



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
НДІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

**ПЕРСПЕКТИВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
(ПТ-2026)**

**Двадцять міжнародна
науково-технічна конференція**

Матеріали конференції

13–17 квітня 2026 року

та

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ
(ПРІТС-2026)**

**Вісімнадцять науково-технічна
конференція студентів та аспірантів**

Тези конференції

13–17 квітня 2026 року

Київ – 2026



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF UKRAINE
“IGOR SIKORSKY KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE”

EDUCATIONAL AND RESEARCH INSTITUTE
OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS
RESEARCH INSTITUTE OF TELECOMMUNICATIONS

**MODERN CHALLENGES IN TELECOMMUNICATIONS
(MCT-2026)**

Twentieth International Scientific Conference

Conference proceedings

April 13–17, 2026

and

**PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF INFORMATION-
TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS
(PDITS-2026)**

**Eighteenth Scientific Conference
of Undergraduate and Graduate Students**

Conference abstracts

April 13–17, 2026

Kyiv – 2026

Перспективи телекомунікацій (ПТ-2026) : Двадцята міжнародна науково-технічна конференція : матеріали конференції (13–17 квіт. 2026 р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 441 с.

Modern Challenges in Telecommunications (MCT-2026) : Twentieth International Scientific Conference : conference proceedings (April 13–17, 2026). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2026. – 441 p.

Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем (ПРІТС-2026) : Вісімнадцята науково-технічна конференція студентів та аспірантів: тези конференції (13–17 квіт. 2026 р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. стор. 399-441 .

Prospects for development of information-telecommunication technologies and systems (PDITS-2026) : Eighteenth Scientific Conference of Undergraduate and Graduate Students: conference abstracts (April 13–17, 2026). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2026. – pp. 399-441.

Збірник містить матеріали пленарних і секційних доповідей, представлених на Двадцятій міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи телекомунікацій» (ПТ-2026) та Вісімнадцятій науково-технічній конференції студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем» (ПРІТС-2026), які відбулися 13–17 квітня 2026 р. у м. Києві.

Електронні версії матеріалів конференцій розташовано на платформі **uran.ua** у вкладинках Наукова періодика та Наукові конференції за посиланнями:
<https://conferenc-journal.its.kpi.ua/issue/archive> (ISSN online)
<https://conferenc.its.kpi.ua/2026/schedConf/presentations>

Робочими мовами конференцій є українська та англійська.

У спільний збірник включено матеріали обох конференцій за такими секціями:

1. Достовірність та ефективність передачі інформації.
2. Мережні, оптоволоконні технології та безпека.
3. Безпроводові технології, системи мобільного зв'язку.
4. Інформаційні технології в телекомунікаціях.
5. Сенсорні мережі та Інтернет речей.

Секретар оргкомітету конференції *Іванова Т.Л.*
t.me/MNTK_PT; E-mail: *conf@its.kpi.ua*

**Голова Двадцятої міжнародної науково-технічної конференції
«Перспективи телекомунікацій»:**

ІЛЬЧЕНКО М.Ю. – науковий керівник Навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», академік НАН України, д.т.н., професор

Організатори конференції:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», НН ІТС, НДІ телекомунікацій; Міжнародний науково-технічний журнал «INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SCIENCES» (ISSN: 2312-4121).

Спонсори конференції:

Організації та підприємства, які беруть участь в науково-інноваційній діяльності та у працевлаштуванні випускників НН ІТС, а також всі охочі.

Координатори Програмного комітету:

КРАВЧУК С.О. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

НОВОГРУДСЬКА Р.Л. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

Члени Програмного комітету Двадцятої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи телекомунікацій»:

АВДЄЄНКО Г.Л. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

БОГУШ В.М. – к.т.н., доц., Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ

ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

ГУДИМЕНКО І.А. – Dr.-Eng., T-Systems MSC, Дрезден, Німеччина

ЖУК С.Я. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

ЗАВИСЛЯК І.В. – д.ф.-м.н., проф., КНУ ім. Т. Шевченка, Київ

КАПШТИК С.В. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

КАТОК В.Б. – к.т.н., доц., ПАТ «Укртелеком», Київ

КИСЕЛЬОВ Стів – PhD, Friedrich-Alexander-University, Нюрнберг, Німеччина

КОТ Т.М. – Dr.-Eng., Solutions Architect, NVision Czech Republic, Прага, Чехія

ЛАВРУТ О.О. – д.т.н., проф., НАСВ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ЛЕМЕШКО О.В. – д.т.н., проф., ХНУРЕ, Харків

ЛИСЕНКО О.І. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – Prof., VA Dresden University, Дрезден, Німеччина

МАКАРЕНКО А.О. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

МАКСИМОВ В.В. – к.т.н., доц. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

МІНОЧКІН Д.А. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

МОШИНСЬКА А.В. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

НАЗАРЕНКО О.І. – факультет лінгвістики КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

НОСКОВ В.І. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
ПОПОВ В.І. – д.м.-ф.н., проф., РТУ, Рига, Латвія
ПРАВИЛО В.В. – к.т.н., доц. НН ІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
РОМАНОВ О.І. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
РОМАНЮК В.А. – д.т.н., проф. ВІТІ ім. Героїв Крут, Київ
СЕРГІЄНКО М.І. – к.т.н., доц. каф. ІЕ, ІЕЕ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
СКУЛИШ М.А. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
СТРИЖАК О.Є. – д.т.н., НЦ «МАН України», Київ
ТЕНШИ Хара – Dr.-Eng., Technical University of Dresden, Дрезден, Німеччина
ТОЛЮПА С.В. – д.т.н., проф., КНУ ім. Т. Шевченка, Київ
ТРУБІН О.О. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
ФЕЛЬДМАНН Маріус – Dr.-Eng., Technical University of Dresden, Дрезден, Німеччина
ЧУМАЧЕНКО С.М. – д.т.н., с.н.с., НУХТ, Київ
ШПІЛЬНЕР Йозеф – Dr., ZHAW School of Engineering, Цюрих, Вінтертур, Швейцарія
ЯВІСЯ В.С. – к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ
ЯКОРНОВ Є.А. – к.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ

