середовище SR_N цієї системи. При цьому межі обраної системи S_N і зовнішнього середовища SR є умовною, рухомою і залежною задачею.

Множину компонентів обраної системи S_r , через які зовнішнє середовище SR впливає на систему S_N , розглядається як вхідний полюс системи. Миттєва характеристика впливу зовнішнього середовища SR на систему S_N на вхідному полюсі системи розглядається як вхідна ситуація

для системи у цей проміжок часу. Аналогічно визначаються і вихідні характеристики системи S_N . Множину компонентів обраної системи, через які система S_N впливає на зовнішнє середовище SR, розглядається як вихідний полюс системи. Миттєва характеристика впливу системи S_N на зовнішнє середовище SR на вихідному полюсі системи розглядається як вихідна ситуація для системи S_N у цей проміжок часу.

Глобальне зовнішнє середовище національної метрологічної системи. Відкритий характер НМС зумовлює велику кількість зовнішніх впливів і взаємодій. Зовнішнім середовищем НМС є глобальні соціально-економічні системи S_{Gi} , в першу чергу, глобальної метрологічної системи (ГМС), яка є певним агрегуванням системи міжнародних (S_I) і системи регіональних (S_R) організацій, та інші НМС (S_{Ni}). Всі зазначені складові глобального зовнішнього середовища справляють зовнішні впливи і взаємодіють з НМС.

З урахуванням формул (3), (4) НМС у глобальному зовнішньому середовищі можна описати таким виразом

$$S_N \equiv \langle SB_A, SB_T, R_{AT}, Z_N, SR_I, SR_R, SR_{Ni}, \Delta T \rangle, \quad (6)$$

де SB_A , SB_T – відповідно організаційна і технічна підсистеми НМС; R_{AT} – взаємозв'язки організаційна і технічна підсистеми НМС; Z_N – підмножина встановленої сукупності цілей функціонування НМС на певному етапі її розвитку; SR_I , SR_R , SR_{Ni} – відповідно системи стандартизації міжнародних, регіональних організацій та інші НМС як зовнішні середовища НМС; ΔT – період, в рамках якого діє НМС із встановленими для неї цілями.

На міжнародному рівні існує розподіл повноважень між міжнародними організаціями з наступним аналогічним розподілом повноважень і між регіональними організаціями.

З урахуванням більшої деталізації діяльності різних організацій з питань метрології, формула (6) набуває такого вигляду

$$S_N \equiv \langle SB_{AT}, SR_I, Z_I, SR_R, Z_R, SR_{Ni}, Z_{Ni}, \Delta T \rangle, \quad (7)$$

де SB_{AT} – організаційна і технічна підсистеми НМС; SR_I , SR_R , SR_{Ni} – зовнішні середовища систем стандартизації відповідно міжнародних і регіональних організацій та інших НМС; Z_I , Z_R , Z_{Ni} – підсистеми встановлених сукупностей цілей функціонування відповідно міжнародних і регіональних організацій та інших НМС.

У загальному вигляді підсистему міжнародних організацій S_I , які утворюють зовнішнє середовище SR_I для НМС можна представити у вигляді

$$S_I \equiv \langle SB_{LM}, SB_{IST}, SB_{MC}, SB_{ICL}, SB_{IM}, R_{Ii}, Z_{LM}, Z_{IST}, Z_{MC}, Z_{ICL}, Z_{IM}, SR_R, R_{IR}, Z_R, SR_{Ni}, Z_{Ni}, \Delta T \rangle, \quad (8)$$

де SB_{LM} , SB_{IST} , SB_{MC} , SB_{ICL} , SB_{IM} – підсистеми стандартизації відповідно Міжнародної організації законодавчої (легальної) метрології (МОЗМ, OIML), міжнародних організацій стандартизації, органів Метричної конвенції, міжнародних організацій з акредитації калібрувальних лабораторій, Міжнародної конфедерації вимірювань (ІМЕКО, ІМЕКО); R_{Li} , R_{IR} – підмножини взаємозв'язків відповідно систем стандартизації міжнародних організацій, що мають свою діяльність у сфері метрології, між собою, міжнародних і регіональних організацій; Z_{LM} , Z_{IST} , Z_{MC} , Z_{ICL} , Z_{IM} – підсистеми встановлених сукупностей цілей функціонування відповідно МОЗМ, міжнародних організацій стандартизації, органів Метричної конвенції, міжнародних організацій з акредитації калібрувальних лабораторій, ІМЕКО.

