

М. Мадінов, Н. Руденко

СТАНДАРТИ ЯК ОСНОВА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Предмет дослідження – вивчення діяльності консорціуму технологій волоконної оптики та інженерного комітету асоціації телекомунікаційної індустрії, основаної на використанні чинних міжнародних стандартів інформаційно-комунікаційних технологій. **Мета роботи** – дослідити принципи роботи консорціуму технологій волоконної оптики для розроблення стандартів ІКТ та проаналізувати особливості діяльності інженерного комітету асоціації телекомунікаційної індустрії щодо телекомунікаційних стандартів та їх взаємозв'язку. **Завдання:** розглянути фахову літературу та стандарти інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі кабельних систем; дослідити основні принципи роботи консорціуму волоконно-оптичних технологій у процесі розроблення стандартів; визначити особливості діяльності інженерного комітету асоціації телекомунікаційної індустрії в контексті впровадження телекомунікаційних стандартів; проаналізувати чинні міжнародні стандарти для проектування, прокладання, установлення та технічного обслуговування оптоволоконних систем. **Методи:** аналітичний із систематичним аналізом (вивчення чинних міжнародних стандартів кабельних систем і аналіз взаємодії цих стандартів); порівняльний аналіз (порівняння типів багатомодового волокна згідно з міжнародними стандартами, а також порівняння міжнародних стандартів зі стандартами ДСТУ). **Результати дослідження.** Виконано порівняльний аналіз міжнародних стандартів, що забезпечують проектування, прокладання, установлення та технічне обслуговування оптоволоконних мереж. На основі ISO/IEC 11801, IEC 60793, TIA-568, TIA/EIA 492 AAx та ITU-T порівняно можливості типів багатомодових волокон для кожного зі стандартів. **Висновки.** Дослідження підтверджує важливість діяльності Консорціуму технологій волоконної оптики в партнерстві з Асоціацією телекомунікаційної індустрії для розроблення нових технологій і стандартів. На основі аналізу українських стандартів, що відповідають міжнародним вимогам до інформаційно-комунікаційних технологій в Україні, з'ясовано необхідність їх впровадження для розвитку національної інфраструктури, оскільки ці стандарти є важливими для інтеграції нашої країни в глобальний інформаційний простір і забезпечують відповідність національної телекомунікаційної інфраструктури міжнародним вимогам. Це дасть змогу покращити якість надання послуг, підвищити надійність мереж і підтримати майбутнє зростання в секторі інформаційно-комунікаційних технологій. **Практична користь:** удосконалення процесів розроблення, впровадження з огляду на міжнародні (TIA) та українські стандарти (ДСТУ) інформаційно-комунікаційних технологій. **Наукова новизна:** проведено комплексне дослідження взаємозв'язків між процесами стандартизації та практичними аспектами проектування та технічного обслуговування оптоволоконних мереж.

Ключові слова: асоціація; багатомодове волокно; інформаційні технології; консорціум; стандарт.

Вступ

У сучасному світі, де обсяги інформації зростають експоненційно, а вимоги до безпеки та ефективності мереж дедалі збільшуються, стандарти стають надійним орієнтиром для впровадження новітніх технологічних рішень. Стандарти є основою інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), оскільки забезпечують сумісність, безпеку, ефективність та інтеграцію різних технологій і систем. Це дає змогу уникнути перешкод і потенційних проблем у забезпеченні сумісності та взаємодії між різними системами та пристроями. Крім того, стандарти допомагають скоротити витрати на розроблення нових технологій та гарантують швидку адаптацію до нових умов ринку [1].

Незважаючи на те, що впровадження галузевих стандартів практики та принципів завжди було

важливим для забезпечення відповідності, продуктивності та підтримки майбутніх застосунків, зростання швидкості передачі інформації та потреба в надійній роботі мережі роблять це ще більш важливим для виробників, мережних проєктувальників, інсталяторів та інших фахівців з ІКТ. Фахівці з ІКТ підходять з розумінням до впровадження найновіших стандартів, оскільки вони забезпечують основу для розвитку цифрових технологій. Як наслідок, усі учасники індустрії ІКТ отримують стабільну основу для впровадження інноваційних рішень, які відповідають вимогам сьогодення та майбутнього [2].

Консорціум технологій волоконної оптики (КТВО), що походить від англійської назви *Fiber Optics Technology Consortium*, є консорціумом, який об'єднує фахівців, компанії та організації в галузі оптоволоконних технологій для розроблення та впровадження нових стандартів і технологій в ІКТ.

Основною метою КТВО є розроблення та впровадження стандартів, здатних забезпечувати сумісність, інтеграцію, ефективність та безпеку інформаційно-комунікаційних систем унаслідок використання оптичних волокон. Основними цілями КТВО в межах проєкту *Standards Explorer* є підвищення обізнаності про стандарти, забезпечення доступу до ресурсів для всіх компаній та приватних осіб, а також підтримка сумісної мережної архітектури та розгортання кабельної інфраструктури між усіма користувачами на всіх платформах [1, 3].

Варто зауважити, що КТВО визнано джерелом надійної, рецензованої та нейтральної для постачальників інформації щодо оптоволоконних мереж і технологій. Членами КТВО є провідні виробники волоконно-оптичних кабелів, компонентів та електроніки, які прагнуть просувати швидкі та ефективні ІКТ рішення. Місія консорціуму зосереджена на оптичних волоконних носіях, тестуванні, застосуванні за допомогою розроблення офіційних документів, ресурсів і участі в галузевих конференціях. Тому надаючи інформацію про поточні стандарти галузі в безкоштовному та легкодоступному форматі, КТВО уможливорює полегшення розгортання оптоволоконних мереж [3].

Отже, сучасні можливості інформаційно-комунікаційних технологій містять збагачені ресурси для розвитку суспільства, де КТВО набуває важливого значення для розроблення стандартів, що забезпечують ефективність і надійність телекомунікаційних мереж. Організації на зразок КТВО сприяють інноваціям у сфері волоконної оптики, упроваджують передові технології та практики, а об'єднані зусилля зосереджені на стандартизації, що дає змогу досягати високої продуктивності систем передачі інформації. Отже, кінцевою метою КТВО було створення онлайн-бази даних із дослідженнями, яка слугуватиме ресурсом для всіх, кому необхідні багатомодові та одномодові медіа, архітектура, інфраструктура та стандарти програм. Тому на підставі цього вміст стандартів може оновлюватися паралельно з розвитком стандартів і проєктів.

Аналіз проблеми й наявних методів

Для дослідження використовувався систематичний підхід, що передбачав моніторинг діяльності Консорціуму технологій волоконної оптики, його співпраці з Асоціацією телекомунікаційної індустрії та вивченням наявних міжнародних стандартів,

що містить компетентність кабельних систем і оптоволоконних мереж. Тому для цього необхідно виконати певні дії, а саме: провести опис із наданням характеристик Консорціуму технологій волоконної оптики (основні відомості, що містять загальні елементи, ключові напрями діяльності та функції); проаналізувати співпрацю консорціуму з Асоціацією телекомунікаційної індустрії на основі використання чинних телекомунікаційних стандартів; визначити об'єкт дослідження, що об'єднуватиме Консорціум технологій волоконної оптики з Асоціацією телекомунікаційної індустрії для збору інформації.