Технічний комітет:

Дуля Ю.А. – головний бухгалтер НДІ ТК
Березовська О.В. – реєстрація, забезпечення
документообігу Мікляєв О.В. – технічне обслуговування
Іванова Т.Л. – оформлення конференції на сайті НН ІТС
Головай О.М. – технік I категорії
Остапенко М.Ю. – реєстрація, забезпечення документообігу

Адреса для листування, телефони, e-mail:

03056, м. Київ, пров. Індустріальний, 2, корп. 30, секретарю оргкомітету
конференції «ПТ» Івановій Т.Л., t.me/MNTK_PT, conf@its.kpi.ua

Адреса проведення конференції:

Конференцію було проведено у змішаному форматі: очно (Пленарні
засідання: корпус № 6 зала засідань, м. Київ, просп. Берестейський, 37-
е, Закриття конференції: м. Київ, пров. Індустріальний, 2, корп. 30, ауд.
602) та дистанційно (за допомогою on-line сервісів для
відеоконференцій та вебінарів ZOOM та MEET).

ЗМІСТ

Пленарні доповіді

Льченко Михайло Юхимович, Кононова Ірина Віталіївна СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ 2026	22
Nelea Manin, Andrei Dorogan COMPARISON OF UWB, BLE, AND WIFI TECHNOLOGIES FOR HIGH- PRECISION INDOOR LOCALIZATION	26
Дмитрук Костянтин Сергійович, Касілов Олег Вікторович РОЗПОДІЛ РЕСУРСІВ У БАГАТОРІВНЕВИХ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ	31
Федотов Кіріл Юрійович, Кирпич Марат Сергійович, Сергієнко Микола Іванович ЗАСТОСУВАННЯ ФАЗОВАНИХ АНТЕННИХ РЕШТОК В ЗАСОБАХ ОПЕРАТИВНОГО ЗВ'ЯЗКУ	34
Leonid Uryvskiy, Anatoly Makarenko, Serhiy Osypchuk IMPROVING DIGITAL SIGNAL PROCESSING PERFORMANCE USING MACHINE LEARNING METHODS	37
Тимофєєв Євгеній Максимович, Лисенко Олександр Іванович СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІМО В МОБІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ	40
Kyrylo Nemchenko, Larysa Globa, Alessandro Vizzarri, Franco Mazzenga ONTOLOGY-GUIDED SEMANTIC UNIFICATION IN MULTIPROTOCOL GATEWAYS FOR 6G-U IOT	45
Могильний Сергій Борисович МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РАДІОЧАСТОТНИХ ВІДБИТКІВ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИСТРОЇВ У МЕРЕЖАХ 5G і 6G	48
Іщенко Марія Олександрівна, Педан Станіслав Ігорович АДАПТИВНИЙ МЕТОД БЕЗПЕЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ПРИВАТНИХ ДАНИХ НА БЛИЗЬКІЙ ВІДСТАНІ З ПЕРЕВІРКОЮ ФІЗИЧНОЇ БЛИЗЬКОСТІ ПРИСТРОЇВ	51
Погрібняк Андрій Андрійович, Маньківський Володимир Броніславович ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ АРХІТЕКТУР В КОНТЕЙНЕРИЗОВАНИХ СЕРЕДОВИЩАХ НА ОСНОВІ SINGLE STACK IPV4, SINGLE STACK IPV6 ТА DUAL STACK	54

Секція 1. Достовірність та ефективність передачі інформації

Співголови:

д.т.н., проф. Уривський Л.О., к.т.н., доц. Максимов В.В., д.т.н., доц. Мошинська А.В.

Доповідачі:

Шмігель Б. О., Уривський Л. О.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ
БЕЗПРОВОДОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ.....57

Лівенцев С.П.

КОГНІТИВНЕ КЕРУВАННЯ ІТЕРАЦІЙНИМ
ТУРБОДЕКОДУВАННЯМ У ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНИХ
РАДІОСИСТЕМАХ SDR-RAN.....61

Максимов В. В., Юхта А.О.

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НОВИХ КОМПОЗИТНИХ
КОДІВ БАРКЕРА66

Уривський Л.О., Косогор А.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ДОСТОВІРНОСТІ В КАНАЛІ ЗВ'ЯЗКУ
З БАГАТОПОЗИЦІЙНОЮ МАНІПУЛЯЦІЄЮ ПРИ ФІКСОВАНОМУ
ЕНЕРГЕТИЧНОМУ РЕСУРСІ.....70

Ковда Є.О., Сокол Г.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МАС-ПРОТОКОЛІВ У ДРОТОВИХ І
БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ74

Шиман М.В., Шиман А.П., Савченко М.В.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕОДНОРІДНОСТІ ТРАФІКУ НА ЗАТРИМКУ В
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ77

Коновалов Д.Г., Яковенко І.В.

ПРОГНОЗНА МАРШРУТИЗАЦІЯ В РОЯХ ДРОНІВ.....81

Кононенко О.Р., Григоренко О.Г.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОННИХ
КОМУНІКАЦІЙ: ІНТЕГРАЦІЯ ПРОТОКОЛІВ РЕЗЕРВУВАННЯ ТА
OUT-OF-BAND МОНІТОРИНГУ84