Узагальнено підсистему стандартизації МОЗМ можна представити у вигляді

$$SB_{LM} \equiv \langle SB_D, SB_R, SB_{VP}, Z_{LM}, \Delta T \rangle, \quad (9)$$

де SB_D , SB_R , SB_{VP} – відповідно підсистеми міжнародних документів рекомендацій і словників та інших публікацій МОЗМ.

Узагальнено підсистему стандартизації міжнародних організацій стандартизації з питань метрології можна представити у вигляді

$$SB_{IST} \equiv \langle SB_{ISO}, SB_{IEC}, R_{IST}, Z_{IST}, \Delta T \rangle, \quad (10)$$

де SB_{ISO} , SB_{IEC} – відповідно підсистеми міжнародних стандартів і керівництв Міжнародної організації стандартизації (МОС, ISO) і Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК, IEC); R_{IST} – підмножина спільних стандартів і керівництв МОС і МЕК як загальних компонентів підсистем стандартизації SB_{ISO} і SB_{IEC} .

Підмножина R_{IST} визначається як пересічення підмножин SB_{ISO} і SB_{IEC}

$$R_{IST} \subseteq SB_{ISO} \cap SB_{IEC}. \quad (11)$$

Узагальнено підсистему стандартизації Метричної конвенції можна представити у вигляді

$$SB_{MC} \equiv \langle SC_{GD}, Z_{MC}, \Delta T \rangle, \quad (12)$$

де SC_{GD} – компоненти (система СІ, міжнародні керівництва з ключових звірень еталонів) підсистеми стандартизації Метричної конвенції.

Зважаючи на це, узагальнено підсистему стандартизації міжнародних організацій з акредитації калібрувальних лабораторій можна представити у вигляді

$$SB_{ICL} \equiv \langle SB_{ILAC}, SB_{IAF}, R_{ICL}, R_{ISTA}, Z_{ICL}, \Delta T \rangle, \quad (13)$$

де SB_{ILAC} , SB_{IAF} – відповідно підсистеми міжнародних керівництв Міжнародного співробітництва акредитації лабораторій (МСАЛ, ILAC) і Міжнародного форуму акредитації (МФА, IAF); R_{ICL} , R_{ISTA} – підмножи-

ни відповідно спільних керівництв МСАЛ і МФА як загальні компоненти підсистем стандартизації SB_{ILAC} і SB_{IAF} , міжнародних стандартів і керівництв МОС і МЕК з питань акредитації.

Підмножини R_{ICL} і R_{ISTA} визначається як пересічення відповідно підмножин SB_{ILAC} і SB_{IAF} і підмножин SB_{ISOA} і SB_{IECA}

$$R_{ICL} \subseteq SB_{ILAC} \cap SB_{IAF}; \quad (14)$$

$$R_{ISTA} \subseteq SB_{ISOA} \cap SB_{IECA}. \quad (15)$$

Технічні комітети (ТК) ІМЕКО сприяють обміну передовим досвідом учених і спеціалістів різних країн світу за тематикою діяльності її ТК, визначенню основних напрямків та методів досліджень в різних галузях вимірювань і є надійною базою для передстандартизаційних досліджень.

Зважаючи на це, узагальнено підсистему документів і рекомендацій ІМЕКО як систему предстандартизаційних рекомендацій можна представити у вигляді

$$SB_{IM} \equiv \langle SC_{RSC}, Z_{IM}, \Delta T \rangle, \quad (16)$$

де SC_{RSC} – компоненти (рекомендації симпозиумів і конгресів) підсистеми документів і рекомендацій ІМЕКО.

