

О.С. Воденнікова¹, канд. техн. наук, доц., доц., e-mail: oksana_vodennikova@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0003-0496-5435>

С.А. Воденніков², д-р техн. наук, проф., проф., e-mail: s_vodennikov@i.ua,

<https://orcid.org/0000-0002-5563-5244>

¹Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)

²Національний університет «Запорізька політехніка» (Запоріжжя, Україна)

Метрологічне забезпечення та стандартизація в металургії: сучасний стан і перспективи розвитку

У роботі досліджено сучасний стан метрологічного забезпечення та стандартизації в металургійній галузі України. Розглянуто чинну нормативно-правову та нормативно-технічну базу, що регламентує процеси вимірювань, повірки та калібрування засобів вимірювальної техніки, а також встановлює вимоги до оцінювання достовірності результатів вимірювань. У зв'язку з цим здійснено аналіз національних стандартів (ДСТУ), зокрема стандартів, гармонізованих з міжнародними (ДСТУ ISO, ДСТУ ASTM, ДСТУ OIML) та європейськими стандартами (ДСТУ EN, ДСТУ EN ISO). Особливу увагу приділено рекомендаційним документам міжнародних організацій OIML, ILAC та EA, що формують методологічні засади сучасної метрологічної практики та забезпечують єдність підходів до вимірювань і їх простежуваність.

Подальший акцент зроблено на аналізі практичної реалізації систем метрологічного забезпечення та стандартизації на провідних металургійних підприємствах України, зокрема ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь», ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та АТ «ІНТЕРПАЙПНТЗ». Передусім проаналізовано сучасні підходи до функціонування систем управління якістю, метрологічного контролю та сертифікації металопродукції відповідно до міжнародних вимог. Безпосередньо впровадження на металургійних підприємствах інтегрованої системи менеджменту якості, сертифікованої відповідно до вимог ISO 9001:2015 «Quality management systems – Requirements», є свідченням високого рівня організації системи управління виробничою діяльністю, заснованої на принципах процесного та ризик-орієнтованого менеджменту.

Додатково наведено приклади внутрішніх нормативних документів металургійних підприємств України (технічних умов, технічних вимог і технологічних інструкцій), які регламентують технологічні процеси, вимоги до продукції та процедури контролю якості на різних стадіях виробництва.

У представленій роботі обґрунтовано потребу у створенні національних стандартів для окремих матеріалів і виробів, характеристики яких з огляду на особливості вітчизняних технологій виробництва сталей та сплавів не можуть бути повністю приведені з огляду на вимоги міжнародних та європейських стандартів.

На підставі проведеного аналізу сучасного стану метрологічного забезпечення та стандартизації в металургійній галузі визначено перспективні напрями їх розвитку, які пов'язані з подальшою цифровізацією вимірювальних процесів, впровадженням інтелектуальних систем контролю та моніторингу, розширенням застосування автоматизованих і неруйнівних методів вимірювань, а також посиленням гармонізації національної нормативної бази з міжнародними та європейськими стандартами.

Ключові слова: металургія, метрологія, стандартизація, метрологічне забезпечення, контроль якості, металопродукція, нормативні документи, міжнародні стандарти, сертифікація, управління якістю.

Вступ. Сучасний розвиток промисловості висуває підвищені вимоги до точності вимірювань та якості продукції, що зумовлює необхідність системного підходу до їх забезпечення. Метрологія та стандартизація є базовими складовими сучасної промисловості, які забезпечують єдність і відтворюваність вимірювань, а також об'єктивність оцінювання якості продукції.

Ефективність функціонування промислових підприємств значною мірою визначається рівнем розвитку національної метрологічної інфраструктури, ступенем гармонізації нормативної бази та ефективністю впровадження сучасних методів метрологічного забезпечення виробництва. За таких умов першочергового значення набуває інтеграція метрологічного забезпечення в усі етапи виробничого циклу, починаючи від контролю сировини та технологічних процесів і закінчуючи оцінюванням відповідності готової продукції встановленим вимогам.

Забезпечення високої якості продукції та підвищення її конкурентоспроможності ґрунтуються на комплексному застосуванні організаційних, технічних, нормативно-правових і метрологічних заходів, що реалізуються на державному, галузевому та виробничому рівнях. Такі заходи спрямовані на підтримання простежуваності вимірювань, забезпечення метрологічної придатності засобів вимірювальної техніки, своєчасне проведення їх повірки, калібрування та технічного обслуговування, а також на досягнення необхідної точності, достовірності й відтворюваності результатів вимірювань, які є основою ефективного управління якістю продукції та технологічними процесами [1—3].

Метрологічне забезпечення контролю якості продукції ґрунтується на забезпеченні єдності, точності та достовірності вимірювань, застосуванні стандартизованих методик випробувань і контролю, а також використанні засобів вимірювальної техніки, що пройшли повірку або калібрування відповідно до встановлених вимог. Такий підхід забезпечує простежуваність, відтворюваність і порівнюваність результатів вимірювань незалежно від умов їх проведення. Важливими складовими ефективного метрологічного забезпечення є функціонування систем метрологічного контролю, своєчасне проведення повірки, калібрування та технічного обслуговування засобів вимірювальної техніки, а також неухильне дотримання вимог національних, європейських і міжнародних нормативних документів. У сукупності це сприяє підвищенню об'єктивності оцінювання якості продукції, зниженню похибок вимірювань і стабілізації технологічних процесів [4—6]. Метрологічні аспекти забезпечення якості функціонування технічних систем є визначальними для точності, надійності та відтворюваності результатів вимірювань, що безпосередньо впливає на ефективність роботи технічних об'єктів і якість управлінських рішень [7].

Водночас практична реалізація вимог метрологічного забезпечення супроводжується низкою організаційних і технічних проблем. Однією з

найсуттєвіших серед них є людський фактор, який проявляється у недостатньому рівні кваліфікації персоналу, порушенні вимог нормативних документів і потребує впровадження систем управління якістю, а також підвищення рівня професійної підготовки працівників. Окрему групу становлять технічні проблеми, пов'язані з використанням застарілого парку засобів вимірювальної техніки. Незважаючи на те, що їх негативний вплив частково компенсується контролем метрологічних характеристик, така ситуація потребує системного оновлення засобів вимірювальної техніки. Перспективними напрямками розвитку є впровадження інтелектуальних вимірювальних систем, методів неруйнівного контролю, а також створення цифрових баз даних метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки протягом усього їх життєвого циклу [8].

Постановка задачі. У сучасних умовах розвитку металургійної промисловості особливого значення набувають питання забезпечення точності вимірювань, контролю якості продукції та відповідності виробничих процесів вимогам національних і міжнародних стандартів.

У цьому контексті перехід до гармонізації з європейськими та міжнародними вимогами здійснюється поетапно: спочатку відбувається скасування застарілих національних стандартів, далі — впровадження гармонізованих стандартів серій EN та ISO, а завершальним етапом є адаптація виробничих процесів і систем контролю якості до нових вимог [9]. Така послідовність забезпечує поступову інтеграцію металургійної галузі України до європейського нормативного простору.

Водночас особлива увага має бути приділена розробленню перехідних регламентів для марок сталей і сплавів, що не мають прямих міжнародних аналогів [10], оскільки впровадження стандартів EN супроводжується методологічними розбіжностями, які формують нормативно-методичний розрив та зумовлюють необхідність корекції технологічних параметрів і експериментальної верифікації результатів [11].

Реалізація зазначених підходів потребує належного нормативно-правового та стандартизаційного забезпечення, яке формує основу для гармонізації вимог і практичної імплементації міжнародних стандартів у металургійне виробництво.

Важливу роль у цьому відіграють Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [12], Закон України «Про стандартизацію» [13], а також національні стандарти ДСТУ ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT)» та ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT)» та інші. Важливим нормативним документом також є Наказ Міністерства економіки України від 11.02.2026 № 2321 «Про затвердження Переліку національних стандартів для цілей застосування Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки» [14], який визначає перелік національних

стандартів, гармонізованих із міжнародними та європейськими вимогами, що застосовуються під час оцінювання відповідності, повірки, калібрування та експлуатації засобів вимірювальної техніки.

Вагомий внесок у розвиток національної системи стандартизації здійснюють технічні комітети стандартизації України (зокрема ТК 3 «Стандартизація методів визначення хімічного складу матеріалів металургійного призначення», ТК 63 «Метрологія та вимірювання», ТК 81 «Стандартизація методів контролю механічних, металографічних і корозійних випробувань металопродукції» тощо) [15], які розробляють проекти національних стандартів, беруть участь у їх перегляді та гармонізації з міжнародними й європейськими нормативними документами, а також формують пропозиції щодо вдосконалення нормативної бази у відповідних сферах діяльності. Значне місце у цьому процесі відіграє також Національний орган стандартизації України — ДП «УкрНДНЦ» [16], який координує роботи з розроблення, прийняття, перегляду та скасування національних стандартів, забезпечує їх гармонізацію з міжнародними та європейськими нормативними документами, організовує діяльність технічних комітетів стандартизації та формує програму робіт з національної стандартизації.

Отже, незважаючи на наявність розвиненої нормативно-правової бази, забезпечення високої точності вимірювань і стабільної якості металопродукції залишається одним із ключових завдань металургійних підприємств. Впровадження нових технологій, автоматизація виробництва та інтеграція металургійних підприємств у світовий економічний простір висувають нові вимоги до метрологічного забезпечення та стандартизації металургійного виробництва.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження сучасного стану метрології та стандартизації в металургії, аналіз їх ролі у забезпеченні точності вимірювань, контролю якості металопродукції та ефективності виробничих процесів, а також визначення перспектив розвитку метрологічного забезпечення й нормативної бази галузі відповідно до міжнародних вимог.