Мета роботи – дослідження принципів роботи Консорціуму технологій волоконної оптики для розроблення стандартів ІКТ і аналіз особливостей діяльності інженерного комітету Асоціації телекомунікаційної індустрії щодо телекомунікаційних стандартів та їх взаємозв'язку.

Завдання дослідження: проаналізувати літературу з використанням стандартів інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі кабельних систем; дослідити ключові принципи роботи Консорціуму технологій волоконної оптики у процесі розроблення стандартів; визначити особливості діяльності інженерного комітету Асоціації телекомунікаційної індустрії в контексті впровадження телекомунікаційних стандартів; проаналізувати чинні міжнародні стандарти для проєктування, прокладання, установлення та технічного обслуговування оптоволоконних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Деякі з досліджень наближені до діяльності КТВО, але вони можуть розрізнятися характером своєї діяльності у сфері дослідження ІКТ та стандартизації. Наприклад, у роботі [4] автори взяли за основу національний симпозиум з оптичних волокон та їх застосування, в якому тематичні питання стосуються більше оптичних і фотонних матеріалів, класичних (традиційних) технологій, спеціалізованих і структурних фотонних оптичних волокон, фізики поширення світла в оптичних волокнах тощо.

Водночас безліч організацій, що працюють з оптоволоконними технологіями у сфері стандартизації ІКТ, охоплюють низку важливих інституцій, які здійснюють значний внесок для розвитку цієї галузі [1, 3, 5]. Такі організації не лише розробляють інновації в технології оптоволоконного зв'язку, але й встановлюють стандарти,

що визначають інфраструктуру глобальних телекомунікацій. До таких організацій належать:

- Міжнародний союз електрозв'язку (ITU), що є ключовою організацією в стандартизації ІКТ і телекомунікацій, у межах якої функціонує сектор ITU-T, що розробляє стандарти для телекомунікаційних мереж, зокрема оптоволоконних [6, 7];

- Європейський інститут стандартів телекомунікацій (ETSI), що є європейською організацією, яка активно працює над стандартизацією телекомунікаційних технологій, зокрема оптоволоконних мереж [7];

- Інститут інженерів електротехніки та електроніки (IEEE), що через свій підрозділ Комунікаційне товариство і IEEE 802 розробляє ключові стандарти для оптоволоконних мереж, де необхідно визначати архітектуру та протоколи передачі даних крізь оптичні волокна [7, 8];

- Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), яка разом з Міжнародною електротехнічною комісією (IEC), зокрема через свій технічний комітет ISO/IEC JTC 1, займаються стандартизацією ІКТ, де оптоволоконні технології є важливим аспектом стандартизації в межах підкомітету SC 25, зосередженого на інтерфейсах і компонентах для мультимедійних систем і телекомунікацій [9, 10];

- Американський національний інститут стандартів (ANSI), який координує розроблення національних стандартів для США, зокрема стандарти для оптоволоконних технологій. За допомогою підрозділів, таких як Асоціація телекомунікаційної індустрії (TIA), ANSI підтримує розроблення стандартів для оптичних волокон і телекомунікаційних систем, що використовують оптичне волокно для передачі даних [11].

Тому основні зусилля цих організацій у сфері стандартизації можуть сприяти широкомасштабному впровадженню оптоволоконних технологій у глобальні телекомунікаційні мережі, але виникає необхідність дослідити взаємозв'язок організацій з окремими підрозділами, зокрема розглянути можливість забезпечення сумісності систем для оптоволоконних мереж ІКТ.

Методи та матеріали

У дослідженні впроваджувалися такі методи: аналітичний із системним аналізом (вивчення наявних

міжнародних стандартів кабельних систем з аналізом взаємодії цих стандартів); порівняльний аналіз (порівняння типів багатомодового волокна відповідно до міжнародних стандартів, а також міжнародних стандартів з ДСТУ). На основі літературного огляду схарактеризовано діяльність КТВО та співпрацю КТВО з Асоціацією телекомунікаційної індустрії (TIA), де досліджуються чинні міжнародні стандарти, що містить компетентність кабельних систем та оптоволоконних мереж. Тому для цього необхідно виконати такі дії: провести опис із наданням характеристик КТВО (основні відомості, які містять загальні елементи, ключові напрями діяльності та функції); проаналізувати співпрацю КТВО з TIA на основі використання чинних телекомунікаційних стандартів; визначити об'єкт дослідження, що об'єднуватиме КТВО з TIA для збору даних.

Основні відомості та характеристика Консорціуму технологій волоконної оптики

Щоб краще зрозуміти діяльність КТВО у сфері стандартизації для ІКТ, розглянемо декілька аспектів, пов'язаних із загальними елементами КТВО (рис. 1), основними напрямками та функціями (табл. 1). Елементи є критично важливими для забезпечення високої якості, надійності та ефективності оптоволоконних технологій у сучасних ІКТ. До загальної сукупності елементів належать КТВО: учасники (компанії, наукові установи, державні органи, інвестори), цілі (розроблення нових технологій, створення сучасних продуктів, впровадження нових технологій та стандартизацій), сфери діяльності (дослідження та розроблення, виробництво, послуги тощо), координація (керівний орган, робочі групи, секретаріат), фінансування (внески учасників, державне фінансування та приватні інвестиції). Загальні елементи КТВО у сфері стандартизації для ІКТ зображені на рис. 1.

На основі узагальненої схеми елементів КТВО для ІКТ розглянемо основні напрями діяльності Консорціуму у сфері стандартів ІКТ [2, 3].

1. Розроблення стандартів для оптоволоконних систем зв'язку, де КТВО бере активну участь у створенні нових технологій для оптичних кабелів, з'єднувачів, передавальних систем і приймачів, що дають змогу передавати великі обсяги інформації на значні відстані з мінімальними втратами.