За сучасних умов надзвичайно важливим стає регіональне співробітництво національних метрологічних організацій. Регіональні метрологічні організації (РМО) займаються гармонізацією вимог через участь держав-членів, що дозволяє спростити торгівлю та обмін результатами вимірювань. Практично всі ті країни, які беруть участь у ММО, беруть також участь і у РМО.

У загальному вигляді систему стандартизації у галузі метрології регіональних організацій S_R , які утворюють зовнішнє середовище SR_R для НМС можна представити у вигляді

$$S_R \equiv \langle SB_{RLM}, SB_{RMS}, SB_{RST}, SB_{RCL}, R_{Ri}, Z_{RLM}, Z_{RMS}, Z_{RST}, Z_{RCL}, \\ SR_I, R_{IR}, Z_I, SR_{Ni}, R_{RNi}, Z_{Ni}, \Delta T \rangle, \quad (17)$$

де SB_{RLM} , SB_{RMS} , SB_{RST} , SB_{RCL} – підсистеми стандартизації відповідно регіональних організацій, які займаються питаннями ЗМ, звірення еталонів, стандартизацією з питань метрології, акредитацією калібрувальних лабораторій; R_{Ri} – підмножина взаємозв'язків систем стандартизації регіональних організацій, що мають свою діяльність у сфері метрології, між собою; Z_{RLM} , Z_{RMS} , Z_{RST} , Z_{RCL} – підмножини встановлених сукупностей цілей функціонування відповідно регіональних організацій, які займаються питаннями ЗМ, звірення еталонів, стандартизацією з питань метрології, акредитацією калібрувальних лабораторій.

Доцільно розглянути систему стандартизації регіональних організаційна прикладі Європи.

Узагальнено підсистему стандартизації Західноєвропейська організація законодавчої метрології (ЗЄЗМ, WELMEC) SB_{WLM} можна представити у вигляді

$$SB_{WLM} \equiv \langle SB_{GLM}, R_{LM}, Z_{WLM}, \Delta T \rangle, \quad (18)$$

де SB_{GLM} – підсистема керівництв ЗЄЗМ; R_{LM} – підсистема керівництв ЗЄЗМ з використанням положень документів і рекомендацій МОЗМ; Z_{WLM} – підсистема цілей ЗЄЗМ.

Підмножина R_{LM} визначається як пересічення підмножин підсистем стандартизації SB_{GLM} і SB_{OIML}

$$R_{IST} \subseteq SB_{ISO} \cap SB_{IEC}. \quad (19)$$

Загалом регіональну систему стандартизації з питань метрології в Європі SB_{EST} можна описати наступним чином:

$$SB_{EST} \equiv \langle SB_{CEN}, SB_{CENELEC}, SB_{UNECE}, R_{EST}, SR_{EDR}, SR_{IST}, Z_{CEN}, Z_{CENELEC}, Z_{UNECE}, \Delta T \rangle, \quad (20)$$

де SB_{CEN} , $SB_{CENELEC}$, SB_{UNECE} – підсистеми європейських стандартів і керівництв відповідно Європейської комісії стандартизації (ЄКС, CEN), Європейської комісії стандартизації в галузі електротехніки (ЄКЕС, CENELEC) і Європейська економічна комісія ООН (ЄЕК ООН, UNECE); R_{EST} – підсистема взаємозв'язків між європейськими організаціями стандартизації, що мають свою діяльність у галузі метрології; SR_{EDR} , SB_{IST} – підсистеми відповідно директив ЄС та міжнародних організацій з питань метрології як середовище для європейських стандартів і керівництв; Z_{CEN} , $Z_{CENELEC}$, Z_{UNECE} – підсистеми цілей відповідно ЄКС, ЄКЕС і ЄЕК ООН.

Узагальнено підсистему стандартизації Метрологічна організація країн Західної Європи (ЄВРОМЕТ, EUROMET) SB_{EMS} можна представити у вигляді

$$SB_{EMS} \equiv \langle SB_{GEMS}, R_{MC}, Z_{EMS}, \Delta T \rangle, \quad (21)$$

де SB_{GEMT} – підсистема керівництв ЄВРОМЕТ; R_{MC} – підсистема керівництв ЄВРОМЕТ з використанням положень документів і рекомендацій органів Метричної конвенції; Z_{EMS} – підсистема сукупності цілей ЄВРОМЕТ.