Об'єкт та методика дослідження. Об'єктом дослідження є процеси метрологічного забезпечення та стандартизації в металургійній галузі.

В якості матеріалів дослідження було використано чинні національні стандарти (ДСТУ), зокрема стандарти, гармонізовані з міжнародними (ДСТУ ISO, ДСТУ ASTM) та європейськими стандартами (ДСТУ EN, ДСТУ EN ISO), а також інституційні документи (OIML, ILAC та EA), що встановлюють вимоги до здійснення метрологічної діяльності, повірки та калібрування засобів вимірювальної техніки, а також регламентують підходи до оцінювання та забезпечення достовірності результатів вимірювань.

Для оцінювання практичного рівня впровадження систем метрологічного забезпечення, стандартизації та сертифікації металопродукції використано відкриті інформаційні ресурси з офіційних вебсайтів провідних металургійних підприємств України (зокрема

ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь», ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»).

Методичною основою дослідження є комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема: аналіз і синтез нормативних документів, порівняльний аналіз національних та міжнародних стандартів, системний підхід до оцінювання метрологічної інфраструктури підприємств, структурно-функціональний аналіз діяльності метрологічних служб, метод класифікації нормативних документів, документальний та контент-аналіз внутрішньої документації підприємств, а також узагальнення практичного досвіду функціонування систем управління якістю та метрологічного забезпечення.

Результати дослідження. Рівень впровадження систем метрологічного забезпечення та стандартизації перебуває у прямій залежності від масштабів підприємства, рівня його технічного розвитку та ступеня інтеграції у міжнародні ринки, що визначає якість вимірювальних процесів і ефективність систем управління якістю продукції. Метрологічне забезпечення на металургійних підприємствах, як правило, здійснюється власною метрологічною службою, яка є невід'ємним структурним підрозділом підприємства та забезпечує організацію, контроль і підтримання єдності вимірювань у виробничих процесах. Крім того, метрологічна служба здійснює ведення обліку та реєстру засобів вимірювальної техніки, розроблення графіків їх повірки та калібрування, оцінювання невизначеності вимірювань, проведення метрологічної експертизи технічної документації й технологічних процесів, а також бере участь у внутрішніх аудитах систем управління якістю з метою забезпечення достовірності, простежуваності та єдності результатів вимірювань. У разі необхідності проведення повірки, калібрування або ремонту складних засобів вимірювальної техніки залучаються регіональні підрозділи ДП «Укрметртестстандарт» [17] або територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації, зокрема ДП «Дніпростандартметрологія» [18], ДП «Запоріжжястандартметрологія» [19], а також інші акредитовані метрологічні організації, що забезпечують виконання робіт відповідно до вимог національних і міжнародних стандартів у сфері метрології та гарантують простежуваність результатів вимірювань. Важливою складовою системи стандартизації є необхідність постійного моніторингу та актуалізації нормативної бази шляхом перевірки чинності стандартів і технічних документів на офіційних інформаційних ресурсах ДП «УкрНДНЦ» [20] та ДП «Укрметртестстандарт» [21], що забезпечує їх відповідність сучасним вимогам виробництва та міжнародної гармонізації.

Для забезпечення ефективного функціонування метрологічної служби та відповідності вимірювальних процесів встановленим вимогам на підприємствах застосовується комплекс нормативно-технічних документів (табл. 1), що регламентують різні аспекти метрологічної діяльності та визначають вимоги

Державні нормативно-технічні документи у сфері метрології та метрологічного забезпечення вимірювань

№ п/п	Назва нормативного документа	Опис документа
1	ДСТУ 2681-94 «Метрологія. Терміни та визначення. 3 Поправкою (ІПС № 8-96)»	Встановлює основні терміни та визначення понять у сфері метрології, що застосовуються під час організації та виконання вимірювань.
2	ДСТУ 3231:2007 «Метрологія. Еталони одиниць вимірювань державні, первинні та вторинні. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування»	Визначає вимоги до створення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування державних, первинних і вторинних еталонів одиниць вимірювань.
3	ДСТУ EN ISO 9001:2018 «Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT)»	Встановлює вимоги до системи управління якістю, зокрема щодо моніторингу, вимірювання та контролю процесів і продукції.
4	ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT)»	Визначає вимоги до компетентності лабораторій, простежуваності вимірювань, калібрування обладнання та забезпечення достовірності результатів.
5	ДСТУ OIML D 16:2008 «Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю (OIML D 16:1986, IDT)»	Встановлює основні принципи організації та здійснення метрологічного контролю засобів вимірювальної техніки.
6	ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2003, IDT)»	Регламентує вимоги до систем керування вимірюваннями, процесів вимірювання та вимірювального обладнання на підприємствах.
7	ДСТУ OIML D 2:2007 «Узаконені одиниці вимірювань (OIML D 2:1999, IDT)»	Визначає перелік узаконених одиниць вимірювань та правила їх застосування в Україні.
8	ДСТУ ISO/IEC Guide 98-1:2018 «Невизначеність вимірювань. Частина 1. Вступ до подання невизначеності у вимірюванні (ISO/IEC Guide 98-1:2009, IDT)»	Містить основні положення та принципи оцінювання і подання невизначеності результатів вимірювань.
9	ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 «Невизначеність вимірювань. Частина 3. Настанова щодо подання невизначеності у вимірюванні (GUM:1995) (ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT)»	Встановлює методологію оцінювання та вираження невизначеності вимірювань відповідно до міжнародної настанови GUM.
10	ДСТУ ISO/IEC Guide 98-4:2018 «Невизначеність вимірювань. Частина 4. Роль невизначеності вимірювань під час оцінювання відповідності (ISO/IEC Guide 98-4:2012, IDT)»	Визначає порядок врахування невизначеності вимірювань під час оцінювання відповідності продукції та процесів установленим вимогам.
11	ДСТУ EN 45501:2017 «Метрологічні аспекти неавтоматичних зважувальних приладів (EN 45501:2015, IDT)»	Встановлює метрологічні та технічні вимоги до неавтоматичних зважувальних приладів і методи їх оцінювання.
12	ДСТУ EN ISO 14253-1:2022 «Геометричні специфікації виробу (GPS). Перевірка вимірюванням заготовок і вимірювального обладнання. Частина 1. Правила прийняття рішень для перевірки відповідності або невідповідності специфікаціям (EN ISO 14253-1:2017, IDT; ISO 14253-1:2017, IDT)»	Визначає правила прийняття рішень щодо відповідності або невідповідності продукції встановленим геометричним специфікаціям за результатами вимірювань.
13	ДСТУ EN ISO 14253-2:2022 «Геометричні специфікації виробу (GPS). Контроль вимірюванням заготовок і вимірювального обладнання. Частина 2. Настанови щодо оцінювання невизначеності вимірювання GPS, калібрування вимірювального обладнання та перевірки продукції (EN ISO 14253-2:2011, IDT; ISO 14253-2:2011, IDT)»	Містить настанови щодо оцінювання невизначеності вимірювань, калібрування вимірювального обладнання та перевірки продукції.
14	ДСТУ EN ISO 14253-5:2022 «Геометричні специфікації виробу (GPS). Перевірка вимірюванням заготовок і вимірювального обладнання. Частина 5. Невизначеність під час перевірочних випробувань індикаторних вимірювальних приладів (EN ISO 14253-5:2015, IDT; ISO 14253-5:2015, IDT)»	Встановлює вимоги до оцінювання невизначеності під час перевірочних випробувань індикаторних вимірювальних приладів.
15	ДСТУ EN ISO 13225:2022 «Геометричні специфікації виробу (GPS). Обладнання для вимірювання розмірів. Висотоміри. Конструкція та метрологічні характеристики (EN ISO 13225:2012, IDT; ISO 13225:2012, IDT)»	Визначає конструктивні, технічні та метрологічні характеристики висотомірів, що використовуються для лінійних вимірювань.
16	ДСТУ 6044:2008 «Метрологія. Міжповірочний інтервал засобів вимірювальної техніки. Основні положення і вимоги до установлення»	Встановлює основні положення та вимоги щодо визначення і встановлення міжповірочних інтервалів засобів вимірювальної техніки.

до організації вимірювань, метрологічного контролю, калібрування і повірки засобів вимірювальної техніки, а також оцінювання достовірності результатів вимірювань.

Застосування ДСТУ EN 10204:2017 «Вироби металеві. Види документів контролю (EN 10204:2004, IDT)» є важливою складовою системи метрологічного забезпечення та управління якістю металургійної продукції, оскільки стандарт встановлює вимоги до документального оформлення результатів контролю та випробувань, забезпечує простежуваність даних щодо хімічного складу, механічних і технологічних властивостей продукції, а також підтверджує її відповідність технічним умовам, стандартам і вимогам замовника на основі сертифікатів контролю та протоколів випробувань.

Так, наприклад, якщо в сертифікаті контролю 3.1 відповідно до EN 10204:2004 «Metallic products – Types of inspection documents» («Вироби металеві. Види документів контролю») зазначено межу текучості 355 МПа та твердість 180 HB, то метрологічне забезпечення гарантує, що ці значення отримані на випробувальному обладнанні, яке пройшло повірку або калібрування, із застосуванням методик, установлених відповідними нормативними доку-

ментами, зокрема ДСТУ ISO 6892-1:2019 «Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури (ISO 6892-1:2016, IDT)» та ДСТУ EN ISO 6506-1:2019 «Матеріали металеві. Випробування на твердість по Брінеллю. Частина 1. Метод випробування (EN ISO 6506-1:2014, IDT; ISO 6506-1:2014, IDT)». Це забезпечує метрологічну простежуваність результатів вимірювань та їх відповідність установленим вимогам.