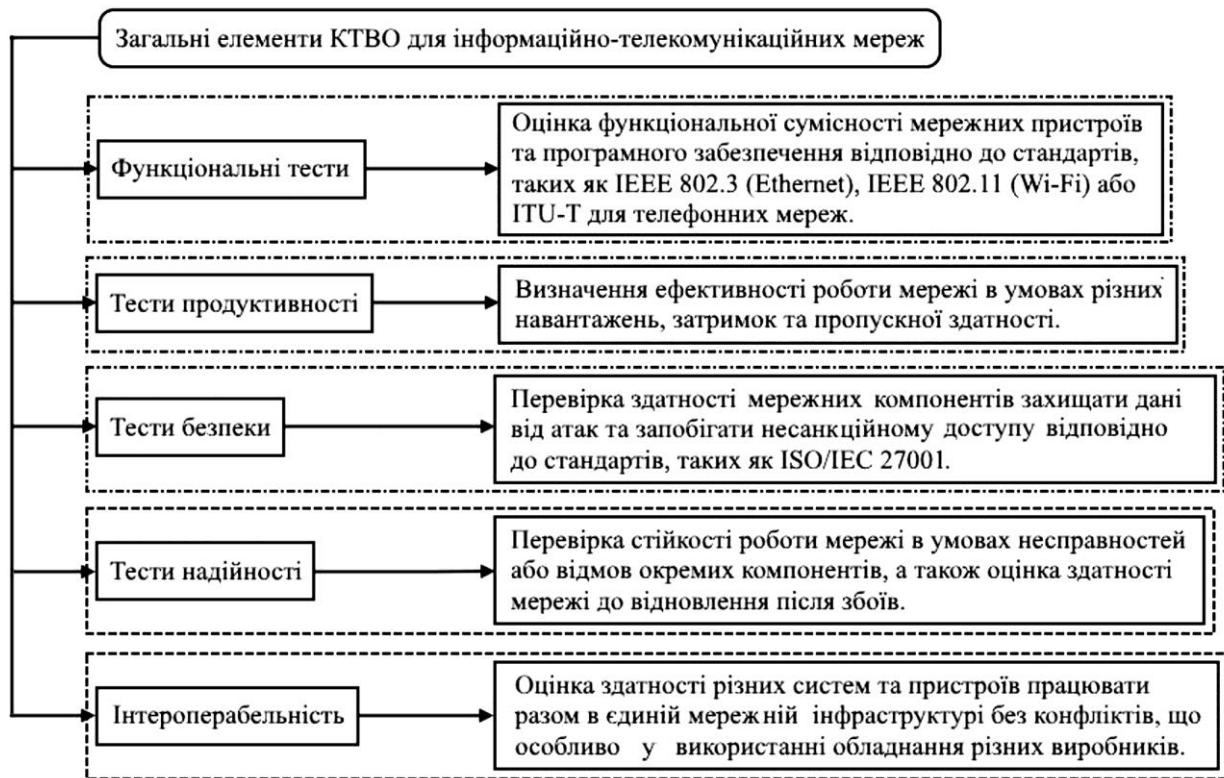


Рис. 1. Загальні елементи КТВО у сфері стандартизації для ІКТ

Таблиця 1. Узагальнена характеристика функцій КТВО для ІКТ

Функції	Характеристика
Розроблення стандартів	КТВО розробляє національні стандарти для телекомунікацій та інформаційних технологій, що передбачає визначення технічних вимог до обладнання, протоколів зв'язку, програмного забезпечення та мережної інфраструктури.
Гармонізація національних стандартів із міжнародними	КТВО забезпечує відповідність національних стандартів міжнародним нормам і рекомендаціям, співпрацюючи з організаціями, такими як ITU, ISO, ETSI, що сприяє інтеграції України у світову ІКТ-екосистему.
Контроль якості та сертифікація обладнання	КТВО проводить процедури сертифікації телекомунікаційного та інформаційного обладнання для забезпечення його відповідності стандартам якості, безпеки та надійності, що передбачає сертифікацію апаратних і програмних рішень.
Регулювання частотного спектра	КТВО відповідає за розподіл і регулювання використання частотного спектра для різних видів телекомунікаційних послуг, зокрема мобільного зв'язку, радіозв'язку й супутникових систем.
Підтримка інновацій у сфері ІКТ	КТВО сприяє впровадженню нових технологій, таких як 5G, Інтернет речей (IoT), хмарні обчислення та штучний інтелект, завдяки розробленню відповідних стандартів і рекомендацій.
Технічна освіта та обізнаність	КТВО проводить семінари, конференції та освітні програми для інформування про найновіші досягнення в галузі оптоволоконних технологій, а також для підтримки професійного розвитку фахівців.
Забезпечення інтероперабельності	КТВО забезпечує сумісність різних видів телекомунікаційних систем і обладнання, що дає змогу ефективно інтегрувати їх у єдину національну та міжнародну інфраструктуру.
Захист споживачів	Організація контролює надання якісних послуг у сфері телекомунікацій та ІКТ, зокрема забезпечення доступу до інтернету, телефонного зв'язку та захист прав користувачів на якісні послуги зв'язку.

2. Стандартизація компонентів, де встановлення та впровадження єдиних стандартів для різних компонентів оптичних мереж (наприклад, кабелі,

з'єднувачі, розподільчі коробки тощо) допомагає уникнути несумісності та забезпечує спрощення процесу інтеграції систем різних виробників.

3. Підвищення ефективності передачі даних, де консорціум сприяє розвитку стандартів, що дає змогу збільшити швидкість та ефективність передачі інформації за допомогою оптоволоконних технологій. Це важливо для підтримки сучасних високошвидкісних мереж і сервісів, таких як 5G та майбутні стандарти зв'язку.

4. Безпека мереж, де КТВО також розробляє рекомендації та стандарти для забезпечення кібербезпеки в оптоволоконних мережах, що ставить перед собою основне завдання в контексті зростання атак на інфраструктуру ІКТ.

5. Екологічні стандарти та охорона навколишнього середовища, де консорціум зосереджує увагу на сталому розвитку та мінімізації впливу на довкілля, розробляючи стандарти для екологічно безпечних матеріалів і процесів виробництва.

На основі загальних елементів КТВО розглянемо узагальнену характеристику функцій для ІКТ. У табл. 1 подано характеристику функцій та діяльність у межах компетентності консорціуму (наприклад, розроблення національних стандартів та їх відповідність до міжнародних вимог або проведення процедур сертифікації обладнання ІКТ, а також упровадження нових технологій). Наведено вісім основних функцій, що в межах компетентності консорціуму встановлюють ключові вимоги щодо об'єднання фахівців, компаній та організацій у комплексну галузь оптоволоконних технологій для розроблення та впровадження нових стандартів і технологій в ІКТ.

Співпраця Консорціуму технологій волоконної оптики з Асоціацією телекомунікаційної індустрії

КТВО тісно співпрацює з Асоціацією телекомунікаційної індустрії (*Telecommunication Industry Association*, скорочено ТІА) для розроблення та підтримки сімейства стандартів, що регулюють проєктування, встановлення та експлуатацію оптичних систем у телекомунікаційній та інформаційно-комунікаційній інфраструктурі [3, 5, 12]. Інженерний комітет ТІА розробляє та підтримує добровільні стандарти телекомунікаційної кабельної інфраструктури для приміщень, що належать користувачам, таких як комерційні будівлі, житлові будинки, медичні та освітні установи, центри оброблення даних та промислові будівлі. Загальні топології збалансованої

витої пари, оптичного волокна та широкосмугового коаксіального кабелю, проєктування, монтаж, відстані підтримки застосунків та конфігурації розеток розглядаються в загальних стандартах. Стандарти, що містять компоненти, детально описують вимоги до кабелів, роз'ємів та кабельних збірок, а окремі стандарти ТІА можуть стосуватися специфікацій для лабораторних і польових випробувань, інтелектуального проєктування будівель, адміністрування шляхів і просторів, що забезпечується за допомогою прокладання кабелів, а також телекомунікаційного заземлення та з'єднання [1, 7, 12].