Підмножина R_{MC} визначається як пересічення підмножин підсистем стандартизації SB_{GEMT} і SB_{MC}

$$R_{MC} \subseteq SB_{EMS} \cap SB_{MC}. \quad (22)$$

Узагальнено підсистему стандартизації Євро-азійське співробітництво державних метрологічних закладів (КООМЕТ, COOMET) SB_{EAM} можна представити у вигляді

$$SB_{EAM} \equiv \langle SB_{GEAM}, R_{LM}, R_{MC}, Z_{EAM}, \Delta T \rangle, \quad (23)$$

де SB_{GEAM} – підсистема керівництв KOOMET; R_{LM} , R_{MC} – підсистеми керівництв KOOMET з використанням відповідно положень документів і рекомендацій МОЗМ, органів Метричної конвенції; Z_{EAM} – підсистема сукупності цілей KOOMET.

Підмножини R_{LM} , R_{MC} визначаються відповідно як пересічення підмножин підсистем стандартизації KOOMET SB_{GEAM} і МОЗМ SB_{OIML} , органів Метричної конвенції SB_{MC}

$$R_{LM} \subseteq SB_{GEAM} \cap SB_{OIML}; \quad (24)$$

$$R_{MC} \subseteq SB_{EAM} \cap SB_{MC}. \quad (25)$$

Узагальнено підсистему стандартизації Європейського співробітництва з акредитації (ЄА, ЕА) SB_{EA} можна представити у вигляді

$$SB_{EA} \equiv \langle SB_{GEA}, R_{ILAC}, R_{IAF}, Z_{EA}, \Delta T \rangle, \quad (26)$$

де SB_{GEA} – підсистема керівництв і настанов ЄА; R_{ILAC} , R_{IAF} – підсистеми керівництв ЄА з використанням відповідно положень документів і рекомендацій МСАЛ і МФА; Z_{EA} – підсистема сукупності цілей ЄА.

Підмножини R_{ILAC} , R_{IAF} визначаються відповідно як пересічення підмножин підсистем стандартизації ЄА SB_{GEA} і МСАЛ SB_{ILAC} , МФА SB_{IAF}

$$R_{ILAC} \subseteq SB_{GEA} \cap SB_{ILAC}; \quad (27)$$

$$R_{IAF} \subseteq SB_{GEA} \cap SB_{IAF}. \quad (28)$$

Узагальнено підсистему стандартизації Міждержавної ради зі стандартизації, метрології та сертифікації (МДР) країн СНД SB_{EASM} можна представити у вигляді

$$SB_{EASM} \equiv \langle SB_{GEAST}, R_{IST}, Z_{EASM}, \Delta T \rangle, \quad (29)$$

де SB_{GEAST} – підсистема міждержавних стандартів, керівництв і рекомендацій з питань метрології МДР; R_{IST} – підсистеми міждержавних стандартів з використанням положень міжнародних стандартів і керівництв МОС і МЕК; Z_{EASM} – підсистема сукупності цілей МДР.

Підмножини R_{IST} визначаються відповідно як пересічення підмножин підсистем стандартизації МДР SB_{EASM} та МОС і МЕК SB_{IST}

$$R_{EASM} \subseteq SB_{EASM} \cap SB_{IST}. \quad (30)$$

Взаємозв'язки національної метрологічної системи із її глобальним зовнішнім середовищем. Підгрупи об'єктів стандартизації ММО, РМО та інших міжнародних і регіональних організацій, що діють у галузі метрології, мають безпосередній вплив на формування та розвиток системи стандартизації НМС і є її основним впливним зовнішнім середовищем.