У зв'язку з цим з метою забезпечення єдності та достовірності вимірювань додатково розглянуто комплекс нормативних документів, що регламентують метрологічну діяльність, зокрема міжнародні рекомендаційні документи OIML, інституційні настанови ILAC та EA, а також міжнародні стандарти серії ISO, які формують методичну та організаційну основу сучасної метрологічної практики (табл. 2). Наведені у табл. 2 міжнародні та інституційні нормативні документи формують методологічну та організаційну основу функціонування систем метрологічного забезпечення і стандартизації на металургійних підприємствах, тим самим визначаючи не тільки порядок виконання метрологічних робіт, але і створюючи умови для підтримання єдності, достовірності

Таблиця 2

Міжнародні та інституційні нормативні документи, що регламентують метрологічну діяльність і забезпечення вимірювань

№ п/п	Назва нормативного документа	Опис документа
1	2	3
1	OIML D 1:2020 «National Metrology Systems – Developing the Institutional and Legislative Framework» («Національні метрологічні системи. Розроблення інституційної та законодавчої основи»)	Визначає принципи формування національної метрологічної системи, створення законодавчої та інституційної бази у сфері метрології, а також рекомендації щодо організації метрологічної діяльності відповідно до міжнародних вимог.
2	ILAC-G24/OIML D 10:2022 «Guidelines for the Determination of Recalibration Intervals of Measuring Equipment» («Настанови щодо визначення інтервалів повторного калібрування засобів вимірювального обладнання»)	Встановлює підходи до визначення міжкалібрувальних інтервалів засобів вимірювальної техніки з урахуванням умов експлуатації, стабільності метрологічних характеристик та ризик-орієнтованого підходу.
3	ILAC-G24/OIML D 10:2007 «Guidelines for the Determination of Calibration Intervals of Measuring Instruments» («Настанови щодо визначення інтервалів калібрування вимірювальних приладів»)	Містить методичні рекомендації щодо встановлення інтервалів калібрування вимірювальних приладів на основі їх стабільності та умов застосування.
4	OIML D 23:1993 «Principles of Metrological Control of Equipment Used for Verification» («Принципи метрологічного контролю обладнання, що застосовують для повірки»)	Визначає принципи метрологічного контролю обладнання, що використовується для повірки засобів вимірювальної техніки.
5	OIML D 30:2020 «Guide for the Application of ISO/IEC 17025 to the Assessment of Testing Laboratories Involved in Legal Metrology» («Настанова щодо застосування ISO/IEC 17025 під час оцінювання випробувальних лабораторій, що здійснюють діяльність у сфері законодавчої метрології»)	Встановлює підходи до оцінювання компетентності випробувальних лабораторій у сфері законодавчої метрології відповідно до вимог ISO/IEC 17025.
6	ILAC P10:07/2020 «ILAC Policy on Metrological Traceability of Measurement Results» («Політика ILAC щодо метрологічної простежуваності результатів вимірювань»)	Визначає політику забезпечення метрологічної простежуваності результатів вимірювань до міжнародних або національних еталонів через акредитовані лабораторії.
7	EA-4/02 M:2022 «Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration» («Оцінювання невизначеності вимірювання під час калібрування»)	Містить методичні положення щодо оцінювання невизначеності вимірювання під час калібрування відповідно до підходів GUM.

1	2	3
8	ISO 14253-1:2017 «Geometrical Product Specifications (GPS) — Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment – Part 1: Decision rules for verifying conformity or nonconformity with specifications» («Геометричні характеристики виробів (GPS). Контроль шляхом вимірювання деталей і вимірювального обладнання. Частина 1: Правила прийняття рішень щодо підтвердження відповідності або невідповідності специфікаціям»)	Встановлює правила прийняття рішень щодо відповідності геометричних характеристик виробів з урахуванням невизначеності вимірювань.
9	ISO 14253-2:2011 + Cor 1:2013 «Geometrical product specifications (GPS) – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment – Part 2: Guidance for the estimation of uncertainty in GPS measurement, in calibration of measuring equipment and in product verification» («Геометричні характеристики виробів (GPS) — Контроль шляхом вимірювання деталей і вимірювального обладнання — Частина 2: Настанови щодо оцінювання невизначеності вимірювання при вимірюваннях GPS, калібруванні вимірювального обладнання та перевірці продукції»)	Надає настанови щодо оцінювання невизначеності вимірювання у GPS-системі та застосування при калібруванні і контролі продукції.
10	ISO 5725-2:2025 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method» («Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювань — Частина 2: Базовий метод визначення повторюваності та відтворюваності стандартного методу вимірювання»)	Встановлює статистичний метод оцінювання повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань.
11	ISO 5725-3:2023 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 3: Intermediate precision and alternative designs for collaborative studies» («Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювань — Частина 3: Проміжна прецизійність і альтернативні схеми міжлабораторних досліджень»)	Розглядає методи оцінювання проміжної прецизійності та альтернативні схеми міжлабораторних досліджень.
12	ISO 5725-4:2020 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 4: Basic methods for the determination of trueness of a standard measurement method» («Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювань — Частина 4: Основні методи визначення правильності стандартного методу вимірювання»)	Описує методи визначення правильності стандартних методів вимірювання.
13	ISO 5725-5:2025 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method» («Точність (правильність і прецизійність) методів і результатів вимірювань — Частина 5: Альтернативні методи визначення прецизійності стандартного методу вимірювання»)	Описує альтернативні статистичні методи оцінювання прецизійності стандартних методів вимірювання.

та простежуваності вимірювань на всіх етапах виробничого процесу, що є важливою передумовою забезпечення стабільної якості та відповідності продукції встановленим вимогам.

З огляду на зазначене, актуальним є дослідження специфіки впровадження систем метрологічного забезпечення та стандартизації на провідних металургійних підприємствах України, що дозволяє комплексно оцінити рівень їх практичної реалізації, ефективність функціонування у виробничих умовах, визначити проблемні аспекти та обґрунтувати напрями подальшого вдосконалення метрологічного забезпечення і стандартизації.

Так, ПАТ «Запоріжсталь» (м. Запоріжжя) характеризується високим рівнем розвитку як метрологічної інфраструктури, так і систем стандартизації виробництва. Підприємство впровадило інтегровану систему менеджменту якості, сертифіковану відповідно до вимог ISO 9001:2015 «Quality management systems – Requirements», що регламентує процесний підхід до управління якістю продукції. Метрологічне забезпечення реалізується через центральну заводську лабораторію, яка виконує хімічні, спектральні та фізико-механічні випробування із застосуванням сучасних засобів вимірювальної техніки. Стандартизація виробництва забезпечується використанням гармонізованих із вимогами ISO мето-

дик контролю та внутрішніх нормативних документів підприємства. На підприємстві згідно з даними [20] впроваджено та сертифіковано системи менеджменту відповідно до вимог EN ISO 50001:2018 «Energy management systems – Requirements with guidance for use», ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use» та ISO 14001:2015 «Environmental management systems – Requirements with guidance for use». Крім того, продукція підприємства виготовляється відповідно до вимог EN 10025-1:2004 «Hot rolled products of structural steels – Part 1: General technical delivery conditions», що підтверджує відповідність виробничої діяльності міжнародним вимогам у сфері якості, енергетичного менеджменту, охорони праці та екологічного управління.

Для **ПрАТ «Дніпроспецсталь»** (м. Запоріжжя), що спеціалізується на виробництві спеціальних сталей і сплавів, притаманна розвинена система метрологічного забезпечення та стандартизації. Зокрема на підприємстві функціонує система управління якістю, сертифікована відповідно до вимог ISO 9001:2015 «Quality Management Systems – Requirements», а також впроваджено комплекс процедур контролю, випробувань і метрологічного нагляду, що забезпечує стабільність показників якості продукції та її відповідність міжнародним вимогам. Високий рівень стандартизації виробництва підтверджується згідно з даними [23, 24] наявністю сертифікатів і схваленень провідних міжнародних організацій, зокрема TÜV Thüringen e.V. (TÜV CERT), Det Norske Veritas (DNV, Норвегія), Germanischer Lloyd (Німеччина), Lloyd's Register (Велика Британія) та Aviation Register of the Interstate Aviation Committee (AP МАК). Крім того, продукція підприємства відповідає вимогам Directive 2014/68/EU of the European Parliament and of the Council on Pressure Equipment (PED 2014/68/EU) («Директива Європейського Парламенту та Ради щодо обладнання, що працює під тиском») та нормативного документа AD 2000 Merkblatt W0 «General Principles for Materials» («Загальні вимоги до матеріалів для обладнання, що працює під тиском»). Підприємство також має схвалення Association of American Railroads (AAR) («Американська асоціація залізниць») на виробництво осевих заготовок для залізничного рухомого складу. Наявність зазначених сертифікатів і схваленень підтверджує відповідність продукції підприємства вимогам міжнародних ринків та забезпечує її застосування у машинобудівній, енергетичній, авіаційній, суднобудівній, транспортній та нафтогазовій галузях.

ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» (м. Кам'янське) реалізує сучасний підхід до метрологічного забезпечення, інтегруючи його із системою стандартизації та управління якістю виробничих процесів. Підприємство функціонує відповідно до вимог міжнародних стандартів систем менеджменту якості ISO 9001 та екологічного менеджменту ISO 14001, що забезпечує системний контроль виробничої діяльності та відповідність продукції встановленим нормативним вимогам. Контроль якості

металопродукції здійснюється акредитованими лабораторними підрозділами підприємства, які виконують хімічні, механічні та технологічні випробування із застосуванням сучасних засобів вимірювальної техніки, стандартизованих методик аналізу та процедур метрологічного контролю. Важливим елементом системи стандартизації підприємства є підтвердження відповідності продукції вимогам національних і міжнародних нормативних документів. Згідно з даними [25], продукція **ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»** сертифікована відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 31334:2009 «Осі для рухомого складу залізниць колії 1520 мм. Технічні умови (ГОСТ 31334-2007, IDT)» (чинність стандарту припинено з 01.01.2026 р.), ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови» та DIN EN 10025-2:2019 «Hot Rolled Products of Structural Steels – Part 2: Technical Delivery Conditions for Non-Alloy Structural Steels» («Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 2. Технічні умови постачання для нелегованих конструкційних сталей»). Наявність зазначених сертифікатів підтверджує відповідність продукції підприємства вимогам щодо якості, безпеки та експлуатаційних характеристик на національному й міжнародному рівнях.

ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (м. Кривий Ріг) характеризується високим рівнем інтеграції систем метрологічного забезпечення, стандартизації та управління якістю виробництва. Центральна лабораторія контролю якості підприємства забезпечує виконання повного комплексу стандартизованих випробувань металопродукції, включаючи спектральний, хімічний, металографічний та механічний аналіз, що сприяє забезпеченню достовірності результатів вимірювань і контролю відповідності продукції встановленим вимогам. Важливим складником системи забезпечення якості є сертифікація продукції та підтвердження її відповідності національним і міжнародним нормативним документам. На підприємстві впроваджено та підтримується система менеджменту якості, сертифікована відповідно до вимог ISO 9001:2015. Відповідно до інформації, наведеної в [26], здійснюється екологічне декларування продукції згідно з вимогами EN 15804:2012+A2:2019 «Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products» («Сталий розвиток будівельних об'єктів. Екологічні декларації продукції. Основні правила для категорії будівельної продукції») та BRE SD 207 «Verification of BRE Global Type III Environmental Product Declaration of Construction Products» («Верифікація екологічної декларації будівельної продукції типу III системи BRE Global»), що підтверджує відповідність продукції екологічним критеріям і принципам сталого розвитку. За даними офіційного сайту підприємства [26], арматурний, сортовий та фасонний прокат відповідають вимогам нормативних документів Австралії (AS/NZS 4671), Великої Британії (BS 4449:2005), Німеччини (DIN 488), Нідерландів (NEN 6008 та BRL 0501), а також стандартам Польщі, Фінляндії, Швеції, Норвегії,

Румунії, Ізраїлю та інших держав. Металопродукція ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» сертифікована також на відповідність вимогам ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови» та ДСТУ EN 10025-2:2022 «Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 2. Технічні умови постачання для нелегованих конструкційних сталей». Отже, набуття підприємством зазначених сертифікатів підтверджує високий рівень стандартизації виробництва, ефективність функціонування системи метрологічного забезпечення та конкурентоспроможність металопродукції на міжнародному ринку.

Метрологічна діяльність **АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»** (м. Дніпро) інтегрована в систему менеджменту якості, сертифіковану відповідно до вимог ISO 9001:2015, що передбачає регламентований контроль засобів вимірювальної техніки, простежуваність вимірювань та документування результатів контролю на всіх етапах виробничого процесу. На металургійному підприємстві діє система виробничого контролю якості, яка включає лабораторні підрозділи, що здійснюють комплексну оцінку відповідності трубної продукції встановленим вимогам шляхом проведення хімічного, механічного та технологічного контролю її параметрів. Зокрема, визначення фізико-механічних характеристик, хімічного складу, дослідження структури, якості поверхні та геометричних параметрів металопродукції здійснюється із застосуванням уніфікованих методів контролю та випробувань, що відповідають вимогам міжнародних і національних нормативних документів. Орієнтуючись на дані офіційних сайтів **«ІНТЕРПАЙП»** [27] та **АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»** [28], зазначене підприємство пройшло сертифікацію за широким спектром міжнародних і національних стандартів, що підтверджує високий рівень якості металопродукції та виробничих процесів. Безпосередньо підприємство має сертифіковану систему екологічного менеджменту згідно з ISO 14001, систему управління охороною праці та безпекою персоналу відповідно до ISO 45001,

а також систему енергетичного менеджменту згідно з ISO 50001. Для залізничної продукції підприємства підтверджено відповідність вимогам міжнародного галузевого стандарту ISO 22163:2023 (IRIS) «Railway applications – Railway quality management system – ISO 9001:2015 and specific requirements for application in the railway sector» («Залізничний транспорт. Система менеджменту якості на залізничному транспорті. Вимоги ISO 9001:2015 та спеціальні вимоги до застосування в залізничній галузі»), який застосовується у сфері залізничного машинобудування та постачання залізничної продукції. Також підприємство сертифіковане відповідно до стандарту AAR M-1003:2024 «Specification for Quality Assurance» («Специфікація щодо забезпечення якості»), що встановлює вимоги до виробників компонентів рухомого складу залізниць Північної Америки. Трубна продукція АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» сертифікована згідно з вимогами міжнародних стандартів API Specification 5CT «Specification for Casing and Tubing for Oil and Gas Wells» («Специфікація на обсадні та насосно-компресорні труби для нафтових і газових свердловин»), API Specification 5L «Specification for Line Pipe» («Специфікація API 5L на лінійні труби (трубопровідні труби) для транспортування нафти, газу та інших середовищ»), DIN EN 10255:2004+A1:2007 «Non-alloy steel tubes suitable for welding and threading – Technical delivery conditions» («Труби сталеві з нелегваної сталі, придатні для зварювання та нарізання різьби. Технічні умови постачання»), DIN EN 10210-1:2006 «Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part 1: Technical delivery conditions» («Порожнисті профілі гарячої формовки з нелегованих та дрібнозернистих конструкційних сталей. Частина 1. Технічні умови постачання») та інші. Крім того, продукція має сертифікацію відповідно до вимог морських класифікаційних товариств Lloyd's Register, DNV та RINA, а також відповідає вимогам Директиви 2014/68/EU (Pressure Equipment Directive, PED) щодо обладнання, що працює під тиском.

Окрім зазначених стандартів на готову продукцію,

Таблиця 3

Державні нормативні документи, що регламентують контроль сировини, методи випробувань та якість металопродукції

№ п/п	Назва нормативного документа	Опис документа
1	2	3
1	ДСТУ 3196:2015 «Руди залізні та марганцеві. Методи готування проб»	Встановлює методи готування проб залізних і марганцевих руд для визначення хімічного складу, масової частки вологи, гранулометричного складу й інших фізичних і металургійних властивостей партії продукції з метою оцінювання її якості.
2	ДСТУ 8811.10:2023 «Руди залізні, концентрати, агломерати, окатки та брикети. Методи визначення масової частки хрому»	Описує методи лабораторного визначення масової частки хрому у залізорудній сировині та продуктах її переробки.
3	ДСТУ 8833:2019 «Виливки із сірого чавуну з пластинчастим графітом. Загальні технічні умови»	Встановлює технічні вимоги до виливків із сірого чавуну, включаючи механічні властивості та структуру.
4	ДСТУ 9000:2020 «Вапно для сталеплавильного, феросплавного та агломераційного виробництв. Методи аналізу та випробування»	Встановлює методи хімічного аналізу та випробування вапна, що використовується в металургійних процесах.