Страшко П.В., Носков В.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЦІЛЬОВИХ ФУНКЦІЙ OF0 ТА MRNOF ДЛЯ ПОШУКУ МАРШРУТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРОТОКОЛУ RPL В МЕРЕЖАХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	87
Григоренко О.Г., Сачек Р.В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОАКТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОСТІ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	91
Серкін А.О., Носков В.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ PON ПРИ ПРОЄКТУВАННІ МЕРЕЖ ДОСТУПУ РОЗУМНОГО МІСТА.....	94
Литвиненко М.І., Носков В.І. АНАЛІЗ КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МЕРЕЖ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У КОНЦЕПЦІЇ SMART CITY	98
Григоренко О.Г., Мельник М.С. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ НУЛЬОВОЇ ДОВІРИ ТА СЕГМЕНТАЦІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ ІНФРАСТРУКТУРИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА КАНАЛЬНОМУ РІВНІ.....	102
Григоренко О.Г., Картун Б.В. ЗАГРОЗИ І ВРАЗЛИВОСТІ В МЕРЕЖАХ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ ТА ЗАСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ	105
Семенюк Ю.С., Носков В.І. ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБОКОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ У ІОТ-МЕРЕЖІ (INTRUSION DETECTION SYSTEM).....	108
Труш М.А., Носков В.І. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОТИДІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННИМ ЗАВАДАМ У КАНАЛАХ КЕРУВАННЯ І ТЕЛЕМЕТРІЇ БПЛА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	111
Грицан З.М., Максимов В.В. ДИНАМІЧНА АДАПТАЦІЯ МЕТРИК ЯКОСТІ РАДІОЗВ'ЯЗКУ БЕЗПЛОТНИХ НАДВОДНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ РЕБ.....	115

**Секція 2. Мережні, оптоволоконні
технології та безпека**

Співголови: д.т.н., проф. Трубін О.О., к.т.н., доц. Носков В.І., проф. Романов О.І.,
д.т.н., проф. Лемешко О.В., д.т.н., проф. Лаврут О.О.

Доповідачі:

Trubin A. A.

EIGEN WAVES OF THE INFINITE SYSTEMS OF COUPLED
DIELECTRIC RESONATORS WITH DEGENERATE MODES118

Trubin A. A.

ANALYTICAL APPROACH TO DESCRIPTION COUPLED
OSCILLATIONS OF DIELECTRIC RESONATORS WITH DEGENERATE
MODES122

Trubarov I.V.

BUTTERFLY STUB MICROSTRIP LOW-PASS FILTER FOR 868 MHZ
BAND.....125

Trubarov I.V.

HAIRPIN MICROSTRIP BANDPASS FILTER FOR 2.4 GHZ BAND128

Романов О.І., Мікляєв Г.О.

СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ
ВНУТРІШНЬОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ МЕТОДОМ "FINGERPRINT"131

Sergiy Ivanov, Pavlo Oliinyk

DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED SYSTEM FOR HYDROCHEMICAL
REGIME MONITORING FOR FISH FARMS BASED ON LoRaWAN134

Sergiy Ivanov, Pavlo Oliinyk

METHODOLOGY FOR CALIBRATION AND ADJUSTMENT OF AN
INFRARED STAR TRACKER USING SYNTHETIC STAR FIELD
IMAGES.....138

Підпалій О.І.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ КОНТЕКСТНО-ОРІЄНТОВАНОГО КОНТРОЛЮ
ДОСТУПУ В SDN-МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ZERO TRUST143

Кравченко А. В., Романова М.О. МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВАГ ЗВ'ЯЗКІВ ГРАФОВОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖІ SDN	146
Нестеренко М.М., Власенко О.А., Марінов А.І. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МЕРЕЖЕВОГО РІВНЯ ІОТ	149
Нестеренко М.М., Зозуля В.С., Максимчук В.Р. ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ VPN КОРПОРАТИВНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ.....	152
Нестеренко М.М., Варич О.П. ШЛЯХИ РОЗРАХУНКУ ПОТУЖНОСТЕЙ СЕРВІСІВ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ.....	155
Нестеренко М.М., Устинов Д.А., Капишон В.В. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ В ПРОГРАМНО- ВИЗНАЧЕНИХ МЕРЕЖАХ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	158
Пантась С.О., Нестеренко М.М., Пантась І.О., Герасимов М.А. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ NETOPS-АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КЕРУВАННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ МАРШРУТИЗАТОРІВ	161
Пантась С.О., Нестеренко М.М., Корж Д.О. РЕАЛІЗАЦІЯ ВІДМОВОСТІЙКОЇ МЕРЕЖЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ НА БАЗІ ZEROTIER ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ OSPF	164
Пантась С.О., Нестеренко М.М., Пантась І.О., Сокол І.А. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ІНФРАСТРУКТУРНОМУ РІВНІ	167
Клавдієв В.П., Пустовойтов П.Є. КЕРУВАННЯ МАСШТАБУВАННЯМ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ	171
Тарасенко Є.В., Воронець В.М. СУПРОВІД ОБ'ЄКТІВ У РЛС ЗА НАЯВНОСТІ АКТИВНИХ ЗАВАД.....	174
Коробейник С.М., Касілов О.В. ДИНАМІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ДОВЖИН ХВИЛЬ У WDM-ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	177

Секція 3. Безпроводові технології,
системи мобільного зв'язку

Співголови:

д.т.н., проф. Кравчук С.О., к.т.н., доц. Капштик С.В., к.т.н., доц. Явіся В.С.

Доповідачі:

Oliinyk D.I., Koshkarov S.A., Nizhnyi D.A.

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO TERAHERTZ-BAND COMMUNICATION NETWORKS180

Авдєєнко Г.Л., Коршак О.О.

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗАХИСТУ ПРИЙМАЧІВ СУПУТНИКОВИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД НАВМИСНИХ РАДІОЗАВАД.....184

Судаков Є.В., Сокол Г.В.

ПРОДУКТИВНІСТЬ МАС-ПРОТОКОЛІВ У МЕРЕЖАХ З МІМО ТОПОЛОГІЄЮ187

Охрименко М.Ю., Яковенко І.В.

МЕТОД МАРШРУТИЗАЦІЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ З НЕЧІТКО ЗАДАНИМИ МЕТРИКАМИ У ВИГЛЯДІ ДІАПАЗОНУ ЗНАЧЕНЬ190

Меркуленко Ю.С., Савченко М.В.

ПРОЦЕС РОЗПОДІЛУ РАДІОСПЕКТРУ ПРИ ЗМІННІЙ ЗАЙНЯТОСТІ КАНАЛІВ193

Майдан О.І., Бреславець В.С.