При цьому слід відзначити, що ММО (Метрична конвенція, МОЗМ) є міжурядовими організаціями, а регіональні організації, що займаються

питаннями ЗМ, є організаціями, у яких беруть участь державні метрологічні та національні установи (ЗЄЗМ, ЄВРОМЕТ, КООМЕТ та інші), тому системи стандартизації цих організацій як зовнішнє середовище для відповідних НМС формують підсистему стандартизації обов'язкової сфери метрологічної діяльності, в той час як міжнародні та регіональні організації, що займаються питаннями акредитації калібрувальних лабораторій (МСАЛ, МФА, ЄА), – підсистему стандартизації добровільної сфери метрологічної діяльності.

У сучасних умовах системи стандартизації НМС мають суттєвий вплив на своє формування, функціонування і свій розвиток зовнішнього середовища – систем стандартизації міжнародних і регіональних організацій, що займаються питаннями метрології. Певний вплив на функціонування системи стандартизації НМС мають і системи стандартизації інших НМС, однак вони самі мають суттєвий вплив вже зазначених систем стандартизації.

Загалом зовнішнє середовище міжнародних, регіональних та інших НМС S_{GMS} для конкретної НМС у обов'язковій сфері метрологічної діяльності має вигляд, наведений на рис. 3.

З точки зору впливу зовнішнього середовища на систему стандартизації НМС та з урахуванням складових, зображених на рис. 3, та формули (6) вираз для S_N має такий вигляд

$$S_N \equiv \langle SB_{NM}, SB_{NV}, R_{NMV}, Z_{NM}, Z_{NV}, SR_I, SR_R, R_{IR}, SR_{Ni}, R_{Ni}, \Delta T \rangle, \quad (31)$$

де SB_{NM} , SB_{NV} – відповідно обов'язкова і добровільна підсистеми НМС; R_{NMV} , R_{Ni} – підмножини взаємозв'язків відповідно систем стандартизації обов'язкової та добровільної підсистем НМС, НМС між собою; Z_{NM} , Z_{NV} – підмножини встановленої сукупності цілей функціонування обов'язкової та добровільної підсистем НМС на певному етапі її розвитку; SR_I , SR_R , SR_{Ni} – відповідно системи стандартизації міжнародних, регіональних організацій та інші НМС як зовнішні середовища НМС; ΔT – період, в рамках якого діє НМС із встановленими для неї цілями.

Загальні вирази для системи стандартизації міжнародних організацій S_I (як зовнішнє середовище для НМС – SR_I) встановлюється формулою (8); для системи стандартизації регіональних організацій S_R (як зовнішнє середовище для НМС – SR_R) – формулою (17), для системи стандартизації НМС інших країн (як зовнішнє середовище для НМС – SR_{Ni}) – формулою (6).

Складові підсистеми системи стандартизації міжнародних організацій S_I описуються виразами, наведеними у формулах (9), (10), (12), (13) і (16), а складові підсистеми системи стандартизації європейських регіональних організацій S_R – формулами (18), (20), (21), (23), (26) і (29).