1	2	3
5	ДСТУ 4127:2002 «Феросиліцій. Загальні технічні умови (ISO 5445:1980, NEQ). З Поправкою (ІПС № 2-2004)»	Встановлює технічні вимоги до феросиліцію як легувального матеріалу.
6	ДСТУ 9151:2021 «Феросилікомарганець. Методи визначення кремнію»	Визначає методики аналізу масової частки кремнію у феросилікомарганці.
7	ДСТУ EN 575:2006 «Алюміній та алюмінієві сплави. Лігатури, одержані переплавленням. Технічні умови (EN 575:1995, IDT)»	Визначає технічні вимоги до лігатур на основі алюмінію, отриманих методом переплавлення, зокрема вимоги до хімічного складу, якості, маркування, методів контролю, приймання та постачання продукції, що використовується для легування алюмінієвих сплавів.
8	ДСТУ ISO 1035.1-2001 «Прокат сталевий гарячекатаний. Частина 1. Прокат круглий. Розміри (ISO 1035.1:1980, IDT). З поправкою (ІПС № 2-2003)»	Встановлює розміри та допуски для гарячекатаного круглого прокату.
9	ДСТУ ISO 1035-3:2004 «Прокат сталевий гарячекатаний. Частина 3. Прокат штабовий. Розміри (ISO 1035-3:1980, IDT)»	Встановлює розміри та допуски гарячекатаного штабового прокату.
10	ДСТУ 4121:2022 «Метали чорні вторинні. Загальні технічні умови. Зміна № 1 (ІПС № 5-2024)»	Визначає вимоги до чорного металобрухту як вторинної сировини.
11	ДСТУ ASTM A36/A36M:2023 «Сталь вуглецева конструкційна. Технічні вимоги (ASTM A36/A36M-19, IDT)»	Визначає вимоги до вуглецевої конструкційної сталі для будівництва та машинобудування.
12	ДСТУ ISO 683-17:2008 «Сталі термооброблені, леговані та автоматні. Частина 17. Підшипникові сталі (ISO 683-17:1999, IDT)»	Визначає вимоги до легованих підшипникових сталей після термічної обробки.
13	ДСТУ EN 10088-2:2010 «Сталі нержавкві. Частина 2. Лист і стрічка з корозійностійких сталей загальної призначеності. Технічні умови постачання (EN 10088-2:2005, IDT)»	Встановлює технічні умови постачання нержавіючих сталей у вигляді листа та стрічки.
14	ДСТУ EN ISO 14284:2019 «Сталь та чавун. Відбирання та готування проб для визначення хімічного складу (EN ISO 14284:2002, IDT; ISO 14284:1996, IDT)»	Визначає правила відбору та підготовки проб для хімічного аналізу сталі та чавуну.
15	ДСТУ 3021-95 «Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення»	Визначає основні терміни у сфері контролю якості та випробувань продукції.
16	ДСТУ 8920:2019 «Сталі та сплави. Методи визначення газів»	Встановлює методи визначення вмісту газів (кисню, азоту, водню) у сталі
17	ДСТУ ISO 6892-1:2019 «Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури (ISO 6892-1:2016, IDT)»	Визначає метод випробування металів на розтяг за кімнатної температури.
18	ДСТУ EN ISO 6506-1:2019 «Матеріали металеві. Випробування на твердість по Брінеллю. Частина 1. Метод випробування (EN ISO 6506-1:2014, IDT; ISO 6506-1:2014, IDT)»	Встановлює метод визначення твердості металів за Брінеллем.
19	ДСТУ ISO 6507-1:2007 «Матеріали металеві. Визначення твердості за Віккерсом. Частина 1. Метод випробування (ISO 6507-1:2005, IDT)»	Встановлює метод вимірювання твердості металів за Віккерсом.
20	ДСТУ ISO 6508-1:2013 «Металеві матеріали. Визначення твердості за Роквеллом. Частина 1. Метод випробування (шкали A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005, IDT)»	Встановлює метод визначення твердості металів за Роквеллом.
21	ДСТУ ISO 643:2009 «Сталі. Мікрографічний метод визначення видимого розміру зерна (ISO 643:2003, IDT)»	Встановлює метод оцінювання розміру зерна сталі мікроструктурним аналізом.
22	ДСТУ ISO 4967:2017 «Сталь. Визначення вмісту неметалевих включень. Металографічний метод оцінювання за стандартними шкалами (ISO 4967:2013, IDT)»	Регламентує металографічну оцінку неметалевих включень у сталі.
23	ДСТУ EN ISO 14284:2014 «Сталь та чавун. Відбір та готування проб для визначення хімічного складу (EN ISO 14284:2002, IDT)»	Встановлює методи відбору проб для хімічного аналізу сталі та чавуну.

1	2	3
24	ДСТУ ISO 377:2014 «Сталь і сталеві вироби. Розташування та готування проб і випробних зразків для механічного випробування (ISO 377:2013, IDT)»	Регламентує правила відбору та підготовки зразків для механічних випробувань.
25	ДСТУ ISO 15350:2004 «Сталь та чавун. Визначення загального вуглецю та сірки методом інфрачервоної спектроскопії після спалювання в індукційній печі (поточний метод) (ISO 15350:2000, IDT)»	Встановлює метод інфрачервоної спектроскопії для визначення вуглецю і сірки у сталі.

на металургійних підприємствах функціонує також розгалужена система нормативних документів, що регламентують вимоги до сировинних матеріалів, напівфабрикатів, а також методів контролю та випробувань. Зокрема, до таких документів належать стандарти на вихідну сировину (руди, феросплави, кокс, вапно, агломерат, металобрухт тощо) (табл. 3), які визначають допустимий хімічний склад, гранулометричний склад та інші показники якості, що безпосередньо впливають на стабільність технологічних процесів.

Окреме місце в системі контролю якості займають нормативні документи, що регламентують проведення металографічних досліджень (табл. 3), які дозволяють оцінити мікроструктуру металів і сплавів, визначити розмір зерна, характер фазових складових, наявність включень, мікродефектів та особливості структурних перетворень, що виникають у процесі термічної та механічної обробки матеріалів.

Важливу групу також становлять нормативні документи, які регламентують методики визначення фізико-механічних властивостей матеріалів (табл. 3). Вони встановлюють вимоги до випробувань на розтяг, твердість, ударну в'язкість, пластичність, а також інші експлуатаційні характеристики металопродукції. Застосування уніфікованих методів випробувань забезпечує відтворюваність результатів та їх порівнюваність на міжнародному рівні.

Отже, аналіз наведених у табл. 3 нормативних документів свідчить, що в Україні послідовно здійснюється гармонізація національної нормативної бази з міжнародними стандартами ISO та ASTM, а також європейськими стандартами EN. Це проявляється у впровадженні ідентичних або адаптованих стандартів щодо контролю сировини, методів випробувань, хімічного аналізу та оцінювання фізико-механічних властивостей металопродукції. Такий підхід забезпечує уніфікацію методик вимірювань і випробувань, підвищує відтворюваність та достовірність результатів, а також сприяє взаємному визнанню продукції на міжнародних ринках. Гармонізовані стандарти дозволяють інтегрувати вітчизняні металургійні підприємства у світову систему технічного регулювання, підвищуючи їх конкурентоспроможність та забезпечуючи відповідність продукції сучасним вимогам якості, безпеки та сталого розвитку.

Поряд із національними та міжнародними стандартами на металургійних підприємствах України застосовуються також власні технічні умови (ТУ), технічні вимоги (ТВ) та технологічні інструкції (ТІ)

(табл. 4), що зумовлено необхідністю деталізації вимог до продукції, технологічних процесів і методів контролю якості, які не завжди повною мірою регламентуються чинними ДСТУ або міжнародними стандартами ISO та EN.

Важливою складовою нормативної бази металургійної галузі є також система нормативно-правових актів з охорони праці, яка охоплює галузеві та міжгалузеві нормативні документи, санітарно-гігієнічні норми й будівельні стандарти. Зокрема, до основних галузевих нормативних документів належать НПАОП 27.0-7.04-21 «Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я на роботі в металургійній промисловості», НПАОП 27.1-1.01-09 «Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві», НПАОП 27.35-1.01-09 «Правила охорони праці у феросплавному виробництві», НПАОП 27.1-1.04-09 «Правила охорони праці у прокатному виробництві підприємств» тощо [29]. Зазначені нормативні документи встановлюють вимоги до безпечного виконання виробничих процесів, експлуатації технологічного обладнання, організації робочих місць та забезпечення належних умов праці, формуючи комплексну систему управління виробничою безпекою на металургійних підприємствах. Ефективне виконання цих вимог безпосередньо залежить від належного метрологічного забезпечення, яке гарантує достовірність результатів вимірювань параметрів технологічних процесів, виробничого середовища та технічного стану обладнання, забезпечуючи об'єктивний контроль умов праці, безпечну експлуатацію технологічних об'єктів і стабільну якість металопродукції.

Незважаючи на наявність розвиненої багаторівневої нормативної бази, її практичне застосування супроводжується низкою організаційних, технічних і метрологічних проблем. До основних із них належать технічне зношення парку засобів вимірювальної техніки, що негативно впливає на стабільність і точність вимірювань, недостатній рівень цифровізації та автоматизації вимірювальних і контрольних процесів.

Істотним обмежувальним фактором залишається вплив людського фактора, який проявляється у порушенні вимог нормативно-технічної документації та недостатньому рівні професійної підготовки персоналу. Крім того, спостерігається нерівномірність впровадження сучасних міжнародних стандартів на підприємствах, що ускладнює уніфікацію методів вимірювань і забезпечення простежуваності їх результатів.

Внутрішні нормативні документи (ТУ, ТВ, ТІ), що використовуються на металургійних підприємствах України