ВИБІР ЧАСТОТ ДЛЯ ГЛУШІННЯ КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ БПЛА196

Кравченко В.І., Яковенко І.В.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІОНІЗАЦІЇ ПЛАЗМОВОГО ОБМЕЖУВАЧА.....199

Кириленко Д.В., Яковенко І.В.

АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ТЕРМІНАЛІВ У LEO-МЕРЕЖАХ.....202

Дівіцький А. С.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖЕВИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ДІЇ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ205

Кайденко М. М., Мацаєнко А.М., Роскошний Д.В. ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ОБМІНУ ДАНИМИ В ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНИХ РАДІОСИСТЕМАХ.....	207
Приймак С.О., Кравчук С.О. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ДОСТУПНОСТІ ТА МАСШТАБУВАННЯ VOIP СИСТЕМИ ШЛЯХОМ ГЕОГРАФІЧНОГО РОЗНЕСЕННЯ	210
Ветошко І.П., Кравчук С.О. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО МЕТОДУ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ РАДІОРЕСУРСАМИ ДЛЯ VONR У МЕРЕЖАХ 5G SA	214
Кравчук С.О., Кравчук І.М. КІБЕРБЕЗПЕКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ	217
Правило В. В. ВДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ 4G МЕРЕЖ.....	220
Міночкін Д. А., Самусь Д.В. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ КІБЕРЗАГРОЗ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	223

Секція 4. Інформаційні технології в телекомунікаціях

Співголови:

д.т.н., проф. Глоба Л.С., д.т.н., проф. Скулиш М.А., д.т.н. Стрижак О.Є.

Доповідачі:

Івженко Є.І. Скулиш М.А. МЕТОД ТЕСТУВАННЯ ПОЛІТИК КЕРУВАННЯ USER-PLANE ТРАФІКОМ У МЕРЕЖАХ 5G	226
Райчук А.А., Глоба Л.С. AI-ОРІЄНТОВАНИЙ АГЕНТ МОНИТОРИНГУ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРИ MULTICLOUD ДАТА ЦЕНТРІВ	229
Савенок В.О. ОПТИМІЗАЦІЯ КОМУТАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ PVST	237

Гнинюк А.О., Маньківський В.Б. ОПТИМІЗАЦІЯ WAN-ІНФРАСТРУКТУРИ РОЗПОДІЛЕНИХ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ MPLS ТА ПРОТОКОЛУ EIGRP	241
Ільченко М.В., Алексєєв М.О. ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ І РОБОЧИМ НАВАНТАЖЕННЯМ У ГЕТЕРОГЕННИХ KUBERNETES-СЕРЕДОВИЩАХ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	245
Загорулько І.Ю., Педан С.І. МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ LPWAN НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АТАК НА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ.....	250
Дубінко А.Д., Курдеча В.В. МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД МОНІТОРИНГУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	253
Кушнір О. О., Курдеча В. В. УДОСКОНАЛЕНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО ЗВ'ЯЗКУ В МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	256
Короїд Б.О., Курдеча В.В. УДОСКОНАЛЕНА АРХІТЕКТУРА МОБІЛЬНОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ.....	259
Петров Н.С., Курдеча В.В. СИСТЕМА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ СУПРОВОДУ ВАНТАЖУ	262
Прокопчук Я.В., Курдеча В.В. МЕТОД КЕРУВАННЯ РУХОМИМИ ІОТ ОБ'ЄКТАМИ	265
Globo L.S., Tsukanov S.O. A TWO-STAGE APPROACH FOR TRAFFIC CLASSIFICATION IN 5G/6G NETWORKS WITH BUFFERING AND MODEL RETRAINING	268
Pchenko V., Galitskiy I., Krylach O., Zhivkov A., Gvozdetska V. APPLICATION OF THE LITE VNA VECTOR NETWORK ANALYZER IN THE EDUCATIONAL PROCESS	271
Приходнюк В.В., Кузьменко О.С., Горборуков В.В. ОНТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ЦИФРОВІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ.....	275

Суліма С.В. СЛАЙСИНГ З ПРОГНОЗУВАННЯМ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ M/G/1 З УРАХУВАННЯМ ВУГЛЕЦЕВОЇ ОБІЗНАНОСТІ ДЛЯ ПУЛЬСУЮЧОГО ТРАФІКУ 5G.....	278
Карашевич Є. Д., Суліма С. В. ЛАТЕНТНІСНО-ОРІЄНТОВАНА КОМПРЕСІЯ МОДЕЛЕЙ ТРАФІКУ ДЛЯ 5G/IOT.....	281
Володіна А. О., Суліма С. В. МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ВЕБ-СТОРІНКИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ	284
Осадчий Б. В., Суліма С. В. МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ.....	287
Романюк О.Н., Бобко О. Л., Романюк О.В. МЕРЕЖНА ПЕРЕДАЧА ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ	290
Vasylenko S.V., Yerokhin V.F., Tkachenko A.L. COMPARTMENTALIZATION OF PROCESSES OF CREATING ML- ALGORITHMS DEMODULATION OF MUTIAL NONORTOGONAL SIGNALS FOR PD-NOMA SYSTEMS	294
Бугайов М.В. НЕОБХІДНА ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ЗАСОБУ РАДІОМОНІТОРИНГУ НА БЕЗПІЛОТНОМУ ЛІТАЛЬНОМУ АПАРАТІ.....	298
Люта М.О., Комаров І.Ю. РОКЕТСПРЕТРЕ: МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НЕВИДИМИХ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ НА ОСНОВІ СЕНСОРІВ СМАРТФОНА	301
Zhabura D.A., Avdeyenko G.L., Kudiyarova Z.V. RESEARCH OF HOMEMADE ANTENNAS USING A SPECTRUM ANALYZER AND A VECTOR NETWORK ANALYZER	303
Полінчик О.С., Козленко О.В., Співак О.А. ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ГЛУШІННЯ ЗВ'ЯЗКУ ТА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ В УМОВАХ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА.....	306
Якорнов Є.А., Цуканов О.Ф. ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ПАРАМЕТРІВ РУХУ БПЛА ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ДРІБНИХ ПОХІДНИХ У РЯДАХ ТЕЙЛОРА.....	309

Секція 5. Сенсорні мережі та Інтернет речей

Співголови:

д.т.н., проф. Лисенко О.І., д.т.н., проф. Романюк В.А., д.т.н., проф. Жук С.Я.