На рис. 2 показано схему з ієрархією телекомунікаційних стандартів ТІА та їх безпосередній взаємозв'язок, де зеленим кольором показано загальні топології збалансованої витої пари, оптичного волокна та іншого, синім позначено стандарти телекомунікаційної кабельної інфраструктури для приміщень, а червоним кольором – стандарти, що містять компоненти з описанням вимог до кабелів, роз'ємів та кабельних збірок [3, 13].

Далі стисло розглянемо деякі ключові елементи сімейства стандартів ТІА, які підтримуються КТВО. У табл. 2 подано характеристику застосування кожного стандарту [14–16].

Результати досліджень

Проведемо порівняльний аналіз декількох галузевих міжнародних стандартів КТВО, що регулюють проєктування, прокладання, установлення та технічне обслуговування оптоволоконних мереж. Для цього спочатку проаналізуємо окремо кожен серію міжнародних стандартів ISO/IEC 11801, IEC 60793, TIA-568; TIA/EIA 492AAAx та ITU-T [7, 10, 14–16].

ISO/IEC 11801: Глобальний стандарт для структурованих кабельних систем і оптоволокон. Цей міжнародний стандарт визначає вимоги до кабельних систем загального користування для підтримки широкого спектра телекомунікаційних послуг у будівлях та між будівлями, а сфера застосування поширюється на проєктування та розгортання структурованих кабельних систем у таких середовищах, як офіси, центри оброблення даних, промислові об'єкти тощо. Основні аспекти стандарту охоплюють:

– топологію (описує структуру кабельної системи, зокрема горизонтальні та магістральні кабелі, точки доступу та інші компоненти);

– категорії кабелів (визначає категорії кабелів, наприклад клас оптоволоконних з'єднань: OM1 багатомодове волокно, серцевина 62,5 мкм, мінімальна смуга пропускання 200 МГц км на довжині хвилі 850 нм; OM2 багатомодове волокно, серцевина якого становить 50 мкм з мінімальною модальною смугою пропускання 500 МГц км та довжиною хвилі 850 нм; OM3 багатомодове волокно, серцевина якого становить 50 мкм з мінімальною модальною смугою пропускання 2000 МГц км та довжиною хвилі 850 нм; OM4 багатомодове волокно, серцевина якого

становить 50 мкм з мінімальною модальною смугою пропускання 4700 МГц км та довжиною хвилі 850 нм);

– типи середовищ передачі (може охоплювати мідні кабелі та волоконно-оптичні кабелі з відповідними вимогами до продуктивності для кожного типу);

– особливості застосування (підтримка різних типів телекомунікаційних послуг, наприклад голосовий зв'язок, передача даних, відеоконференції та інші цифрові сервіси).