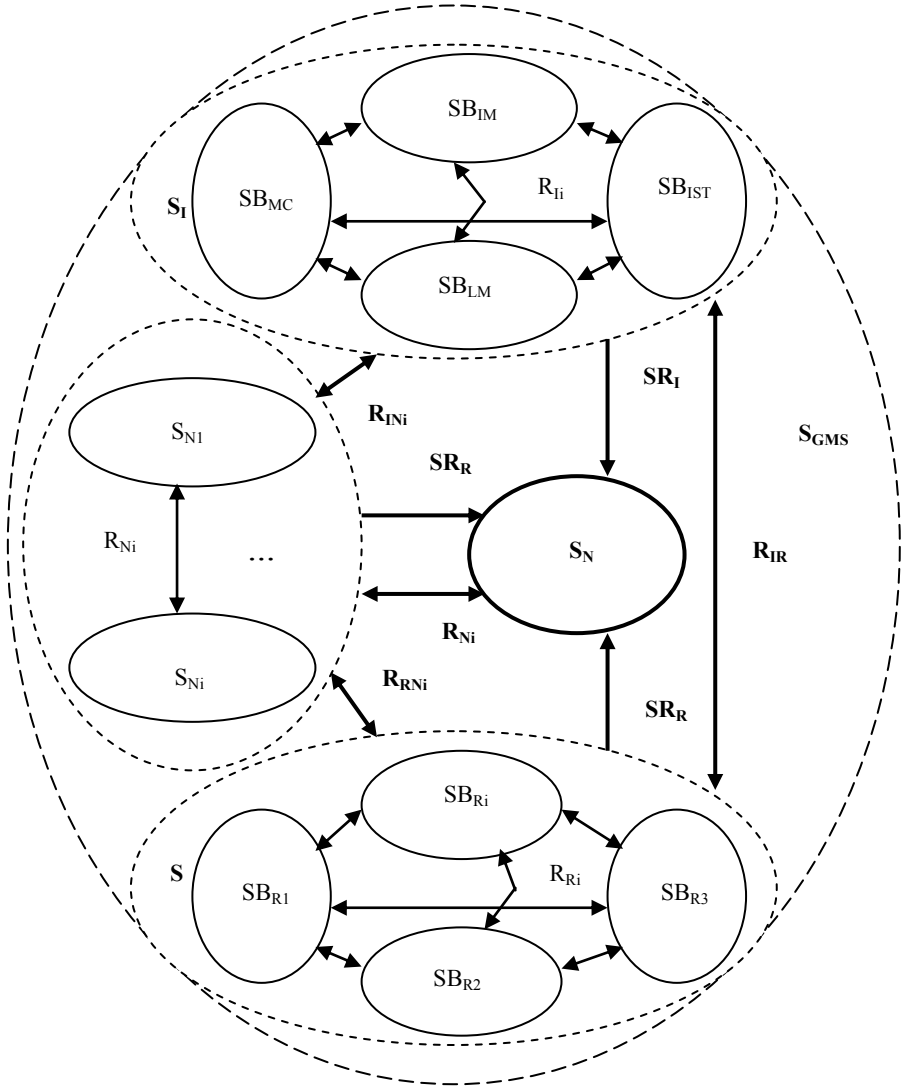


Рис. 3. НМС у зовнішньому середовищі систем стандартизації міжнародних, регіональних організацій та інших НМС у обов'язковій сфері метрологічної діяльності

З урахуванням формули (31) і впливу глобального зовнішнього середовища на обов'язкову і добровільну підсистеми НМС, їх взаємозв'язків між собою графічне зображення зазначених складових підси-

стем мають вигляд як зображено на рис. 4. Згідно рис. 2 зазначені підсистеми відносяться до 2-го рівня декомпозиції НМС.

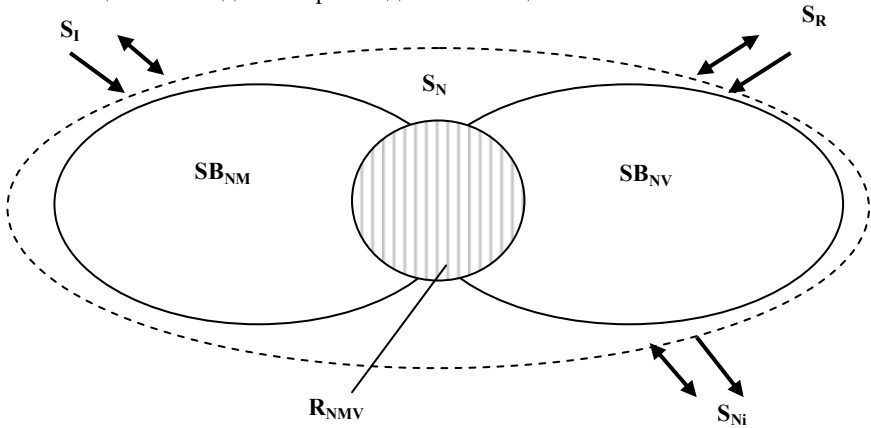


Рис. 4. Підсистеми НМС у глобальному зовнішньому середовищі

Висновки. 1. Для аналізу системи стандартизації національної метрологічної системи у глобальному зовнішньому середовищі доцільно застосовувати математичний апарат, який розвинутий і застосовується у загальній теорії систем.

