

СВІТОВІ ПРІОРИТЕТИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Виступ на відкритті XIX Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи телекомунікацій»

15 квітня 2025 р.

Михайло ІЛЬЧЕНКО

академік НАНУ, д.т.н., професор

Практичне використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) впродовж останніх років стало науково-технічним базисом здійснення цифрової трансформації України і реалізації дистанційної діяльності суспільства. ІКТ є визначеними на державному рівні одним із пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, за яким здійснюються наукові дослідження в Україні. Стосовно світових пріоритетів зазначимо, що вони визначені першим в історії повністю віртуальним Всесвітнім Мікрохвильовим Конгресом, який спонсорувався IEEE MTT-S і відбувся в травні 2024 року. Рішеннями цього Конгресу до світових пріоритетів віднесені такі:

- Інтелектуальні 6G: пристрої, схеми і системи, а також їхні антени і матеріали;
- Штучний Інтелект в випробуваннях і вимірюваннях;
- Метаматеріальні поверхні та зондування ТГц;
- Квантові технології та інші.

Галузь ІКТ продовжує розвиватися винятково динамічно. І це необхідно враховувати при вдосконаленні змісту навчання наших студентів і організації наукових досліджень науково-педагогічними та іншими працівниками. Тому за моєї ініціативи в ІТС запроваджено інформаційний проект «Телеком-новини», завдяки якому упродовж календарного року викладачі, науковці, аспіранти та студенти мають можливість майже щоденно знайомитись з новинами, що розташовуються на сайтах інституту та деканату ІТС.

Всього за останній період ознайомлено з понад 2000 новинами, в тому числі майже 400 упродовж 2024 р. Як керівник проекту «Телеком-новини» дякую моїм колегам Ірині Кононовій, Ірині Кравчук, Вікторії Севереній за професійну участь у здійсненні проекту.
https://www.its.kpi.ua/uk/infotelecom_news

Зміст новин у нас диференційовано за такими напрямками:

- Електронні комунікації в Україні;
- Нові покоління мобільного зв'язку 5G і 6G;
- Супутникові телекомунікаційні технології;
- Системи Інтернету речей;
- Штучний інтелект в телекомунікаціях.

Наведемо окремі приклади сучасних новин і їхні першоджерела, інформацію про які організатори проекту отримали насамперед упродовж січня – березня 2025 року:

Глобальне впровадження 5G

<https://iotbusinessnews.com/>

- Світова індустрія бездротових телекомунікацій досягла історичної віхи у 2024 році - кількість підключень 5G у всьому світі досягла 2,25 мільярда.
- Глобальні підключення 5G: 1,5 бездротових з'єднань на людину в усьому світі до кінця 2024 року.
- Лідери – Північна та Латинська Америки, Китай.

Вплив 5G на розвиток IoT-пристроїв:

що очікувати в найближчі роки

<https://expert.com.ua/>

- У 2024 році було додано *438 мільйонів нових підключень* IoT, що збільшило загальну кількість у всьому світі до 3,6 мільярда.
- 5G – це революційна технологія, здатна забезпечити швидкість передачі даних *до 20 Гбіт/с* і мінімальну затримку сигналу.
- 5G і IoT не просто змінюють окремі пристрої – вони трансформують цілі галузі та впливають на спосіб життя. І хоча шлях до повного розкриття цього потенціалу може зайняти кілька років, уже зараз видно, як ці технології роблять наше життя зручнішим, безпечнішим і цікавішим.

Samsung Electronics представила нову білу книгу 6G

<https://www.rcrwireless.com/>

- Нова технологія має покращити повсякденне життя споживача, зокрема, *XR-можливості* (розширену реальність) у розвагах, охороні здоров'я та науці.
- 6G покращить *масовий зв'язок*, забезпечуючи постійне з'єднання між безліччю пристроїв, датчиками, машинами та терміналами, а також зв'язок між наземними та супутниковими мережами і технологію Fixed Wireless Access.
- Це буде здійснено за допомогою використання *III* у різних сегментах мережі 6G.