№ п/п	Підприємство	Внутрішні нормативні документи
1	ПАТ «Запоріжсталь»	ТУ У 28.9-00187375-106:2018 «Валки чавунні та сталеві для гарячого прокатування металів. Технічні умови»; ТУ У 23.9-00196204-025:2020 «Блоки вуглецеві для футерування доменних та металургійних печей. Технічні умови»; ТУ У 23.2-00191885-030:2023 «Суміші вогнетривкі сухі бетонні. Технічні умови»; ТІ 226-ОА-02-2019 «Виробництво офлюсованого агломерату. Технологічна інструкція»; ТВ 226-21:2021 «Азот газоподібний та рідкий. Технічні вимоги»; ТВ 226-22:2023 «Кисень газоподібний технічний та медичний. Технічні вимоги» та ін.
2	ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»	ТУ У 27.1-23365425-639:2008 «Профілі періодичного гвинтового прокатування із безперервнолитої заготовки. Технічні умови»; ТУ У 24.1-05757883-218:2019 «Гарячекатаний прокат. Технічні умови»; ТУ У 24.1-31632138-1417:2019 «Круглі прутки. Технічні умови»; ТВ 230-33-2018 «Сталеві кулі і заготовки. Технічні вимоги»; ТВ 230-34-2017 «Структура та твердість сталевих виробів. Технічні вимоги» та ін.
3	ПрАТ «Дніпрспецсталь»	ТУ 143-СР-11-99 «Технічні умови по розливці сталі сифоном в сухі виливниці з екзотермічними сумішами»; ТУ 143-СР-1-99 «Технічні умови по розливці сталі у виливниці, змащені лаком»; ТУ 143-СР-13-99 «Технічні умови по розливці сталі у виливниці без прибуткових надставок»; ТІ 143-С-1-91 «Технічна інструкція по виплавці підшипникової сталі в основних дугових електропечах»; ТІ 143-С-21-91 «Технічна інструкція по виплавці інструментальних легованих сталей»; ТІ 143-С-37-91 «Технічна інструкція по забезпеченню хімічного складу сталі»; ТІ 143-СМ-1-91 «Технічна інструкція по вимірюванню температури рідкої сталі» та ін.
4	АТ «Запорізький завод феросплавів»	ТУ У 14-9-374-98 «Агломерат марганцевий. Технічні умови»; ТУ У 322-00190443-125-99 «Кокс кам'яновугільний класу крупності 25–40 мм. Технічні умови»; ТУ У 26.5-00193714-042:2001 «Вапно для сталеплавильного і феросплавного виробництва. Технічні умови»; ТУ У 13.2-00190911-001-2004 «Руда марганцева збагачена (концентрати марганцеворудні Нікопольського басейну). Технічні умови»; ТУ У 14.5-01056244-001:2007 «Кварцити ТК 97-100. Технічні умови» та ін.
5	АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»	ТУ У 27.2-05393139-010:2001 «Труби сталеві електрозварні профільні. Технічні умови»; ТУ У 27.2-05393139-018:2008 «Труби сталеві діаметром 89 мм - 550 мм з зовнішнім антикорозійним поліетиленовим покриттям для магістральних газонафтопроводів. Технічні умови» та ін.
6	ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКОТЪЮБ»	ТУ 14-3-190:2004 «Труби сталеві безшовні для котельних установок і трубопроводів. Технічні умови»; ТУ 14-3-1128:2005 «Труби сталеві безшовні гарячедеформовані для газопроводів газліфтних систем і улаштування газових родовищ. Технічні умови»; ТУ 14-3-460:2009/ТУ У 27.2-05757883-207:2009 «Труби сталеві безшовні для парових котлів та трубопроводів. Технічні умови»; ТУ У 27.2-8-77:2003 «Труби сталеві безшовні гарячекатані переробні для виготовлення насосно-компресорних труб по ГОСТ 633. Технічні умови» та ін.

Додатковими проблемами є обмежене застосування інтелектуальних систем і неруйнівних методів контролю, а також недостатня інтеграція метрологічних даних до єдиних цифрових інформаційних систем управління виробничими процесами. У сукупності зазначені чинники стримують підвищення ефективності систем метрологічного забезпечення та стандартизації.

Подолання зазначених проблем потребує комплексного вдосконалення нормативно-технічної бази, розвитку сучасних вимірювальних технологій, цифровізації виробничих процесів та подальшої гармонізації національних стандартів із міжнародними

й європейськими нормативними документами.

У зв'язку з цим серед основних рекомендацій щодо прискорення гармонізації національних стандартів України з міжнародними та європейськими нормативними документами у сфері матеріалознавства для металургійної галузі доцільно виділити наступні напрями [30]:

1. Систематичний моніторинг міжнародних стандартів (ISO, ASTM, EN) з метою своєчасного оновлення ДСТУ відповідно до сучасних вимог щодо визначення фізико-механічних властивостей матеріалів.

2. Розширення практики прямого впровадження

міжнародних стандартів (IDT), насамперед у сфері металографічних досліджень і механічних випробувань.

3. Уніфікація термінології шляхом розроблення галузевих двомовних глосаріїв на основі міжнародних стандартів.

4. Цифровізація нормативної бази, зокрема створення електронних баз даних та інтерактивних матриць відповідності між ДСТУ, ISO, ASTM і EN.

5. Гармонізація методів оцінювання експлуатаційної надійності та ширше впровадження міжнародних стандартів неруйнівного контролю.

6. Активізація діяльності технічних комітетів стандартизації та розширення участі українських фахівців у роботі міжнародних технічних комітетів ISO.

7. Розвиток системи акредитації випробувальних лабораторій відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT)» для забезпечення міжнародного визнання результатів випробувань і сертифікації продукції.

Реалізація зазначених рекомендацій створить передумови для подальшого вдосконалення системи метрологічного забезпечення та стандартизації в металургійній галузі, підвищення рівня цифровізації вимірювальних процесів, розширення застосування інтелектуальних і неруйнівних методів контролю, а також забезпечення простежуваності результатів вимірювань відповідно до міжнародних вимог.

Отже, реалізація запропонованих напрямів сприятиме підвищенню точності, достовірності та простежуваності результатів вимірювань, удосконаленню систем контролю якості, підвищенню ефективності технологічних процесів, а також зміцненню конкурентоспроможності металургійної продукції на внутрішньому та міжнародному ринках.

Висновки

1. Показано, що характерними рисами впровадження систем метрологічного забезпечення на металургійних підприємствах України є:

— наявність власних метрологічних служб, які забезпечують організацію, контроль і підтримання єдності вимірювань у виробничих процесах;

— виконання комплексу метрологічних процедур, зокрема ведення обліку засобів вимірювальної техніки, розроблення графіків повірки та калібрування, оцінювання невизначеності вимірювань, проведення метрологічної експертизи технічної документації та участь у внутрішніх аудитах систем управління якістю;

— залучення акредитованих організацій (ДП «Укрметрестестстандарт», територіальних центрів стандартизації, метрології та сертифікації) для повірки, калібрування та ремонту складних засобів вимірювальної техніки;

— постійний моніторинг і актуалізація нормативної

бази з метою забезпечення відповідності сучасним виробничим і міжнародним вимогам;

— упровадження інтегрованих систем менеджменту якості відповідно до ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements, що забезпечує процесний підхід до управління якістю продукції;

— розвиток метрологічної діяльності відповідно до міжнародних стандартів і рекомендацій OIML, ILAC та EA, що гарантує простежуваність, достовірність і єдність вимірювань у виробничих умовах.

2. Розглянуто особливості впровадження систем метрологічного забезпечення та стандартизації на провідних металургійних підприємствах України, що дало змогу оцінити сучасний рівень розвитку метрологічної інфраструктури як такий, що відповідає сучасним вимогам виробництва, однак потребує подальшого технічного вдосконалення, автоматизації метрологічних процесів і розширення застосування міжнародних стандартів.

Встановлено, що неузгодженість упровадження міжнародних стандартів на окремих підприємствах України ускладнює уніфікацію методів вимірювань і забезпечення простежуваності їх результатів. До основних проблем впровадження метрологічного забезпечення слід віднести технічне зношення вимірювального обладнання, недостатній рівень автоматизації метрологічних процесів та вплив людського фактора. Водночас визначено перспективні напрями розвитку метрологічного забезпечення, зокрема цифровізацію вимірювальних процесів, упровадження інтелектуальних вимірювальних систем і розширення використання неруйнівних методів контролю.

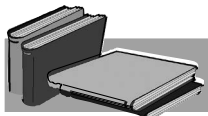
3. Показано необхідність розроблення національних стандартів для матеріалів і комплектуючих, характеристики яких не можуть бути повністю узгоджені з вимогами міжнародних та європейських стандартів через особливості вітчизняних технологій виробництва. Насамперед це стосується окремих марок сталей і сплавів, спеціалізованих металевих виробів, а також комплектуючих для транспортного машинобудування, енергетичного обладнання та інших галузей, у яких застосовуються унікальні конструктивні або технологічні рішення. Розроблення таких стандартів є нагальною потребою, оскільки воно сприятиме усуненню нормативно-методичних розбіжностей між національними та міжнародними вимогами, забезпечить адаптацію виробничих процесів і методів контролю до специфіки вітчизняного виробництва, покращить взаємодію з міжнародними партнерами шляхом уніфікації технічної документації та контролю характеристик продукції, а також підвищить конкурентоспроможність металургійної продукції на внутрішньому й зовнішньому ринках.

4. Обґрунтовано доцільність фінансування розроблення національних стандартів зацікавленими підприємствами шляхом їх замовлення у Технічних комітетах стандартизації, які є основними суб'єктами розроблення нормативних документів, але здійснюють свою діяльність на неприбуткових засадах. Показано, що забезпечення гарантовано-

го фінансування таких робіт є необхідною умовою своєчасного розроблення, експертизи, погодження та подання проєктів стандартів до Національного органу стандартизації ДП «УкрНДНЦ» для проведення процедур перевірки, прийняття та реєстрації. Реалізація такого підходу створить належні організаційно-фінансові передумови для систематичного оновлення національної нормативної бази відповідно до потреб металургійної промисловості, прискорить розроблення стандартів на матеріали та комплектуючі, що не мають аналогів у міжнародній практиці або не можуть бути повністю гармонізовані з міжнародними та європейськими вимогами, а також сприятиме

підвищенню ефективності діяльності Технічних комітетів стандартизації, розвитку національної системи стандартизації та її подальшій інтеграції до європейського й міжнародного нормативного простору.

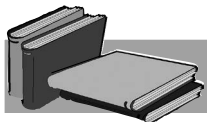
Під час написання та підготовки статті до друку було використано інструменти штучного інтелекту (зокрема ChatGPT) для форматування тексту, мовного редагування, вдосконалення стилістичного оформлення, а також допомоги в оформленні списку використаних літературних джерел відповідно до встановлених бібліографічних вимог.