2. Можна виділити 5 підсистем стандартизації міжнародних та, наприкладі Європи, 6 регіональних організацій, які займаються питаннями метрології. Найбільш уживаними категоріями НД є керівництва, стандарти, рекомендації як міжнародного, так і регіонального рівнів.

3. Ідентифіковано 8 загальних підгруп об'єктів стандартизації міжнародних і регіональних організацій та 12 підгруп, які мають відношення до конкретних галузей вимірювання і їх засобів вимірювання.

4. Міжнародні організації, що займаються питаннями метрології, практикують спільні видання міжнародних стандартів і керівництв, а регіональні організації – широко застосовують у своїй діяльності міжнародні стандарти і керівництва, тобто існує пересічення підмножин підсистем стандартизації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Metrology – in short. – 2nd edition. EUROMET project 673. – December 2003. – 64 p.*
2. *Kochsiek M., Odin A. NMI's in present-day metrology // OIML Bulletin. – Vol. XXXVII. – Numb. 2. – April 1996. – P. 27-32.*
3. *Kochsiek M., Odin A. An efficient metrological infrastructure – benefit for industry and society // OIML Bulletin. – Vol. XXXIX. – Numb. 2. – April 1998. – P. 26-32.*
4. *Кохзик М. Национальные метрологические институты на пути в новое тысячелетие // Укр. метролог. журнал. – 2000. – Вып. 3. – С. 5-9.*

5. Бахмайер Х. Влияние глобализации на метрологию в Европе // Укр. метролог. журнал. – 2000. – Вып. 1. – С. 9-14.
6. Kochsiek M., Odin A. Towards a global measurement system: Contributions of international organizations // OIML Bulletin. – Vol. XLII. – Numb. 2. – April 2001. – P. 14-19.
7. Kochsiek M. Trends in legal metrology towards a global measurement system // OIML Bulletin. – Vol. XLIV. – Numb. 1. – Jan. 2003. – P. 7-9.
8. Birch J. Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society: A study for the International Committee of the Legal Metrology. – Report. – OIML. – 2004. – 83 p.
9. Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry, Society and the Role of the BIPM. A report prepared by the CIPM for the governments of the Member States of the Metre Convention. – BIPM. – April 2003. – 80 p.
10. Величко О.М. Оптимізація багаторівневої національної метрологічної системи // В міжвідомчому наук.-техн. збірнику “Вимірювальна техніка та метрологія”. – Львів: Вид-во Нац. університету “Львівська політехніка”, 2005. – № 65. – С. 148-156.
11. Величко О.М. Пріоритетні напрямки розвитку метрології в Україні // Укр. метролог. журнал. – 1997. – Вып. 1. – С. 5-9.
12. Величко О.М. Гармонізація нормативно-правових актів з питань метрології // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. – № 3. – С. 36-40.
13. Величко О.М. Гармонізація нормативно-правових актів з питань метрології // Укр. метролог. журнал. – 2005. – Вып. 1. – С. 15-19.
14. Величко О.М., Сидоренко Г.С. Участь України у міжнародній організації КООМЕТ // Укр. метролог. журнал. – 1996. – Вып. 2-3. – С. 7-8.
15. Величко О.М. Діяльність міжнародних і регіональних організацій з питань метрології // Укр. метролог. журнал. – 1997. – Вып. 2. – С. 51-57.
16. Величко О.М. Законодавча метрологія: Стан і перспективи розвитку // Укр. метролог. журнал. – 1999. – Вып. 1. – С. 26-34.
17. Величко О.М., Коцюба А.М., Новиков В.М. Основи метрології та метрологічна діяльність: Навчальний посібник. – К.: УкрУНЦ. – 2000. – 228 с.
18. Месарович М., Тахакара Я. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 312 с.
19. Месарович М., Мако Д., Тахахаро И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
20. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. – М.: Мир, 1971.
21. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: Логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 279 с.
22. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
23. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
24. Гиг Дж. Прикладная общая теория систем. – М.: Мир, 1981. – 733 с.

Надійшла 13.06.2006

Рецензент: доктор технічних наук, професор І.В. Руженцев,
Харківський національний університет радіоелектроніки.