6G вже близько: японські вчені встановили рекорд швидкості бездротового фотонного зв'язку

<https://internetua.com/>

- Науковці з Японії підняли планку швидкості бездротового зв'язку на безпрецедентний рівень. Їм вдалося домогтися швидкості передачі даних 240 Гбіт/с по одному цифровому каналу, що є революційним досягненням.
- Проблема полягала у зменшенні перешкод і фазового шуму, які можуть впливати на продуктивність багаторівневої модуляції сигналу на надвисоких швидкостях.
- Саме цю проблему вирішила команда з Університету Осаки. Вчені створили систему зв'язку на частоті 300 ГГц з генератором сигналу в приймачі і передавачі, що включає цифрову обробку сигналів для демодуляції сигналу і підвищення швидкості передачі даних. Цей інноваційний підхід значно зменшив фазовий шум, подолавши обмеження, які перешкоджали зв'язку на частоті 300 ГГц.

SpaceX готує нову антену Starlink, у 5 разів швидшу за нинішні моделі

<https://itechua.com/>

- SpaceX працює над створенням нової антени для Starlink, яка зможе передавати дані зі швидкістю до 1 Гбіт/с. Для досягнення

таких результатів SpaceX планує оновити своє супутникове угруповання та розширити використання частотного діапазону для супутникового інтернету.

- Завдяки цим оновленням Starlink зможе стати серйозним конкурентом традиційним оптоволоконним мережам.
- SpaceX уже представила нову потужну плоску антену для бізнес-користувачів.

Революція WI-FI: коли в Україні з'явиться надшвидкий інтернет майбутнього

<https://ysc.kiev.ua/>

- З розвитком технологій зростає потреба у швидкому та стабільному бездротовому інтернеті. Wi-Fi 7 обіцяє вирішити цю проблему.
- Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be) - це новий стандарт бездротового зв'язку, що забезпечує значно вищу швидкість, менші затримки та покращену стабільність підключення.
- Масове впровадження очікується уже в цьому році, коли нові маршрутизатори та гаджети почнуть широко підтримувати новий стандарт. Для повної реалізації переваг Wi-Fi 7 потрібні сумісний маршрутизатор і пристрої (смартфони, ноутбуки, телевізори).

Vodafone здійснив перший у світі відеодзвінок через супутниковий зв'язок

<https://processer.media/>

- Vodafone здійснив перший у світі відеодзвінок через супутниковий зв'язок зі стандартного смартфона та планує запустити цю технологію наприкінці 2025 – на початку 2026 року.
- Технологія дозволить користувачам у зонах без мобільного зв'язку здійснювати відеодзвінки, користуватися інтернетом і онлайн-сервісами без необхідності у спеціальному обладнанні.
- Смартфони з підтримкою 4G і 5G зможуть автоматично перемикатися між супутниковими та наземними мережами

«Київстар» і Starlink щодо впровадження послуги Direct to Cell в Україні

<https://mediasat.info/>

- Starlink планує спершу вивести на орбіту додаткові супутники для підтримки технології Direct to Cell. За планом компанії, кількість супутників необхідно подвоїти.
- Технологія надаватиме мобільний зв'язок через супутник будь-якому смартфону, що підтримує 4G.

Ajax Systems пропонує відеодзвінок Doorbell із вбудованим AI для розпізнання об'єктів

<https://ko.com.ua/>

- Пристрій легко інтегрується в екосистему Ajax та поєднує безперебійну роботу з передовими охоронними можливостями.
- Основна функція Ajax DoorBell – повідомляти користувача про гостей у реальному часі без затримок.
- Відеодзвінок має вбудований штучний інтелект, що розпізнає людей, тварин і транспортні засоби.

Україна займає п'яте місце у глобальному цифровому рейтингу ООН

<https://www.ukrinform.ua/>

- За п'ять років Україні вдалося піднятися за індексом онлайн-сервісів у глобальному рейтингу ООН зі 102-го на 5-те місце.

“Наш досвід побудови цифрової держави унікальний і важливий для всього світу. Працюємо далі та наближаємося до єдиного цифрового ринку ЄС” – заявили в Мінцифрі

Впровадження штучного інтелекту (концептуально)

Ілон Маск стверджує, що ШІ вичерпав усі наявні людські знання

<https://itechua.com/>

На поточний момент існує брак реальних даних для навчання штучного інтелекту.

Рішення проблеми – використання синтетичних даних, що генеруються самими ШІ-моделями.

Ринок праці майбутнього: ШІ забезпечить 78 мільйонів нових вакансій. <https://itechua.com/>

Прогноз Всесвітнього економічного форуму: до 2030 року впровадження штучного інтелекту призведе до створення 170 мільйонів робочих місць, але одночасно зникнуть 92 мільйони. У підсумку, очікується чистий приріст у 78 мільйонів робочих місць.

