



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОБІЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ

Галузь знань
Спеціальність
Назва освітньої програми
Рівень вищої освіти

12 Інформаційні технології
121 Інженерія програмного забезпечення
Інженерія програмного забезпечення
перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
кандидат технічних наук, доцент Соловська Ірина Миколаївна	+380505980558	i.solovskaya@mgu.edu.ua

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Мобільні комунікації» спрямована на формування у здобувачів знань про сучасні технології мобільних мереж передачі даних та їх використання у програмних і інформаційних системах. У межах дисципліни розглядаються принципи побудови та функціонування мереж мобільного зв'язку різних поколінь (2G–5G), архітектура мобільних мереж, особливості передачі даних у бездротових середовищах, а також протоколи та технології, що забезпечують роботу мобільних сервісів і застосунків.

Особлива увага приділяється взаємодії програмного забезпечення з інфраструктурою мобільних мереж, використанню мережевих протоколів, механізмам встановлення з'єднання, автентифікації та забезпечення безпеки передачі даних у мобільних системах. Здобувачі набувають уявлення про принципи функціонування мереж стандартів GSM/2G, UMTS/3G, LTE/4G та NR/5G, особливості їх архітектури, а також про сучасні підходи до реалізації мобільних сервісів і застосунків, що використовують можливості мобільних мереж.

Курс орієнтований на формування системного розуміння функціонування мобільних телекомунікаційних систем, розвиток навичок аналізу мережевих технологій та використання мобільних мереж для створення сучасних програмних сервісів і застосунків.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є формування у здобувачів знань про архітектуру та принципи функціонування сучасних мобільних мереж передачі даних, особливості використання технологій мобільного зв'язку у програмних системах, а також набуття практичних навичок аналізу та використання мобільних мережевих технологій під час розробки програмних сервісів і застосунків.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання та вміння, отримані здобувачами під час вивчення навчальних дисциплін «Операційні системи», «Теорія інформації та кодування», «Моделювання систем», «Вебтехнології та вебдизайн», «Комп'ютерні мережі».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, уміння та навички, набуті під час вивчення дисципліни, можуть бути використані під час подальшого вивчення дисципліни «Програмування інфокомунікаційних сервісів і систем», а також під час виконання кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

K18. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K23. Здатність реалізовувати фази та ітерації життєвого циклу програмних систем та інформаційних технологій на основі відповідних моделей і підходів розробки програмного забезпечення.

K27. Здатність розробляти програмні модулі, додатки та скрипти для інтеграції, моніторингу та управління інфокомунікаційними системами, сервісами та пристроями з використанням програмних інтерфейсів і сучасних мов програмування.

Програмні результати навчання

ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР21. Знати, аналізувати, вибирати та застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки і цілісності даних відповідно до прикладних завдань та створюваних програмних систем.

ПР25. Вміти розробляти програмні модулі, додатки та скрипти для інтеграції, моніторингу та управління інфокомунікаційними системами, сервісами та пристроями з використанням програмних інтерфейсів і сучасних мов програмування.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- принципи побудови та функціонування сучасних систем мобільного зв'язку і передачі даних;
- архітектуру та основні технології мобільних мереж різних поколінь (2G–5G);
- протоколи та механізми передачі даних у мобільних телекомунікаційних системах;
- принципи організації радіоінтерфейсу та взаємодії елементів інфраструктури мобільних мереж;
- механізми встановлення з'єднання, автентифікації та забезпечення безпеки у мобільних мережах;
- можливості використання мобільних мереж для реалізації сучасних програмних сервісів і застосунків.

Уміння:

- аналізувати структуру та принципи функціонування мобільних мереж різних поколінь;
- використовувати мережеві протоколи та сервіси мобільних мереж під час створення програмних систем;
- оцінювати можливості мобільних мереж для передачі даних і реалізації прикладних сервісів;
- застосовувати інструменти аналізу та моделювання роботи мобільних мереж;
- враховувати особливості функціонування мобільних мереж під час розробки програмних застосунків.

Навички:

- аналізу архітектури та принципів роботи сучасних мобільних телекомунікаційних систем;
- використання мобільних мережевих сервісів під час розробки програмних застосунків;
- роботи з програмними засобами аналізу та моделювання мобільних мереж;
- інтеграції програмних систем із сервісами мобільних комунікацій;
- оцінювання ефективності використання мобільних мереж у програмних і інформаційних системах.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	40/12	38/12	0/0	102/156	3	6	Вибіркова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	у тому числі					у тому числі				
	Заг.	Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.	Заг.	Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Існуюча архітектура мереж мобільного зв'язку оператора стандарту GSM/GPRS/EDGE. Трирівнева архітектура мереж мобільного зв'язку під керуванням Mobile Softswitch: Transport layer, Control layer, Application layer. Загальна характеристика функціональних рівнів та їх апаратно-програмна реалізація (Circuit core – MGW, MSS/VLR, MSS; Packet core – SGSN/GGSN; Service & Subscriber management – SMSC, HLR, DNS/DHCP, Charging, PCRF). Мережеві технології та архітектури адміністрування.	45	10	10	0	30	45	2	2	0	41
Тема 2. Ієрархічна структура мереж мобільного зв'язку Ієрархічна структура мереж мобільного зв'язку (International, National та рівень PLMN). Поняття та коди Service Area: International GSM SA, National GSM SA (MCC, CC), PLMN SA	45	10	10	0	25	45	4	4	0	37