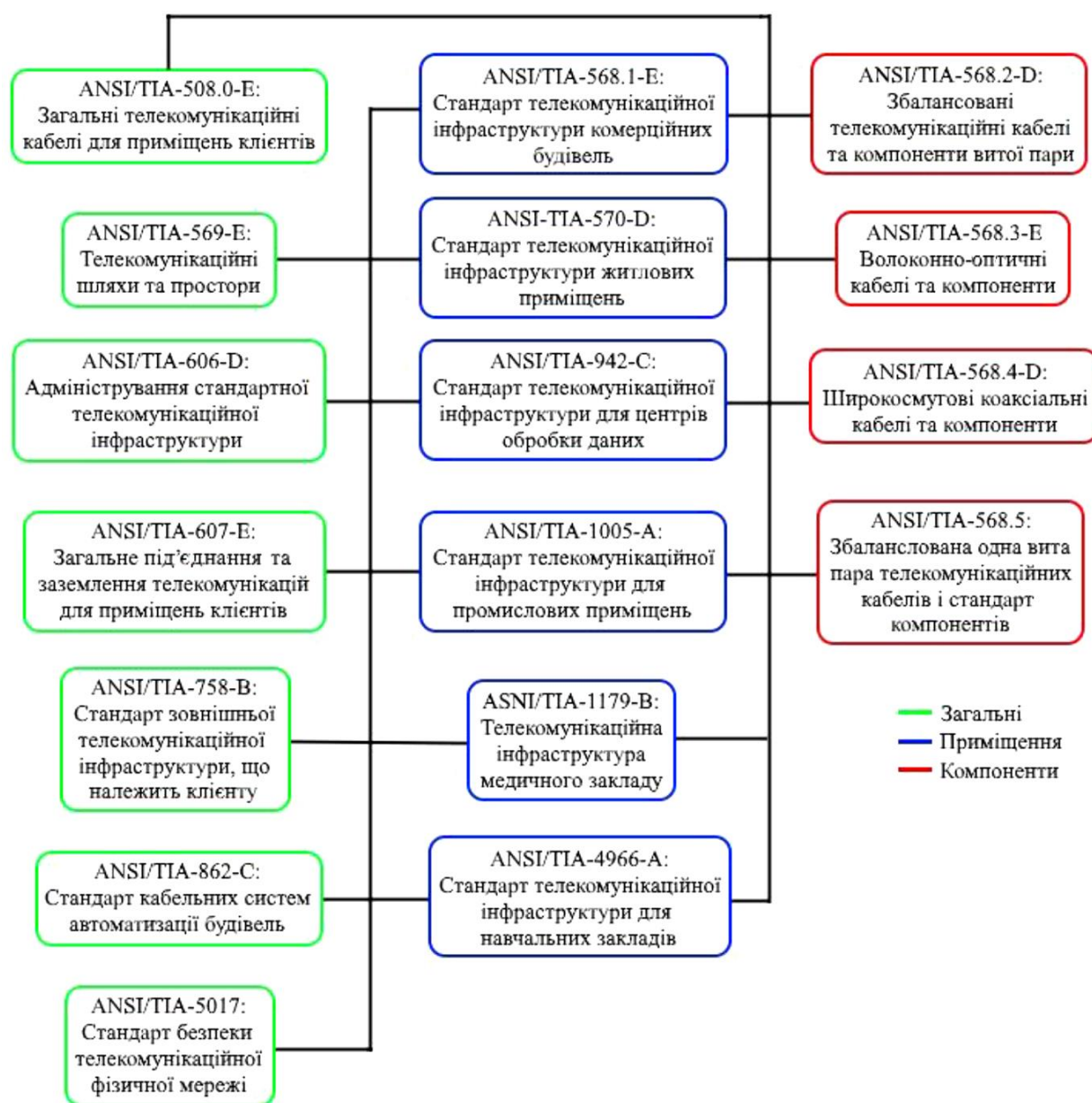


Рис. 2. Схема з ієрархією телекомунікаційних стандартів TIA та їх взаємозв'язок

Таблиця 2. Характеристика елементів сімейства стандартів ТІА в поєднанні з КТВО

Стандарт	Характеристика стандарту
ANSI/TIA-568 Стандарт структурування кабелю для комерційних будівель	Один з найпоширеніших стандартів у ІКТ, що охоплює специфікації для оптичних кабелів, з'єднувачів та практик встановлення для забезпечення високопродуктивних мереж. КТВО сприяє постійному оновленню розділів цього стандарту, що стосується оптоволоконних технологій, зокрема для покращення швидкості передачі можливостей дальності та забезпечення зворотної сумісності.
ANSI/TIA-492 Специфікації для оптичного волокна	Це сімейство стандартів надає специфікації для різних типів оптичних волокон, зокрема багатомодових і одномодових, і використовується в телекомунікаційних системах. Зазначені стандарти визначають такі характеристики, як затухання, пропускна здатність та механічні властивості. КТВО допомагає забезпечити відповідність типів волокон сучасним і майбутнім вимогам до високошвидкісної передачі даних, підтримуючи розгортання передових мереж, таких як 5G та інших.
ANSI/TIA-606 Стандарт адміністрування телекомунікаційної інфраструктури	Цей стандарт встановлює керівні принципи для маркування, ідентифікації та адміністрування оптичних компонентів у телекомунікаційній інфраструктурі, що полегшує ефективне управління оптичними мережами, спрощує процеси усунення несправності та перешкод, оновлення та обслуговування. КТВО надає рекомендації щодо найкращих практик документування та організації оптичних мереж, забезпечуючи ефективну роботу та масштабованість інформаційно-комунікаційної інфраструктури.
ANSI/TIA-758 Стандарт телекомунікаційної інфраструктури зовнішніх об'єктів, що належать замовнику	Стандарт, який надає рекомендації щодо встановлення та обслуговування оптичних систем поза будівлями, наприклад, оптоволоконні мережі між корпусами, дата-центрами та зовнішніми об'єктами. КТВО забезпечує формування стандартів для зовнішніх оптичних систем, зосереджуючись на питаннях довговічності в умовах навколишнього середовища, техніках встановлення та забезпечення продуктивності на великій відстані для високошвидкісних мереж.
ANSI/TIA-942 Стандарти для дата-центрів	Стандарт, який визначає вимоги щодо проєктування та встановлення інфраструктури дата-центрів, зокрема для кабельних систем, які використовують оптоволоконно. Цей стандарт забезпечує, щоб дата-центри могли обробляти високошвидкісну передачу даних із низькою затримкою. КТВО працює над рекомендаціями щодо оптоволоконного прокладання кабелю в дата-центрах для оптимізації продуктивності, зменшення втрат сигналу та підтримки майбутніх розширень.
ANSI/TIA-455 Методи випробувань для оптичних волокон	Серія стандартів, що окреслює методи тестування оптичних компонентів і систем для забезпечення стабільної та надійної роботи оптоволоконних технологій у різних середовищах і застосунках. КТВО сприяє визначенню процедур тестування для забезпечення цілісності, якості та довговічності оптоволоконних кабелів та з'єднувачів, таким чином підтримуючи надійність мереж.

IEC 60793. Серія міжнародних стандартів, розроблених Міжнародною електротехнічною комісією (IEC), які визначають вимоги до оптичних волокон, що використовуються в телекомунікаціях і системах передачі інформації. Ці стандарти охоплюють як фізичні, так і передавальні характеристики оптичних волокон. Розглянемо основні частини серії стандарту IEC 60793:

- IEC 60793-1 (визначає методи випробування оптичних волокон, зокрема ті, що стосуються оптичних, геометричних та механічних властивостей);
- IEC 60793-2 (установлює технічні характеристики продукції для різних типів оптичних волокон, зокрема багатомодові та одномодові, що застосовуються для передачі даних);
- IEC 60793-3 (надає рекомендації щодо класифікації волокон за різними вимогами, специфічними для застосувань).

IEC 60793-2 містить класифікацію та типи волокон. До класифікації волокон належать такі: одномодові волокна, що використовуються для

передачі інформації на значні відстані з високою швидкістю, наприклад у магістральних мережах; багатомодові волокна, які застосовуються для передачі даних на коротші відстані, наприклад у локальних мережах. До основних типів волокон належать: ICE 60793-2-10 (містить характеристики багатомодових волокон із градієнтним профілем, наприклад OM2, OM3, OM4); ICE 60793-2-50 (описує одномодові волокна, зокрема G.652 та G.655, що застосовуються для передачі даних на довгі дистанції).

TIA-568. Серія телекомунікаційних стандартів, що розроблені Американською асоціацією індустрії зв'язку (TIA) та встановлюють вимоги щодо структурованих кабельних систем, використовуваних для передачі інформації, голосу та відео в комерційних будівлях. Основні частини стандарту TIA-568 містять такі складники:

- TIA-568.0 (загальні вимоги до структурованих кабельних систем, що охоплює основні компоненти, такі як кабелі, роз'єми, точки доступу та кабельні траси);

– TIA-568.1 (телекомунікаційні кабельні системи для комерційних будівель, що визначає вимоги до встановлення, тестування та підтримки кабельних систем для таких середовищ);

– TIA-568.2 (стандарт для мідних кабельних систем, що містить специфікації для мідних кабелів категорій 3, 5у, 6, 6А 8, які підтримують різні швидкості передачі даних);

– TIA-568.3 (стандарт для волоконно-оптичних кабельних систем, що охоплює вимоги до оптоволоконних кабелів, роз'ємів та іншого оптичного обладнання);

– TIA-568.4 (стандарт для кабельних систем житлових будівель, що забезпечує рекомендації для телекомунікаційних рішень у житлових приміщеннях).

TIA/EIA 492AAAx. Серія специфікацій, що розроблені спільно TIA та EIA (*Electronic Industries Alliance*) і стосуються волоконно-оптичних кабелів. Стандарт 492AAAx визначає вимоги до різних типів одномодових та багатомодових оптичних волокон, що використовуються в телекомунікаціях і для передачі даних. Основні положення стандартів серії TIA/EIA 492AAAx мають такі складники:

– 492AAAA (специфікація, що містить вимоги до багатомодових волокон, які використовуються на коротших дистанціях у локальних мережах);

– 492AAAB (специфікація, що визначає характеристики одномодових волокон, що використовуються для довгих дистанцій та високошвидкісної передачі інформації);

– оптичні параметри, де стандарти охоплюють вимоги до коефіцієнта заломлення, затухання, діаметра ядра та оболонки волокна, а також інші параметри, що впливають на продуктивність волокна;

– механічні параметри, що містять вимоги міцності, стійкості до розтягування, впливу температури й навколишнього середовища;

– категорії волокон, де серія стандартів 492AAAx розширюється з новими категоріями та модифікаціями для покращення продуктивності, що відповідає розвитку ІКТ.

ITU-T (Міжнародний союз електров'язку – Сектор стандартизації електров'язку). Цей сектор відповідальний за розроблення глобальних стандартів у сфері телекомунікацій та ІКТ. Він забезпечує стандартизацію, що дає змогу взаємодіяти між телекомунікаційними системи в глобальному

масштабі, забезпечуючи сумісність, надійність та продуктивність мереж і обладнання.