Штучний інтелект змінює фінансову галузь: банки планують масові скорочення. <https://itechua.com/>

Світові банки планують скоротити близько 200 тисяч робочих місць у найближчі 3-5 років через активне впровадження штучного інтелекту

Це дозволить банкам оптимізувати процеси й підвищити прибутковість, яка, за прогнозами, може зрости до 17% у 2027 році.

Велика Британія стане лідером у світі з розвитку ШІ. <https://itechua.com/>

План передбачає створення спеціальних зон для дата-центрів, прискорення їхнього будівництва та підтримку випускників, які обирають технологічні напрямки.

Повне впровадження ШІ може підвищити продуктивність на 1.5% на рік, що принесе економіці додатковий дохід у розмірі £47 млрд стерлінгів щороку впродовж 10 років.

США посилюють контроль над світовим ринком ШІ-чипів <https://itechua.com/>

Запроваджуються жорсткіші обмеження на експорт чипів та технологій штучного інтелекту, прагнучи зберегти перевагу у передових розробках для власних потреб та союзників, водночас ускладнюючи доступ до цих технологій для Китаю.

Дослідження показало, наскільки люди готові довіряти штучному інтелекту. <https://itechua.com/>

Дослідники з Університету Південної Австралії виявили, що довіра до ШІ залежить від рівня знань та значущості вибору. Опитавши 2 тис. респондентів із 20 країн, вони з'ясували, що люди зі знанням статистики частіше довіряють алгоритмам у простих ситуаціях, але сумніваються в них при прийнятті серйозних рішень.

Vodafone приєднався до ініціативи саморегулювання ШІ в Україні. <https://mediasat.info/>

Телекомунікаційний оператор офіційно став учасником ініціативи саморегулювання у сфері ШІ, створеної українськими ІТ-компаніями.

Оператор має намір розвивати ШІ-технології з дотриманням етичних засад і стандартів безпеки.

Прорив у створенні та використанні дронів

- Українські оборонні сили активно застосовують високошвидкісні дрони, оснащені сучасними технологіями штучного інтелекту.
- У 2025 році на фронті очікується поява автономних "роботів-вбивць", здатних виконувати бойові завдання без прямого втручання людини.
- В Україні є вагомий досвід побудови саме української екосистеми дронобудівництва, зокрема перших у світі морських дронів.
- Для протидії радіоелектронному впливу українські інженери розробили навігаційні модулі, що працюють без GPS, та багаточастотні канали зв'язку, а також новітні FPV-дрони, що керуються через оптоволоконний кабель, розпочали розробку «Ловців -дронів».

Роль телекомунікацій в створенні дронів

Телекомунікації відіграють ключову роль у створенні різних конфігурацій дронів військового застосування.

Основні аспекти у розширенні функціоналу сфери використання дронів:

1. Управління та контроль:
2. Передача даних:
3. Системи зв'язку:
4. Автономність та інтеграція в бойові мережі:
5. Кібербезпека:
6. Моніторинг і контроль повітряного простору:

Дрони для розвитку телекомунікацій

Дрони все більше інтегруються в телекомунікації і ця тенденція сприяє розвитку нових технологій та підходів до передачі даних.

Основні напрямки розробок у цій сфері:

1. Мобільні базові станції на дронах (Cellular on Drone)
2. 5G на борту дронів

3. Інтернет речей (IoT) і дрони
4. Оптичний зв'язок (Free-Space Optics)
5. Штучний інтелект та автоматизація зв'язку
6. Технології позиціонування та безпека зв'язку
7. Розширення покриття мереж 5G і 6G

Світовий рівень дронобудування

<https://terazus.com/>

Китай розробив військову мобільну станцію 5G, яка змінить майбутнє воєн і реально здійснює технологічний прорив у військовому зв'язку:

Китайська система здатна одночасно керувати 10 000 дронів у радіусі 3 кілометрів, забезпечуючи швидкість передачі даних до 10 гігабіт на секунду. Затримка сигналу становить менше 15 мілісекунд, що критично важливо для координації військових дій у режимі реального часу.

Особливо вражає здатність системи працювати в найвимогливіших умовах. Мобільні станції можуть встановлюватися на військову техніку, а спеціальні дрони-ретранслятори забезпечують безперебійне покриття навіть у гірській місцевості та міській місцевості.