ЛІТЕРАТУРА

1. Федорович В.О., Пупань Л.І., Островерх Є.В. Метрологічне забезпечення якості продукції у машинобудуванні: навч. посібн. для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. 148 с.
2. Макота О.І., Олійник Л.П., Комаренська З.М. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2019. 172 с.
3. Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: підручник / за ред. Р.В. Бичківського. 2-ге вид., випр. і доп. Львів: Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2004. 560 с.
4. Velychko O., Gordiyenko T. Application of systems thinking to the establishment of metrological traceability chains. *Український метрологічний журнал*. 2021. № 4. С. 3—7. <https://doi.org/10.24027/2306-7039.4.2021.250348>
5. Артемук О.-С., Микийчук М. Метод прогнозування метрологічних ризиків якості продукції. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. № 4. С. 179—186. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-22>
6. Микийчук М., Столярчук П., Бубела Т. Основні завдання та ознаки метрологічного забезпечення якості продукції. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2013. Вип. 74. С. 92—98. URL: <https://science.lpnu.ua/istcmtm/all-volumes-and-issues/volume-74-2013/osnovni-zavdannya-ta-oznaki-metrologichnogo> (дата звернення: 01.07.2026).
7. Ігнаткін В.У., Туз Ю.М., Левківський К.М., Томашевський О.В. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції: монографія / за ред. В.У. Ігнаткіна. Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет, 2017. 202 с.
8. Микийчук М., Столярчук П. Метрологічне забезпечення якості продукції. *Вимірювальна техніка та метрологія*. 2009. № 70. С. 160—164. URL: https://vlp.com.ua/files/29_33.pdf (дата звернення: 01.07.2026).
9. Воденнікова О.С., Воденніков С.А. Гармонізація системи стандартизації у металургійній галузі України в умовах переходу до європейських та міжнародних норм. Наука, промисловість, суспільство: міжнародна науково-технічна конференція (Кривий Ріг, 2026). Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2026. С. 67.
10. Піщенко К.А., Лотошніков А.С., Воденнікова О.С. Національні та міжнародні стандарти в металургії: сучасний стан, перспективи та порівняльний аналіз. Молода академія — 26: зб. тез доп. міжнар. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених (Дніпро, 27—28 травня 2026 р.). Дніпро: УДУНТ, 2026. Т. III. С. 32—33. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mscience/i10/p5838> (дата звернення: 01.07.2026).
11. Піщенко К.А., Воденнікова О.С. Сучасні тенденції розвитку та гармонізації стандартів у металургійній галузі. Молода наука — 2026: Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених (Запоріжжя, 2026 р.). Запоріжжя: ЗНУ, 2026. Т. 3. С. 28—30. URL: <https://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc/4847.ukr.html> (дата звернення: 01.07.2026).
12. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст. 1008). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text> (дата звернення: 01.06.2026).
13. Закон України «Про стандартизацію» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 31, ст. 1058). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text> (дата звернення: 01.06.2026).
14. Наказ Міністерства економіки України від 11.02.2026 № 2321 «Про затвердження Переліку національних стандартів для цілей застосування Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки». URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail/0175c2d5-3fe4-4171-92f8-30dfc63b3b5f?lang=uk-UA&id=f282e17e-9c14-4b88-9450-8f7cc12c158e&title=ZakonodavstvoVSferiIntelektualnoiVlasnosti> (дата звернення: 01.06.2026).
15. Технічні комітети. URL: <https://uas.gov.ua/standardization/tekhnichni-komitety> (дата звернення: 05.07.2026).
16. Національний орган стандартизації ДП «УкрНДНЦ». URL: <https://uas.gov.ua/> (дата звернення: 01.06.2026).

17. ДП «Укрметртестстандарт». URL: <https://www.ukrcsm.com/index.php/en/> (дата звернення: 01.06.2026).
18. ДП «Дніпростандартметрологія». URL: <https://dgcsms1.dp.ua/5/index.php> (дата звернення: 01.06.2026).
19. ДП «Запоріжжястандартметрологія». URL: <https://www.zdcsms.zp.ua/> (дата звернення: 01.06.2026).
20. ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (УкрНДНЦ). URL: <https://uas.gov.ua/> (дата звернення: 02.05.2026).
21. ДП «Укрметртестстандарт». Каталог ТУ on-line_2026. URL: <https://ukrcsm.kiev.ua/> (дата звернення: 02.05.2026).
22. ПАТ «Запоріжсталь». Сертифікати. URL: <https://zaporizhstal.com/uk-ua/products/approvals-and-quality/certificates/> (дата звернення: 02.05.2026).
23. ПрАТ «Дніпроспецсталь». Сертифікати. URL: https://dniprospetsstal.com/for_customers/certificates/ (дата звернення: 02.05.2026).
24. Dneprospetsstal, Private Joint-Stock Company. URL: <https://dniprospetsstal.com/en/company/about-us/> (дата звернення: 02.05.2026).
25. METINVEST. ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». Сертифікати відповідності на продукцію. URL: <https://ks.metinvestholding.com/index.php/produktsiya/sertifikati-vidpovidnosti-na-produktsiyu> (дата звернення: 02.05.2026).
26. ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Сертифікація продукції. URL: <https://ukraine.arcelormittal.com/customers-suppliers/products/sertyfikatsiia-produktsii> (дата звернення: 02.05.2026).
27. ІНТЕРПАЙП. Сертифікати АТ «ІНТЕРПАЙП НМТЗ». URL: <https://interpipe.biz/ua/certificates-interpipe-nmpp/> (дата звернення: 02.05.2026).
28. АТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ». Підприємство. Якість. URL: <https://ntrp.interpipe.biz/about/quality/certificate/> (дата звернення: 02.05.2026).
29. Воденнікова О.С., Воденніков С.А. Сучасні підходи до стандартизації охорони праці в металургії: порівняльний аспект та перспективи гармонізації з міжнародними стандартами. *Металургія*. 2026. № 1. С. 72—87. <https://doi.org/10.26661/2071-3789-2026-1-08>
30. Воденнікова О.С., Воденніков С.А. Національні та міжнародні стандарти у матеріалознавстві: порівняльний аналіз і тенденції гармонізації. *Науково-технічний журнал «Металознавство та обробка металів»*. 2026. Т. 32. № 2(118). С. 61—75. <https://doi.org/10.15407/mom2026.02.061>



REFERENCES

1. Fedorovych, V. O., Pupan, L. I., & Ostroverkh, Ye. V. (2024). Metrolohichne zabezpechennia yakosti produktii u mashynobuduvanni: navch. posibn. dlia studentiv spetsialnosti "Prykladna mekhanika" dennoi, zaochnoi ta dystantsiinoi form navchannia [Metrological support of product quality in mechanical engineering: A textbook for students of the specialty "Applied Mechanics" of full-time, part-time, and distance learning programs]. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" [in Ukrainian].
2. Makota, O. I., Oliinyk, L. P., & Komarenska, Z. M. (2019). Metrolohiia, standartyzatsiia, sertyfikatsiia ta akredytatsiia [Metrology, standardization, certification and accreditation]. Publishing House of Lviv Polytechnic National University [in Ukrainian].
3. Bychkivskiy, R. V., Stoliarchuk, P. H., & Hamula, P. R. (2004). Metrolohiia, standartyzatsiia, upravlinnia yakistiu i sertyfikatsiia: pidruchnyk / za red. R. V. Bychkivskoho. 2-he vyd., vypr. i dop. [Metrology, standardization, quality management and certification: Textbook (2nd ed., revised and supplemented; R. V. Bychkivskiy, Ed.)]. Lviv Polytechnic National University [in Ukrainian].
4. Velychko O., & Gordiyenko T. (2001). Application of Systems Thinking to the Establishment of Metrological Traceability Chains. *Ukrainian Metrological Journal*, (4), 3-7. <https://doi.org/10.24027/2306-7039.4.2021.250348>
5. Artemuk, O.-S., & Mykyychuk, M. (2024). Metod prohnozuvannia metrolohichnykh ryzykiv yakosti produktii [Method of Forecasting Metrological Risks of Product Quality]. *International Scientific-technical journal "Measuring and computing devices in technological processes"*, (4), 179-186. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-22> [in Ukrainian].
6. Mykyychuk, M., Stoliarchuk, P., & Bubela, T. (2013). Osnovni zavdannia ta oznaky metrolohichnoho zabezpechennia yakosti produktii [Main Tasks and Characteristics of Metrological Support for Product Quality]. *Measurement Techniques and Metrology*, (74), 92-98. <https://science.lpnu.ua/istcmtm/all-volumes-and-issues/volume-74-2013/osnovni-zavdannia-ta-oznaki-metrolohichnoho> [in Ukrainian].
7. Ihnatkin, V. U., Tuz, Yu. M., Levkivskiy, K. M., & Tomashevskiy, O. V. (2017). Metrolohichne zabezpechennia kontroliu yakosti produktii: monohrafiia / za red. V. U. Ihnatkina [Metrological support of product quality control (V. U. Ihnatkin, Ed.)]. Zaporizhzhia National Technical University [in Ukrainian].
8. Mykyychuk, M., & Stoliarchuk, P. (2009). Metrolohichne zabezpechennia yakosti produktii [Metrological Support for Product Quality]. *Measurement Techniques and Metrology*, (70), 160-164. https://vlp.com.ua/files/29_33.pdf [in Ukrainian].
9. Vodennikova, O. S., & Vodennikov, S. A. (2026). Harmonizatsiia systemy standartyzatsii u metalurhiinii haluzi Ukrainy v umovakh perekhodu do yevropeyskykh ta mizhnarodnykh norm [Harmonization of the standardization system in the metallurgical industry of Ukraine under the transition to European and international norms]. Science, Industry, Society: International Scientific and Technical Conference (Kryvyi Rih, 2026, p. 67). Kryvyi Rih, Ukraine: Kryvyi Rih National University [in Ukrainian].
10. Pishchenko, K. A., Lotoshnikov, A. S., & Vodennikova, O. S. (2026). Natsionalni ta mizhnarodni standarty v metalurhii: suchasnyi stan, perspektyvy ta porivnialnyi analiz. Moloda akademiia – 26: zb. tez dop. mizhnar. nauk.-tekhn. konf. studentiv i molodykh uchenykh [National and international standards in metallurgy: Current state, prospects, and comparative analysis. Moloda akademiia – 26: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists] (Dnipro, May 27–28, 2026, Vol. III, pp. 32-33). Dnipro, Ukraine: Ukrainian State University of Science and Technologies. <https://nmetau.edu.ua/ua/mscience/i10/p5838> [in Ukrainian].
11. Pishchenko, K. A., & Vodennikova, O. S. (2026). Suchasni tendentsii rozvytku ta harmonizatsii standartiv u metalurhiinii haluzi. Moloda nauka – 2026: Zbirnyk naukovykh prats studentiv, aspirantiv, doktorantiv i molodykh vchenykh [Modern trends in the development and harmonization of standards in the metallurgical industry. Moloda nauka – 2026: Collection of Scientific Works of Students, Postgraduates, Doctoral Students and Young Scientists] (Zaporizhzhia, 2026, Vol. 3, pp. 28-30). Zaporizhzhia, Ukraine: Zaporizhzhia National University. <https://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc/4847.ukr.html> [in Ukrainian].
12. Zakon Ukrainy "Pro metrolohiu ta metrolohichnu diialnist" (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR) [Law of Ukraine "On Metrology and Metrological Activity" (Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 2014, No. 30, Art. 1008)]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text> [in Ukrainian].
13. Zakon Ukrainy "Pro standartyzatsiiu" (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR) [Law of Ukraine "On Standardization" (Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR)], 2014, No. 31, Art. 1058). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text> [in Ukrainian].
14. Nakaz Ministerstva ekonomiky Ukrainy vid 11.02.2026 № 2321 "Pro zatverdzhennia Pereliku natsionalnykh standartiv dlia tsilei zastosuvannia Tekhnichnoho rehlamentu zasobiv vymiriuvalnoi tekhniki" [Order of the Ministry of Economy of Ukraine dated 11 February 2026 No. 2321 "On approval of the List of national standards for the purposes of applying the Technical Regulation on Measuring Instruments"]. <https://me.gov.ua/Documents/Detail/0175c2d5-3fe4-4171-92f8-30dfc63b3b5f?lang=uk-UA&id=f282e17e-9c14-4b88-9450-8f7cc12c158e&title=ZakonodavstvoVSferiIntelektualnoiVlasnosti> [in Ukrainian].
15. Tekhnichni komitety [Technical Committees for Standardization of Ukraine]. <https://uas.gov.ua/standardization/tekhnicni-komitety> [in Ukrainian].
16. Natsionalnyi orhan standartyzatsii DP "UkrNDNTs" [National Standardization Body of Ukraine – SE "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality" (SE "UkrNDNC")]. <https://uas.gov.ua/> [in Ukrainian].