Основні функції ITU-T:

– розроблення стандартів, де ITU-T створює технічні стандарти "Рекомендації", які охоплюють широкий спектр телекомунікаційних технологій, зокрема передачу даних, мережі, сигналізацію, інтерфейси, а також технології для доступу до інтернету;

– глобальна гармонізація, де стандарти ITU-T спрямовані на забезпечення глобальної сумісності між різними телекомунікаційними мережами й технологіями, такими як телефонія, інтернет, мобільні мережі та оптоволоконні системи, що дає змогу різним країнам і операторам використовувати єдині стандарти для обміну інформацією та голосовими послугами;

– основні робочі групи ITU-T, що розробляють рекомендації в конкретних напрямках, зокрема оптичні системи (SG15), сигналізація (SG11), передача даних (SG13), кібербезпека (SG17), інтернет-протоколи тощо.

Ключові стандарти ITU-T охоплюють таке: G-серія (оптичні волокна та передача даних, наприклад G.652, G.655 для оптичних волокон); H-серія (мультимедіа для стиснення відео та аудіо, таких як H.264 для відео, H.323 для IP-телефонії); X-серія (протоколи передачі даних, що містять протоколи для передачі інформації, безпеки та кібербезпеки, наприклад X.509 для цифрових сертифікатів); Y-серія (мережні технології, наприклад Y.1731 для управління й моніторингу служб передачі даних). Сектор ITU-T відповідає за стандартизацію телекомунікацій.

ITU-T G.651.1 – стандарт, що описує характеристики багатомодових оптичних волокон із градієнтним профілем показника заломлення. Волокна цього типу зазвичай використовуються для передачі даних на короткі та середні відстані, наприклад у локальних мережах і дата-центрах. Основні характеристики ITU-T G.651.1:

– тип волокна для багатомодових оптичних волокон із градієнтним профілем показника заломлення, оптимізованих для роботи в діапазоні довжин хвиль 850 нм і 1300 нм;

– категорії багатомодових волокон, що передбачає специфікації для різних категорій багатомодових волокон, наприклад: OM2 підтримує швидкості передачі до 10 Гбіт/с на відстані до 550 м;

ОМ3 оптимізоване для роботи на 850 нм з підтримкою швидкостей до 10 Гбіт/с і 40 Гбіт/с; ОМ4 підтримує швидкості до 100 Гбіт/с на коротких дистанціях;

- довжина хвиль: 850 нм є оптимальним діапазоном для багатомодових волокон, що використовується в більшості сучасних систем для передачі даних на короткі дистанції; 1300 нм застосовується в деяких системах передачі для подовження дальності зв'язку;

- характеристики волокна, які мають більший діаметр ядра (50 мк або 62,5 мк) порівняно з одномодовими волокнами; це дає змогу одночасно передавати кілька мод світла, що робить їх менш чутливими до джерел світла та зручними для використання в середовищах із менш суворими вимогами до точності передачі;

- застосування волокна стандарту G.651.1 зазвичай в дата-центрах, корпоративних мережах, інституціях, де важлива висока швидкість передачі даних на відносно короткі відстані, що підходить для технологій, зокрема *Ethernet*, *Fiber Channel*, і для застосування на високих швидкостях (40/100 Гбіт/с).

Далі проаналізуємо деякі українські стандарти, що можуть відповідати описаним вище міжнародним стандартам для застосування ІКТ в Україні. Серед основних стандартів розглянемо такі: ДСТУ ISO/IEC 11801-1:2018 Інформаційні технології. Кабельні системи загального призначення для приміщень користувачів. Частина 1. Загальні вимоги; ДСТУ IEC 60793-1-1:2001 Волокна оптичні. Частина 1-1. Загальні технічні умови. Основні положення; ДСТУ EN IEC 60793-1-34:2022 Оптичні волокна. Частина 1-34. Методи вимірювання та процедури випробувань. Скрученість волокна.

ДСТУ ISO/IEC 11801-1:2018. Стандарт ідентичний міжнародному ISO/IEC 11801-1:2017, що встановлює вимоги до проектування, інсталяції та роботи кабельних систем загального призначення для приміщень користувачів. Основні положення застосування стандарту: а) для кабельних систем, які використовуються в будівлях і на територіях, зокрема офіси, житлові та громадські будівлі; б) обслуговування комунікаційних мереж, що забезпечують передачу даних [17].

ДСТУ IEC 60793-1-1:2001 та ДСТУ EN IEC 60793-1-34:2022. Стандарти, що стосуються оптичних волокон і встановлення вимог до їх характеристик і тестування. Стандарт ДСТУ IEC 60793-1-1:2001

оснований на міжнародному стандарті IEC 60793-1-1 і стосується загальних вимог до оптичних волокон. Основне завдання стандарту – описати базові характеристики оптичних волокон та їх загальні параметри [18]. Стандарт ДСТУ EN IEC 60793-1-34:2022 є частиною оновленої серії, що також ґрунтується на міжнародних стандартах IEC і описує специфічні вимоги до методів тестування механічних властивостей оптичних волокон [19].

На основі проаналізованих джерел і стандартів порівняємо можливості типів багатомодових волокон для кожного стандарту, що показано в табл. 3 [20]. ОМ1 і ОМ2 – оригінальні типи діаметром 62.5 і 50 мк відповідно – вважаються застарілими в стандартах ISO/IEC 11801 і TIA 568, тому вони більше не додані в основний текст документів. Однак вони дозволені як старі типи волокон і можуть упроваджуватися для розширення застарілих мереж. Нові параметри мають використовувати типи багатомодового волокна ОМ3, ОМ4 або ОМ5.

Багатомодове ОМ3 є першим волокном, розробленим для використання з лазерними джерелами світла на 850 нм, здебільшого для підтримки роботи 1 Гбіт/с і 10 Гбіт/с. ОМ4 пропонує більшу довжину з'єднання, підтримуючи роботу 10 Гбіт/с до 400 м у стандарті та до 550 м за деякими інженерними правилами.

Традиційно багатомодове волокно працювало на одній довжині хвилі, а коли були потрібні вищі швидкості мережі, розробили лазери, що працюють на цих швидкостях. Такий підхід дуже добре працював до 10 Гбіт/с, а пізніше – до 25 Гбіт/с. Однак для подальшого збільшення швидкості були додані паралельні оптоволоконні системи, спочатку для 40 Гбіт/с, потім для 100 Гбіт/с. Чотири волокна, або смуги, використовувалися для підтримки цих високошвидкісних з'єднань.

Інноваційним є впровадження ОМ5, відомого як "широкосмугове" багатомодове волокно, що є першим багатомодовим волокном, розробленим для підтримки кількох довжин хвиль. Він забезпечує дуплексну передачу 100 Гбіт/с з використанням двох або чотирьох довжин хвиль від 850 до 950 нм. Це робиться з огляду на переваги багатомодового волокна, якому властива більша довжина хвилі передачі. Менша хроматична дисперсія волокна на більших довжинах хвиль означає, що вимоги до модальної смуги пропускання можуть бути послаблені на цих довгих хвилях.