Доповідачі:

- Макаренко А.О., Трофімцов Д. С., Чеботарьов Д. В.**
КОНЦЕПЦІЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ В АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ РОЯХ ІОТ ЗА РАХУНОК СИМБІОЗУ ГРАФОВИХ АЛГОРИТМІВ ТА ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ЛОКАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ312
- Volodymyr Pchenko**
AN INTERACTIVE WEB-BASED PROPORTIONAL NAVIGATION GUIDANCE SIMULATOR315
- Гвоздецька В.А., Федорова Л.Б.**
МАТРИЧНА ЕКСПОНЕНТА ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ.....320
- Новіков В.І., Лисенко О.І., Алексеева І.В.**
ОСОБЛИВОСТІ РЕТРАНСЛЯЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ.....323
- Клюс А.В, Сушин І.О.**
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БАГАТОШАРОВИХ МОБІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ327
- Koval M.**
APPLICATION OF INTERACTIVE SIMULATORS STUDYING GPS NAVIGATION AND ITS VULNERABILITIES IN EDUCATIONAL PROCESS330
- Новіков В.І., Лисенко О.І., Гуйда О.Г.**
АНАЛІЗ МЕТОДІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ.....334
- Явіся В.С., Руренко О.Г., Гетьман О.В.**
МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТОРУ338
- Ляшенко А.В.**
АДАПТИВНА МАРШРУТИЗАЦІЯ В ІoV-МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ ЧАСО-ПРОСТОРОВОЇ ГРАФОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ341

Самсонов С.С., Глоба Л.С. ПЕРЕМИКАННЯ ПРОТОКОЛІВ ПРИКЛАДНОГО РІВНЯ ДЛЯ АДАПТИВНИХ ІОТ-ПЕРЕДАВАЧІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	344
Кузнецов Я.В., Курдеча В.В. ДВОЕТАПНА СИСТЕМА ВЕРИФІКАЦІЇ ПОДІЙ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ НА ОСНОВІ YOLO ТА LLM	347
Дядюра К.О., Курдеча В.В. СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА ОСНОВІ UNREAL ENGINE	350
Лобанов М. С., Курдеча В. В. УДОСКОНАЛЕНА СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ РОЗУМНОГО БУДИНКУ ДЛЯ УМОВ НЕСТАБІЛЬНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ	353
Богач Б.І., Суліма С.В. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ КОНТЕКСТНО-ЗАЛЕЖНОЇ РЕКОНФІГУРАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ АДАПТИВНИХ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ПРИ МОНІТОРИНГУ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	356
Явіся В.С., Руренко О.Г., Гетьман О.В. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КАНАЛУ КЕРУВАННЯ БПЛА	359
Кравчук І.В., Валуйський С.В. МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ АТАК І ЗАХИСТУ ІОТ МЕРЕЖ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	362
Уривський Л. О., Парадовський А. О. АДАПТАЦІЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ТА МОДУЛЯЦІЇ В ІОТ- МЕРЕЖАХ 5G ПРИ ЗМІННІЙ ЩІЛЬНОСТІ ВУЗЛІВ	365
Chukov O.O., Redko I.V. APPLICATION OF DIGITAL TWINS APPROACH FOR OTA MANAGEMENT IN IOT SOLUTIONS	367
Притолук П. Г., Жук С. Я. АНАЛІЗ ТОЧНОСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІБРИДНОЇ TDOA/AOA СИСТЕМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ З ДВОХ СЕНСОРІВ	370

Ковтун І.С., Жук С.Я. АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СУПРОВОДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ GNN З ВИКОРИСТАННЯМ ВИРІШАЛЬНИХ СТАТИСТИК ВІДМІТОК.....	373
Ірха М. С. МЕТОДИКА СИНТЕЗУ ПРОЦЕДУРИ ДЕМОДУЛЯЦІЇ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНОГО СИГНАЛУ З КОМПЕНСАЦІЄЮ ПОДІБНОЇ ПЕРЕРИВЧАСТОЇ АСИНХРОННОЇ ЗАВАДИ.....	376
Яценко Д.В., Катін П.Ю., Молебна М.С. ВИЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОЇ СЕРЕДНЬОЇ ЗАТРИМКИ ПЕРЕДАЧІ GNSS/NMEA ПОВІДОМЛЕНЬ В ІОТ-СИСТЕМАХ	379
Мішин О.В., Катін П.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ВІДМОВ БАГАТОГВИНТОВИХ КОПТЕРІВ ЗА РАХУНОК ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ТЯГИ	382
Романюк В.А., Гримуд А.Г. АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІТАЮЧОЮ СЕНСОРНОЮ МЕРЕЖЕЮ.....	385
Kaimachnikova V.S. SOFTWARE MODELING AND COMPARATIVE ANALYSIS OF JSON TELEMETRY COMPRESSION ALGORITHMS EFFICIENCY FOR NARROWBAND COMMUNICATION CHANNELS.....	388
Шовгеня О.Ю., Бреславець В.С. ІНТЕГРАЦІЯ СЕНСОРІВ ТА РЕБ У СИСТЕМАХ ОХОРОНИ.....	392
Алфімов В.В, Мартинюк С.Є. ІНТЕГРОВАНІ ЛІНЗОВІ АНТЕНИ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ.....	395

**Вісімнадцята науково-технічна конференція студентів
та аспірантів «ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ»**

Співголови:

- ЛЬЧЕНКО М.Ю.– науковий керівник Навчально-наукового Інституту телекомунікаційних систем Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", академік НАНУ, д.т.н., професор;
- ЯКОРНОВ Є.А. – к.т.н., професор Навчально-наукового Інституту телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- КРАВЧУК І.М. – к.ю.н., доц., Навчально-наукового Інституту телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- ЛЕВЧЕНКО І.С.– голова студради НН ІТС КПІ ім.Ігоря Сікорського.