17. DP "Ukrmetrteststandart" [SE "Ukrmetrteststandart"]. <https://www.ukrcsm.com/index.php/en/> [in Ukrainian].
18. DP "Dniprostandartmetrolohiia" [SE "Dniprostandartmetrologiya"]. <https://dgcsms1.dp.ua/5/index.php> [in Ukrainian].
19. DP "Zaporizhzhiastandartmetrolohiia" [SE "Zaporizhzhiastandartmetrologiya"]. <https://www.zdcsms.zp.ua/> [in Ukrainian].
20. DP "Ukrainskyi naukovo-doslidnyi i navchalnyi tsentr problem standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti" [SE "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality" (SE "UkrNDNC")]. <https://uas.gov.ua/> [in Ukrainian].
21. DP "Ukrmetrteststandart". Kataloh TU on-line_2026 [SE "Ukrmetrteststandart". TU Online Catalog 2026]. <https://ukrcsm.kiev.ua/> [in Ukrainian].
22. PAT "Zaporizhstal". Sertyfikaty [PJSC "Zaporizhstal". Certificates and Approvals]. <https://zaporizhstal.com/uk-ua/products/approvals-and-quality/certificates/> [in Ukrainian].
23. PrAT "Dniprospetsstal". Sertyfikaty [PrJSC "DNIPROSPETSSTAL". Certificates]. https://dniprospetsstal.com/for_customers/certificates/ [in Ukrainian].
24. Dneprospetsstal, Private Joint-Stock Company. <https://dniprospetsstal.com/en/company/about-us/>
25. METINVEST. PrAT "KAMET-STAL". Sertyfikaty vidpovidnosti na produktsiiu [METINVEST. PrJSC "KAMET-STEEL". Certificates of Conformity for Products]. <https://ks.metinvestholding.com/index.php/produktsiya/sertifikati-vidpovidnosti-na-produktsiyu> [in Ukrainian].
26. PAT "ArcelorMittal Kryvyi Rih". Sertyfikatsiia produktsii [PJSC "ArcelorMittal Kryvyi Rih". Product Certification]. <https://ukraine.arcelormittal.com/customers-suppliers/products/sertyfikatsiia-produktsii> [in Ukrainian].
27. INTERPAIP. Sertyfikaty AT "INTERPAIP NMTZ" [INTERPIPE. JSC "INTERPIPE NIZHNEDNEPROVSKY TUBE ROLLING PLANT" (NTRP). Certificates]. <https://interpipe.biz/ua/certificates-interpipe-nmpp/> [in Ukrainian].
28. AT "INTERPAIP NTZ". Pidpriemstvo. Yakist [JSC "INTERPIPE NTZ". Enterprise. Quality]. <https://ntrp.interpipe.biz/about/quality/certificate/> [in Ukrainian].
29. Vodennikova, O. S., & Vodennikov, S. A. (2026). Modern Approaches to Occupational Safety Standardization in Metallurgy: Comparative Aspects and Prospects for Harmonization with International Standards. *Scientific Journal "Metallurgy"*, (1), 72-87. <https://doi.org/10.26661/2071-3789-2026-1-08> [in Ukrainian].
30. Vodennikova, O. S., & Vodennikov, S. A. (2026). National and International Standards in Materials Science: Comparative Analysis and Harmonization Trends. *Scientific Technical Journal "Metal Science and Treatment of Metals"*, 32(2(118), 61-75. <https://doi.org/10.15407/mom2026.02.061> [in Ukrainian].

Надійшла/Received 05.07.2026

Прийнята/Accepted 02.08.2026

Опублікована/Published 28.09.2026

Summary

O.S. Vodennikova¹, PhD (Engin.), Associate Professor, Associate Professor, e-mail: oksana_vodennikova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0496-5435>

S.A. Vodennikov², Dr. Sci. (Engin.), Professor, Professor, e-mail: s_vodennikov@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5563-5244>

¹Zaporizhzhia National University (Zaporizhzhia, Ukraine)

²National University "Zaporizhzhia Polytechnic" (Zaporizhzhia, Ukraine)

Metrological Support and Standardization in Metallurgy: Current State and Development Prospects

The paper examines the current state of metrological support and standardization in the metallurgical industry of Ukraine. The current regulatory and technical framework that regulates the processes of measurement, verification and calibration of measuring instruments, as well as establishes requirements for assessing the reliability of measurement results, is reviewed. In this regard, an analysis of national standards (DSTU), including standards harmonized with international standards (DSTU ISO, DSTU ASTM, DSTU OIML) and European standards (DSTU EN, DSTU EN ISO), was carried out. Special attention is paid to the recommendation documents of international organizations OIML, ILAC and EA, which form the methodological foundations of modern metrological practice and ensure the unity of approaches to measurements and their traceability.

Further emphasis is placed on the analysis of the practical implementation of metrological support and standardization systems at leading metallurgical enterprises of Ukraine, in particular PJSC "Zaporizhstal", PrJSC "Dnipropetsstal", PrJSC "KAMET-STAL", PJSC "ArcelorMittal Kryvyi Rih" and JSC "INTERPIPE NTZ". First of all, modern approaches to the functioning of quality management systems, metrological control and certification of metal products in accordance with international requirements are analyzed. The direct implementation of an integrated quality management system certified in accordance with the requirements of ISO 9001:2015 "Quality management systems – Requirements" at metallurgical enterprises is evidence of a high level of organization of the production management system based on the principles of process and risk-oriented management.

Additionally, examples of internal regulatory documents of metallurgical enterprises of Ukraine (technical conditions, technical requirements and technological instructions) that regulate technological processes, product requirements and quality control procedures at various stages of production are given.

The presented work substantiates the need to create national standards for individual materials and products, the characteristics of which, due to the peculiarities of domestic technologies for the production of steels and alloys, cannot be fully brought into line with the requirements of international and European standards.

Based on the analysis of the current state of metrological support and standardization in the metallurgical industry, promising directions for their development have been identified, which are associated with the further digitalization of measurement processes, the introduction of intelligent control and monitoring systems, the expansion of the use of automated and non-destructive measurement methods, as well as the strengthening of the harmonization of the national regulatory framework with international and European standards.

Keywords

Metallurgy, metrology, standardization, metrological support, quality control, metal products, regulatory documents, international standards, certification, quality management.