Таблиця 3. Порівняння типів багатомодового волокна згідно з міжнародними стандартами на основі КТВО

Тип волокна	Галузеві (міжнародні) стандарти					Типове максимальне загасання (дБ/км)		Смуга пропускання МГц-км			
	ISO/IEC 11801-1	IEC 60793-2-10	TIA-568.3-D	TIA/EIA 492AAAAx різновид	ITU-T	850 нм	1300 нм	Переповнений запуск		Ефективна модальна смуга пропускання	
62.5	OM1	A1b	TIA 492AAAA (OM1)	492AAAA	–	3.5	500	200	500	–	–
50/125	OM2	A1a.1b	TIA 492AAAB (OM2)	492AAAA	G.551.1	3.5	500	500	500	–	–
50/125	OM3	A1a.2b	TIA 492AAAC (OM3)	492AAAA	–	3.0	500	1500	500	2000	–
59/125	OM4	A1a.3b	TIA 492AAAD (OM4)	492AAAA	–	3.0	500	3500	500	4700	–
50/125	OM5	A1a.4b	TIA 492AAAE (OM5)	492AAAA	–	3.0	500	3500	500	4700	2470

Висновки

Дослідження підтверджує важливість діяльності Консорціуму технологій волоконної оптики в партнерстві з Асоціацією телекомунікаційної індустрії для розроблення нових технологій і стандартів. Визначено ключові елементи діяльності консорціуму, зокрема функціональні тести, стандартизація компонентів і контроль якості, що сприяють підвищенню ефективності оптоволоконних систем. Розглянута ієрархія телекомунікаційних стандартів TIA дає змогу краще зрозуміти взаємозв'язок між різними стандартами та їх вплив на розвиток технологій.

Порівняння міжнародних стандартів (ISO/IEC 11801, IEC 60793, TIA-568, TIA/EIA 492 AAAx, ITU-T) підтверджує їх відповідність для проєктування, прокладання та обслуговування оптоволоконних мереж. Результати свідчать про необхідність подальшого вдосконалення стандартів для забезпечення надійності та безпеки телекомунікаційних послуг.

Аналіз українських стандартів, що відповідають міжнародним вимогам для застосування інформаційно-

комунікаційних технологій (ІКТ) в Україні, демонструє важливість їх упровадження для розвитку національної інфраструктури. Тому ці стандарти є важливими для інтеграції нашої країни в глобальний інформаційний простір, забезпечують відповідність національної телекомунікаційної інфраструктури міжнародним вимогам, що сприяє покращенню якості надання послуг, підвищенню надійності мереж і майбутньому зростанню в секторі ІКТ.

Досягнуті результати дають змогу краще зрозуміти механізми гармонізації стандартів на глобальному рівні та їх вплив на розвиток телекомунікаційних систем, що відкриває нові можливості для підвищення ефективності використання цих стандартів у сучасних умовах. Вектором подальших досліджень буде аналіз міжнародних стандартів ІКТ в поєднанні з новітніми технологіями, такими як 5G, штучний інтелект та Інтернет речей, з метою визначення впливу на розвиток або заміну наявних стандартів у сфері волоконно-оптичних технологій.

Список літератури

1. Yang T. ICT technologies standards and protocols for active distribution network. *Smart power distribution systems. Academic Press*, 2019. P. 205–230. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812154-2.00010-9>
2. Reid R. Fiber cabling fundamentals, installation, and maintenance. *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center* (2021). P. 291–321. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119597537.ch17>
3. Goldsmith E. FOTC Standards Explorer. *TIA's Fiber Optics Tech Consortium*, 2024. URL: <https://www.tiafotc.org/standards/fotc-standards-explorer/>
4. Romaniuk R. S., Wójcik W., Smolarz A. Development of optical fiber technology in Poland–2018. *Optical Fibers and Their Applications* 2018. SPIE, 2019. P. 99–104. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10177-010-0012-5>
5. Konyshov V.A. et al. Trends of and Prospects for the Development of Fiber-Optic Communication Systems. *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*. 2023. Vol. 50. №. Suppl 4. P. 435–S450. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068335623160078>
6. Ferrari A. et al. Assessment on the achievable throughput of multi-band ITU-T G. 652. D fiber transmission systems. *Journal of Lightwave Technology*. 2020. Vol. 38. №. 16. P. 4279–4291. URL: <https://opg.optica.org/jlt/abstract.cfm?URI=jlt-38-16-4279>

7. Luo Y., Effenberger F. What is beyond 50G: future standards of optical access networks // *Journal of Optical Communications and Networking*. 2024. Vol. 16. №. 7. P. 106–112. DOI: <https://opg.optica.org/jocn/abstract.cfm?URI=jocn-16-7-C106>
8. Valerie M. IEEE 802.3 Single-mode Optical Fiber Ethernet Standards. TIA's Fiber Optics Tech Consortium, 2024. URL: <https://www.tiafotc.org/ieee-802-3-ethernet-standards-update/singlemode-standards-update/>
9. Bertine H., Faynberg I., Lu H. L. Overview of data and telecommunications security standardization efforts in ISO, IEC, ITU, and IETF. *Bell Labs Technical Journal*. 2004. Vol. 8. №. 4. P. 203–229. DOI: <https://doi.org/10.1002/bltj.10096>
10. Elliot B. J. Designing a Structured Cabling System to ISO 11801. CRC Press, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315214696>
11. Jew A. Data Center Telecommunications Cabling and TIA Standards. *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center*. 2021. P. 193–210. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119597537.ch12>
12. Krohn D. A. Fiber optic sensor consortium activities: Opportunities and barriers. *Proc. of SPIE Vol.* Vol. 5589. 2004. P. 34–43. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.582567>
13. Valerie M. TIA Family of Standards. TIA's Fiber Optics Tech Consortium, 2024. URL: <https://www.tiafotc.org/tia-standards-update/>
14. Dorosz, J., & Romaniuk, R. S. Development of optical fiber technology in Poland: 2014. *Optical Fibers and Their Applications 2014*. Vol. 9228. SPIE, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2047303>
15. Jew A. Data Center Telecommunications Cabling. *Data Center Handbook* (2014). P. 257–264.
16. Woodward B. *Cabling: the complete guide to copper and fiber-optic networking*. John Wiley & Sons, 2014.
17. ДСТУ ISO/IEC 11801-1:2018 Інформаційні технології. Кабельні системи загальної призначеності для приміщень користувачів. Частина 1. Загальні вимоги (ISO/IEC 11801-1:2017/Cor 1:2018, IDT). Поправка № 1:2018. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80533
18. ДСТУ IEC 60793-1-1:2001 Волокна оптичні. Частина 1-1. Загальні технічні умови. Основні положення (IEC 60793-1-1:1999, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78358
19. ДСТУ EN IEC 60793-1-34:2022 Оптичні волокна. Частина 1-34. Методи вимірювання та процедури випробувань. Скрученість волокна (EN IEC 60793-1-34:2021, IDT; IEC 60793-1-34:2021, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=108299
20. Optical Fiber Types. TIA's Fiber Optics Tech Consortium, 2024. URL: <https://www.tiafotc.org/optical-fiber-types/>