Доповідачі:

- Персіков М.А., Спесівцев А.В., кер. Єременко О.С.**
АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ БАЗИ ДАНИХ
ВРАЗЛИВОСТЕЙ (EUVD)401
- Барилко Д.О., кер. Єременко О.С.**
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОТИДІЇ ЗАГРОЗАМ І ТИПОВИМ АТАКАМ
НА ЛОКАЛЬНІ МЕРЕЖІ402
- Куліков І.В., кер. Сабурова С.О.**
АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В МЕРЕЖАХ
ДОСТУПУ ДО ІНТЕРНЕТУ403
- Савченко Р.О., Шестопапов С.С. кер. Єременко О.С.**
АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ШІ-ОРІЄНТОВАНИХ МЕТОДІВ
УПРАВЛІННЯ ЧЕРГАМИ В СУЧАСНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ
МЕРЕЖАХ404
- Лемешко В.О., Персіков М.А., кер. Єременко О.С.**
АНАЛІЗ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ВІДМОВСТІЙКОСТІ У
ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ.....405
- Горяїнова К.О. кер. Єременко О.С.**
АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ МАРШРУТИЗАЦІЇ EIGRP406

Линник Є.О. кер. Єременко О.С. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ПРОГРАМОВАНИХ МЕРЕЖ.....	407
Трубко М.С., кер. Єременко О.С. АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ МЕРЕЖНИХ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ ANSIBLE З УРАХУВАННЯМ ПОЛІТИК БЕЗПЕКИ.....	408
Гунін І.О., кер. Курдеча В.В. АНОМАЛЬНІ ДАНІ МЕРЕЖІ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ.....	409
Боровик А.С., кер. Осипчук С.О. ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ЗІБРАНИХ ДАНИХ З ПРИСТРОЇВ ІОТ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	410
Горяїнова К.О. кер. Єременко О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТОКОЛУ МАРШРУТИЗАЦІЇ EIGRP В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ	411
Барилко Д.О., кер. Єременко О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЛОКАЛЬНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	412
Шестопалов С.С., Савченко Р.О. кер. Єременко О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ MININET І CONTAINERNET У ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЧЕРГАМИ В ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ.....	413
Трубко М.С., кер. Єременко О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИК БЕЗПЕКИ ЗАСОБАМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ МЕРЕЖНИХ ПРИСТРОЇВ	414
Кошелєв А.В., кер. Лошаков В. А. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНОГО РАДІО ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ	415
Лобанов М. С., кер. Курдеча В. В. МЕТОД АДАПТИВНОГО ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ З ФУНКЦІЄЮ ПРЕВЕНТИВНОГО РЕАГУВАННЯ.....	416
Власенко Р.С., кер. Суліма С.В. МІКРОСЕРВІСНА ВЕБ-ПЛАТФОРМА ДЛЯ СТРИМІНГУ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ gRPC ТА SignalR	417

Куренко В.О. кер. Лемешко О.В. МОДЕЛЬ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	418
Яценко М.В., кер. Курдеча В.В. МОДИФІКОВАНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	419
Миронюк І.А., кер. Курдеча В.В. МОДИФІКОВАНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ КОНТЕНТУ КОМЕРЦІЙНИХ ПРЯМИХ ТРАНСЛЯЦІЙ.....	420
Сізіков Н. Д., кер. Курдеча В.В. МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД АДАПТИВНОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БПЛА ...	421
Линник Є.О. кер. Єременко О.С. ОГЛЯД ПІДХОДІВ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ У ПРОГРАМОВАНИХ МЕРЕЖАХ.....	422
Колтаков О.А., кер. Єременко О.С. ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ В ПРОГРАМНО- КОНФІГУРОВАНІХ МЕРЕЖАХ.....	423
Пузик М.О., кер. Курдеча В.В. ООНОВЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЇВ РОЗУМНОГО БУДИНКУ.....	424
Заспа А.А., кер. Осипчук С.О. ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕДАВАННЯ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ.....	425
Бідненко М.О., кер. Лошаков В.А. ОРБИТАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ЗОНИ ПОКРИТТЯ НИЗЬКООРБИТАЛЬНИХ СУПУТНИКОВИХ УГРУПОВАНЬ У СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ.....	426
Галацин В.В., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ ІОТ-СИСТЕМ У МЕРЕЖАХ 6G	427
Крістенков Є.С., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ.....	428
Бех В.О., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ TINYML У МЕРЕЖАХ CRITICAL IOT	429
Лисенко А.С., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КРАУДМАРКЕТИНГУ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ ЦІЛЬОВОГО ТРАФІКУ.....	430

Савченко М.С., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІОТ	431
Лисенко П.В., кер. Курдеча В.В. ОСОБЛИВОСТІ МАРШРУТИЗАЦІЇ КРИТИЧНОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	432
Бідненко М.О., кер. Лошаков В.А. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ НИЗЬКООРБИТАЛЬНИХ ТА ГЕОСТАЦІОНАРНИХ СУПУТНИКІВ З МОЖЛИВІСТЮ РЕЗЕРВУВАННЯ КАНАЛІВ	433
Кошелев А.В., кер. Лошаков В. А. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНДАРТІВ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 4G ТА 5G.....	434
Юшко Д.С., кер. Курдеча В.В. ПОТЕНЦІАЛ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В TOR ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ АНОНІМНОСТІ	435
Пукас М.О., кер. Осипчук С.О. ПРОБЛЕМИ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАСОБІВ СИСТЕМ ІОТ ..	436
Колтаков О.А., кер. Єременко О.С. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ НАВАНТАЖЕННЯ В SDN НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СТАТИСТИКИ ПОТОКІВ.....	437
Линник А.С., кер. Якорнов Є.А. РАДІОПЕЛЕНГАЦІЯ ДЖЕРЕЛ АКТИВНИХ ЗАВАД В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....	438
Прібиш С.А. , кер. Осипчук С.О. РЕАЛІЗАЦІЯ РІШЕННЯ ІОТ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	439
Кошелев А.В., кер. Лошаков В. А. РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ МОДЕЛЕЙ ФІЗИЧНОГО РІВНЯ МЕРЕЖ 4G ТА 5G У СЕРЕДОВИЩІ GNU RADIO.....	440
Піддубний А.А., кер. Якорнов Є.А. СХЕМНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІМО.....	441