Важливою є амбітна ціль китайців – мати більше дронів, ніж живих солдатів. Система має надійний захист від електромагнітних перешкод і може автономно використовувати цивільну інфраструктуру 5G з більш ніж 4,2 мільйона базових станцій.

Експерти зазначають, що така технологія може суттєво змінити баланс сил у світі. Здатність керувати величезними роями дронів і роботизованих систем створює нові виклики для традиційних військових стратегій.

Відповідність наукових проектів ІТС і НДІ телекомунікацій світовим пріоритетам

На стадії виконання сьогодні такі міжнародні та вітчизняні проекти:

- Проєкт Наукової ради НАТО за програмою «Наука заради миру та безпеки»

“3D Метаматеріали для збирання енергії та електромагнітного зондування”

- ❖ Здійснено моделювання перспективних комірок метаматеріалів з використанням мікросмужкових і діелектричних резонаторів,
 - ❖ Досліджено властивості створених комірок, як комбінованих структур для побудови ректен і електромагнітних сенсорів,
 - ❖ Запроваджено принцип накопичення енергії протягом кількох періодів із її наступним детектуванням шляхом заміни узгоджувального кола на «помножувачі» енергії на базі резонаторів біжучої хвилі і спрямованих фільтрів на основі метаматеріальних структур, які встановлюються перед детектором.
- Проєкт Національного фонду досліджень України

«Мікрохвильові пристрої на основі резонансних структур з метаматеріальними властивостями для захисту життєдіяльності та інформаційної безпеки України»

- ❖ В рамках парадигми метаматеріальної мікрохвильової техніки науковою школою «З технологій електронних комунікацій» КПІ імені Ігоря Сікорського отримано нові наукові знання і створено низку пристроїв для практичного використання в радіотехнічних комплексах і системах електронних комунікацій. Конструювання структурних одиниць – комірок електромагнітних метаматеріалів ґрунтувалося на використанні резонансних явищ при взаємодії електромагнітного поля з діелектричними резонаторами, що збуджувалось різними типами коливань, а також зі смужковими резонаторами різних розмірів і топологій.
 - ❖ Встановлено, що метаматеріальні властивості структур з’являються при збудженні одночасно, незалежно і паралельно як мінімум двох типів коливань, електричного та магнітного, або адекватних їм синфазних та протифазних коливань.
 - ❖ Серед властивостей і ефектів, які можна віднести до метаматеріальних, назовемо можливості здійснення:
 - аномально високого загасання режекторних структур;
 - аномально високого Q-фактора;
 - аномально високої часової затримки;
- Вагомі здобутки проєкту НФДУ, а також розроблені портативні системи зв’язку в рамках роботи **«Створення радіотехнічних**

систем з використанням тропосферних технологій та засобів електронних комунікацій» представлені на здобуття Національної премії України імені Бориса Патона 2025 року

- ❖ Науково-технічним результатом роботи є створення та впровадження мобільної цифрової тропосферно-радіорелейної станції, малогабаритної цифрової тропосферної станції, нових мікрохвильових елементів та приладів, в тому числі з використанням нових метаматеріалів, формування радіонавігаційного поля з визначеними параметрами шляхом використання тропосферних неоднорідностей.
- ❖ Розроблена портативна цифрова тропосферна станція з підвищеною завадостійкістю є станцією, яка відрізняється низьким енергоспоживанням, компактними габаритами та невеликою масою завдяки використанню новітньої елементної бази мікроелектроніки в НВЧ діапазоні, сучасних радіотехнологій формування та передачі радіосигналу через тропосферний канал.
- ❖ У роботі отримали подальший розвиток такі тропосферні технології: частотне рознесення сигналів; кутове рознесення сигналів; технологія підвищення завадостійкості тропосферних засобів електронних комунікацій за рахунок використання систем з розширенням спектра, як псевдовипадкова перебудова робочої частоти, так і широкосмугові сигнали; просторове рознесення сигналів на передачі.
- ❖ Пристрої з використанням метаматеріалів створені на рівні світових результатів є оригінальними і стосуються режекторних, смугових, спрямованих фільтрів, частотно-селективних поверхонь, антенних випромінювачів і частотно-стабілізованих генераторів. Ці прилади практично необхідні як для систем тропосферного зв'язку, так і для широкого кола радіотехнічних систем.