References

1. Yang, T. (2019), "ICT technologies standards and protocols for active distribution network", *Smart power distribution systems*. Academic Press. P. 205–230. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812154-2.00010-9>
2. Reid, R. (2021), "Fiber cabling fundamentals, installation, and maintenance", *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center*. P. 291–321. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119597537.ch17>
3. Goldsmith, E. (2024), "FOTC Standards Explorer". TIA's Fiber Optics Tech Consortium. URL: <https://www.tiafotc.org/standards/fotc-standards-explorer/>
4. Romaniuk, R. S., Wójcik, W., Smolarz, A. (2018), "Development of optical fiber technology in Poland–2018", *Optical Fibers and Their Applications*. P. 99–104. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10177-010-0012-5>
5. Konyshchev, V. A. et al. (2023), "Trends of and Prospects for the Development of Fiber-Optic Communication Systems", *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*. Vol. 50. №. Suppl 4. P. 435–S450. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068335623160078>
6. Ferrari, A. et al. (2020), "Assessment on the achievable throughput of multi-band ITU-T G. 652. D fiber transmission systems", *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 38. №. 16. P. 4279–4291. URL: <https://opg.optica.org/jlt/abstract.cfm?URI=jlt-38-16-4279>
7. Luo, Y., Effenberger, F. (2024), "What is beyond 50G: future standards of optical access networks", *Journal of Optical Communications and Networking*. Vol. 16. №. 7. P. 106–C112. DOI: <https://opg.optica.org/jocn/abstract.cfm?URI=jocn-16-7-C106>
8. Valerie, M. (2024), "IEEE 802.3 Single-mode Optical Fiber Ethernet Standards. TIA's Fiber Optics Tech Consortium". URL: <https://www.tiafotc.org/ieee-802-3-ethernet-standards-update/singlemode-standards-update/>
9. Bertine, H., Faynberg, I., Lu, H. L. (2004), "Overview of data and telecommunications security standardization efforts in ISO, IEC, ITU, and IETF", *Bell Labs Technical Journal*. Vol. 8. №. 4. P. 203–229. DOI: <https://doi.org/10.1002/bltj.10096>
10. Elliot, B. J. (2018), "Designing a Structured Cabling System to ISO 11801", *CRC Press*. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315214696>
11. Jew, A. (2021), "Data Center Telecommunications Cabling and TIA Standards", *Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center*. P. 193–210. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119597537.ch12>
12. Krohn D. A. "Fiber optic sensor consortium activities: Opportunities and barriers." *Proc. of SPIE Vol.* Vol. 5589. 2004. P. 34–43. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.582567>
13. Valerie, M. (2024), "TIA Family of Standards", *TIA's Fiber Optics Tech Consortium*. URL: <https://www.tiafotc.org/tia-standards-update/>
14. Dorosz, J., & Romaniuk, R. S. (2014), "Development of optical fiber technology in Poland". *Optical Fibers and Their Applications*. Vol. 9228. SPIE, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2047303>
15. Jew, A. (2014), "Data Center Telecommunications Cabling". *Data Center Handbook*. P. 257–264.
16. Woodward, B. (2014), "Cabling: the complete guide to copper and fiber-optic networking". *John Wiley & Sons*.
17. DSTU ISO/IEC 11801-1:2018 Informatsiini tekhnolohii. Kabelni systemy zahalnoi pryznachenosti dlia prymishchen korystuvachiv. Chastyna 1. Zahalni vymohy (ISO/IEC 11801-1:2017/Cor 1:2018, IDT). Popravka № 1:2018. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80533
18. DSTU IES 60793-1-1:2001 Volokna optychni. Chastyna 1-1. Zahalni tekhnichni umovy. Osnovni polozhennia (IEC 60793-1-1:1999, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78358

19. DSTU EN IEC 60793-1-34:2022 Optychni volokna. Chastyna 1-34. Metody vymiruvannia ta protsedury vyprobuvan. Skruchenist volokna (EN IEC 60793-1-34:2021, IDT; IEC 60793-1-34:2021, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=108299
20. Optical Fiber Types. TIA's Fiber Optics Tech Consortium, 2024. URL: <https://www.tiafotc.org/optical-fiber-types/>

Надійшла (Received) 10.01.24

Відомості про авторів / About the Authors

Мадінов Микола Леонідович – Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, аспірант кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій, Київ, Україна; e-mail: nmadinov@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-5910-8774>

Руденко Наталія Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, завідувач кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій, інструктор академії Cisco, Київ, Україна; e-mail: sully170517@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8582-3126>

Madinov Mykola – State University of Information and Communication Technologies, Postgraduate Student at the Department of Mobile and Video Information Technologies, Kyiv, Ukraine.

Rudenko Nataliia – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, State University of Information and Communication Technologies, Head of Department of Mobile and Video Information Technologies, Cisco Academy Instructor, Kyiv, Ukraine.

STANDARDS AS A BASIS FOR INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

The **subject matter** of the article is study of aspects of the activity of the consortium of fiber optics technologies and the engineering committee of the telecommunications industry association using current international standards of information and communication technologies. The **goal** of the work is to investigate the principles of operation of the consortium of fiber optics technologies for the development of ICT standards and the peculiarities of the activities of the engineering committee of the telecommunications industry association regarding telecommunication standards and their relationship. The following **tasks** were solved in the article: to conduct a review of the literature using the standards of information and telecommunication technologies based on cable systems; study the basic principles of the work of the consortium of fiber-optical technologies in the process of developing standards; determine the peculiarities of the activities of the engineering committee of the association of the telecommunications industry in the context of the implementation of telecommunication standards; analyze existing international standards for the design, installation, installation and maintenance of fiber optic systems. Methods: analytical method with systematic analysis (study of existing international standards of cable systems with analysis of the interaction of these standards) and comparative analysis (comparison of types of multimode fiber according to international standards, as well as comparison of international standards with DSTU standards); **Results:** the results of the study provide a comparative analysis of international standards that provide the design, laying, installation and maintenance of fiber optic networks. On the basis of ISO/IEC 11801, IEC 60793, TIA-568, TIA/EIA 492 AAAX and ITU-T standards, comparative possibilities of types of multimode fibers for each of the standards were carried out. **Conclusions:** The study confirms the importance of the fiber optics technology consortium in partnership with the telecommunications industry association to develop new technologies and standards. Based on the analysis of Ukrainian standards that meet international requirements for the use of information and communication technologies in Ukraine, the need for their implementation for the development of national infrastructure was clarified, since these standards are important for the integration of Ukraine into the global information space, ensuring compliance of the national telecommunication infrastructure with international requirements, which will improve the quality of service provision, improve network reliability and support future growth in the information and communication technology sector. **Practical benefits:** improvement of development processes, implementation based on the use of international (TIA) and Ukrainian (DSTU) standards of information and communication technologies. **Scientific novelty:** a comprehensive study of the relationship between standardization processes and practical aspects of the design and maintenance of fiber optic networks was conducted.

Keywords: association; multimode fiber; information technology; consortium; standard.

Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions

Мадінов М. Л., Руденко Н. В. Стандарти як основа інформаційно-комунікаційних технологій: дослідження міжнародних стандартів комунікаційних систем. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. № 4 (30). С. 153–164. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2024.4.153>

Madinov, M., Rudenko, N. (2024), "Standards as a basis for information and communication technologies", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 4 (30), P. 153–164. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2024.4.153>