МЕРЕЖНА ПЕРЕДАЧА ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ

Романюк О.Н., Бобко О.Л., Романюк О.В.

Вінницький національний технічний університет, Україна

E-mail: rom8591@gmail.com

NETWORK TRANSMISSION OF LARGE VOLUMES OF DATA IN COMPUTER GRAPHICS

The paper refines the scientific content of the study devoted to network transmission of large volumes of data in computer graphics. A formalized problem statement is presented in the form "Given - Find - Method". The object of the study is the process of transmitting raster, vector, and three-dimensional graphical data in distributed environments under bandwidth, latency, and image-quality constraints. The purpose is to determine a system of approaches that reduce network load while preserving acceptable visual quality and interactive response. The research method is based on analysis, comparison, and systematization of compression methods, adaptive streaming, multiresolution geometry representation, caching, and progressive data delivery. The scientific novelty consists in a comprehensive synthesis of these approaches for computer graphics systems and in clarifying the conditions of their effective joint use.

Стрімкий розвиток комп'ютерної графіки [1–11], зростання роздільної здатності зображень, ускладнення тривимірних сцен та поширення віддалених сервісів візуалізації зумовили різке зростання обсягів даних, що передаються мережею. Сучасні графічні системи працюють не лише зі статичними зображеннями, а й з інтерактивними 3D-моделями, високодеталізованими текстурами, відеопотоками високої якості та об'ємними наборами даних. За таких умов ефективна організація мережної передачі графічної інформації стає важливою науково-практичною задачею, оскільки саме вона визначає швидкодію, стабільність та якість функціонування розподілених графічних систем.

На відміну від текстових або табличних даних, графічна інформація характеризується значною надлишковістю, багатокомпонентною структурою та жорсткою залежністю між обсягом даних і візуальною якістю. Для растрових даних важливу роль відіграє просторова кореляція між сусідніми пікселями; для векторної графіки - компактність математичного опису; для тривимірних моделей - структурованість геометрії, повторюваність текстур, нормалей, параметрів матеріалів і освітлення. Саме ці особливості зумовлюють необхідність використання спеціальних підходів до підготовки, стискання, передавання і відтворення графічного контенту в мережних середовищах.

Наведемо постановку задачі дослідження. Дано: мережне середовище передавання графічних даних великого обсягу; обмеження пропускної здатності каналів зв'язку; вимоги до часу доставки даних, латентності та збереження прийнятної якості візуалізації; різні типи графічного контенту -

растрові, векторні та тривимірні дані. Знайти: сукупність теоретично обґрунтованих і практично доцільних підходів до організації мережної передачі великих обсягів графічних даних, які забезпечують зменшення навантаження на мережу без суттєвого погіршення візуальної якості та інтерактивності системи.

Метод розв'язання задачі полягає в аналізі, порівнянні та систематизації сучасних методів стискання, потокової передачі, багаторівневого подання геометрії, адаптивного регулювання якості, кешування, тощо.

Сутність дослідження полягає у комплексному вивченні особливостей мережної передачі великих обсягів даних у комп'ютерній графіці, виявленні визначальних чинників ефективності цього процесу та узагальненні підходів, які доцільно застосовувати залежно від типу графічних даних і характеристик мережного середовища. Метою роботи є узагальнення та наукове впорядкування сучасних підходів до мережної передачі великих обсягів графічних даних, а також обґрунтування доцільності їх спільного застосування для досягнення балансу між якістю зображення, швидкістю передавання та використанням мережних ресурсів.

Для растрових зображень основним шляхом скорочення обсягів передавання є використання методів стискання, що спираються на властивості зорового сприйняття та статистичну надлишковість даних. У працях, присвячених цифровій обробці зображень і стисканню даних [3, 4], показано, що перехід у спектральну або іншу компактну область подання дає змогу зменшити ентропію сигналу і відповідно обсяг повідомлення, при збереженні прийнятної точності відтворення.

Стандарти JPEG та JPEG2000 широко застосовуються в задачах передавання зображень завдяки високому ступеню стискання і можливості прогресивного відображення [4, 5]. Для технічних, медичних або наукових даних, де важливою є достовірність піксельних значень, перевагу мають безвтратні формати. У мережних системах вибір методу стискання не може бути універсальним: він визначається допустимим рівнем втрат, типом зображення, вимогами до швидкодії декодування та умовами подальшої обробки. Передавання векторної графіки має іншу логіку, оскільки передається не масив пікселів, а формалізований опис геометричних примітивів. Це істотно зменшує обсяг даних у випадках, коли графічний об'єкт може бути адекватно поданий набором контурів, кривих, заливок і трансформацій. Такий підхід є особливо ефективним для креслень, схем, картографічних матеріалів та елементів інтерфейсу. Водночас у разі високої геометричної складності або наявності значної кількості декоративних ефектів обсяг векторного опису також може зростати, тому задача ефективної доставки залишається актуальною.

У тривимірній графіці проблема передавання є найбільш складною, оскільки обмін даними охоплює не лише геометрію об'єктів, а й топологічні

зв'язки, текстурні координати, карти нормалей, параметри матеріалів та інші атрибути сцени. Передавання повної високодеталізованої моделі або сцени в реальному часі створює значне навантаження на канал зв'язку. Тому однією з ідей є використання багаторівневих моделей деталізації, коли клієнтові передається не вся геометрія, а лише той рівень подання, який є достатнім для поточних умов спостереження [1, 2, 6, 10].

Моделі Level of Detail забезпечують скорочення трафіку за рахунок адаптації обсягу геометричних даних до відстані до об'єкта, параметрів камери, роздільної здатності екрана та швидкості взаємодії користувача із системою. У цьому контексті ефективність мережної передачі визначається не лише коефіцієнтом стискання, а й правильністю вибору критеріїв перемикання між рівнями деталізації (відстань до камери, кут огляду, швидкість руху, доступна пропускну здатність).

Для інтерактивних застосувань, таких як віддалена візуалізація, системи підтримки проектування, багатокористувацькі 3D-середовища та онлайн-ігри, критично важливою є латентність. Якщо затримка у передаванні команд, геометрії або кадрів перевищує допустимий рівень, користувач втрачає відчуття безпосередньої взаємодії з віртуальною сценою. З цієї причини в сучасних системах поряд зі стисканням застосовуються буферизація, передавання лише змінених фрагментів кадру, предиктивне оновлення та часткова реконструкція сцени на стороні клієнта.

Важливим напрямом є потокова передача графічного контенту. Її сутність полягає в тому, що дані доставляються не одним великим блоком, а порціями, придатними для негайного використання. Прогресивне завантаження дає змогу спочатку відобразити спрощене зображення або грубу модель, а потім поступово уточнювати результат. Для відео- та 3D-потоків ефективним є адаптивне регулювання бітрейту і складності подання відповідно до поточного стану мережі [7-9].

Кешування виступає ще одним суттєвим резервом підвищення ефективності. Розміщення копій графічних ресурсів на проміжних вузлах або зберігання їх у клієнтській пам'яті дозволяє уникнути повторного передавання однакових даних. Для веборієнтованих графічних систем це стосується текстур, шрифтів, іконографіки, фрагментів інтерфейсу та стандартних моделей. Використання розподілених мереж доставки контенту скорочує відстань до ресурсу і тим самим зменшує затримки.

Окрему увагу необхідно приділяти узгодженню кольорових просторів і параметрів візуалізації. Навіть за умови коректного передавання бітового потоку кінцевий візуальний результат може відрізнитися на різних пристроях. Використання уніфікованих кольорних профілів та стандартизованих режимів подання є важливим чинником підвищення відтворюваності графічної інформації. Узагальнення розглянутих підходів дає підстави стверджувати, що ефективна мережна передача графічних даних досягається не окремим методом, а їх раціональним поєднанням. Для

растрових даних визначальними є алгоритми стискання та прогресивне відображення; для векторних - компактність і структурованість опису; для тривимірних моделей - багаторівневе подання, сегментація сцени та адаптивна потокова передача. Кешування, буферизація та узгодження параметрів подання виконують інтегровальну функцію, підвищуючи загальну ефективність системи.

Таким чином, у роботі систематизовано сукупність підходів до мережної передачі великих обсягів графічних даних саме для трьох основних класів комп'ютерної графіки - растрової, векторної та тривимірної, - а також уточнено умови їх ефективного сумісного застосування в розподілених середовищах. Сформульовані узагальнення можуть бути використані під час проєктування систем віддаленої візуалізації, хмарних графічних сервісів, веборієнтованих засобів відображення креслень і сценю

Виконане дослідження показало, що проблема мережної передачі великих обсягів даних у комп'ютерній графіці має комплексний характер і потребує поєднання методів стискання, адаптивного керування якістю, багаторівневого подання моделей, кешування та потокової доставки контенту.

Література

1. Akenine-Möller T., Haines E., Hoffman N. Real-time rendering. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2018. 1178 p.
2. Pharr M., Jakob W., Humphreys G. Physically based rendering: from theory to implementation. 3rd ed. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2016. 1266 p.
3. Shirley P., Marschner S. Fundamentals of computer graphics. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2021. 808 p.
4. Sayood K. Introduction to data compression. 5th ed. Burlington : Morgan Kaufmann, 2017. 784 p.
5. Taubman D., Marcellin M. JPEG2000 image compression fundamentals, standards and practice. Boston : Springer, 2012. 760 p.
6. Segura C., Feito F. R. Algorithms for efficient transmission of 3D models over networks // Computer Graphics Forum. 2019. Vol. 38, No. 7. P. 1–20.
7. Liu B., Banerjee S. SwinGS: Sliding Window Gaussian Splatting for Volumetric Video Streaming with Arbitrary Length // arXiv preprint. 2024. arXiv:2409.07759.
8. Wu G., Lyu Z., Zhang J., Xu J. Embracing radiance field rendering in 6G: over-the-air training and inference with 3D contents // arXiv preprint. 2024. arXiv:2405.12155.
9. Li B., Chen Y., Zhang D., Wang F. DeformStream: Deformation-based Adaptive Volumetric Video Streaming // arXiv preprint. 2024. arXiv:2409.16615. (адаптивна потокова передача 3D відео)
10. Technologies for 3D mesh compression: a survey // Journal of Visual Communication and Image Representation. 2005. Vol. 16, Iss. 6. DOI:10.1016/j.jvcir.2005.03.001
11. Романюк, О. Н. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] : електронний навч. посіб. / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехмestрук. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.

СХЕМНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІМО

Піддубний А.А.

Науковий керівник: **Якорнов Є.А.**

Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: a.poddubniy159@gmail.com

Розглянуто огляд схемних та конструктивних рішень антенних систем для технології МІМО.

SCHEMATIC AND DESIGN SOLUTIONS OF ANTENNA SYSTEMS FOR MIMO

Poddubny A.A.

Scientific supervisor: **Yakornov E.A.**

Educational and Scientific Institute of Telecommunication Systems,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

E-mail: a.poddubniy159@gmail.com

An overview of circuit and design solutions of antenna systems for MIMO technology is considered.