(MNC, NDC, NCC). Поняття та коди Local Area (LAC, LAI), Cell (CI, CGI). Плани нумерації та формати кодів ідентифікації Local Area та National/PLMN абонентів мереж мобільного зв'язку (IMSI, MSISDN) згідно рекомендацій ITU-T E.212, E.164.										
Тема 3. Мережі мобільного зв'язку третього та четвертого покоління Мережі мобільного зв'язку третього покоління (3G) UMTS та четвертого покоління 4G/LTE (LTE-A, LTE-Pro). Номенклатура перспективних послуг 3G. Узагальнена архітектура мережі UTRAN (WCDMA): RNC, Node B, UE. Перспективні мережі мобільного зв'язку четвертого покоління. Технологія LTE. Номенклатура та характеристики послуг LTE. Розвиток мереж LTE на базі віртуальних мобільних мереж MVNO. Проектування та керування інформаційно-комунікаційними системами, розробка та супровід програмного забезпечення.	45	10	10	0	25	45	4	4	0	37
Тема 4. Перспективні мережі п'ятого покоління Перспективні мережі 5G. Технології та послуги п'ятого покоління. Технології віртуальної реальності та тактильного інтернету (TSN). Пристрої міжмашинної взаємодії M2M у мережах 5G. Інтеграція мобільних пристроїв IoT із хмарними та edge-обчисленнями в мережах 5G.	45	10	8	0	27	45	2	2	0	41
	180	40	38	0	102	180	12	12	0	156
Підсумковий контроль – залік										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізі інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді есе, рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Основні принципи побудови та функціонування Contact-center оператора. Надання екстрених, сервісних та інформаційних послуг. Реалізація VoIVR. Надання послуг у мережі мобільного зв'язку. Основи білінгу та адміністрування послуг.	30	41
Тема 2. Ієрархічна структура мереж мобільного зв'язку Визначення місцезнаходження користувача: особливості та алгоритми. Принципи автентифікації, авторизації та ідентифікації. Ідентифікація в мережі LTE. Ідентифікатори абонентів UE ID (IMSI, GUTI, S-TMSI, IP-address / PDN address, C-RNTI, eNodeB UE S1AP ID, MME UE S1AP ID, Old UE X2AP ID, UE X2AP ID). Ідентифікатори мобільного обладнання ME ID (IMEI). Ідентифікатори мережного обладнання NE ID (GUMMEI, MMEI, Global eNodeB ID, eNodeB ID, ECGI, ECI, P-GW ID). Ідентифікатори місцезнаходження Location ID (TAI, TAC).	25	37

Тема 3. Мережі мобільного зв'язку третього та четвертого покоління Мережі мобільного зв'язку третього покоління (3G) UMTS та четвертого покоління 4G/LTE (LTE-A, LTE-Pro). Мобільна комерція (M-commerce). Принципи побудови та основні концепції. Огляд технологій мобільних платежів. Технологія NFC та принципи функціонування мобільних платіжних систем..	25	37
Тема 4. Перспективні мережі 5G Технологія NR. Номенклатура послуг 5G (мобільний широкосмуговий доступ eMBB, масивний машинний зв'язок mMTC, наднадійні з'єднання з малою затримкою URLLC, сервіси медицини mHealth). Реалізація радіоінтерфейсу та побудова Mesh-мереж. Прикладні сервіси Smart Parking, Tracking, Smart Street Lamps. Технології віртуальної реальності (VR), доповненої реальності (AR) та тактильного інтернету (TSN)..	27	41
Загалом	102	156

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю		Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної роботи здобувача тощо		100%
Підсумковий контроль – залік		
Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, залік	

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			

1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	20
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю залік (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

Критерії оцінювання поточного контролю

- «2» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про незрозуміння її основних положень;

- «3» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

- «4» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

- «5» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– **«Відмінно»/«зараховано» (А)** – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (В)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (С)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Соловська І. М., Розенвассер Д. М. Мобільні комунікації : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека та захист інформації», 172 «Електронні комунікації та радіотехніка», 014 «Середня освіта. Інформатика» [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2025. 50 с.
2. Соловська І. М., Розенвассер Д. М. Навчально-методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Мобільні комунікації» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 121, 122, 123, 125, 172, 014 [Електронне видання]. Одеса : Міжнародний гуманітарний університет, 2025. 25 с.
3. Головін Ю. О. та ін. Системи мобільного зв'язку. Застосування засобів мобільного зв'язку : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 187 с.
4. Marriwala N., Shukla V., Jain S., Kumar D., Dhingra S. Mobile Radio Communications and 5G Networks. Singapore : Springer, 2025.
5. Sesia S., Toufik I., Baker M. LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice. 2nd ed. Wiley, 2019.
6. Taid R. Mobile Communications Systems Development: A Practical Introduction to System Understanding, Implementation and Deployment. Wiley, 2021.
7. Penttinen J. T. J. 5G Explained: Security and Deployment of Advanced Mobile Communications. Wiley, 2019.
8. Asif S. 5G Mobile Communications. CRC Press, 2018.
9. Al-Dulaimi A. 5G Networks: Fundamental Requirements, Enabling Technologies, and Operations Management. Wiley, 2018.
10. Kappler C. UMTS Networks and Beyond. Wiley, 2019.
11. Dahlman E., Parkvall S., Skold J. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. 2nd ed. Academic Press, 2018.

Допоміжна

12. Strelkovskaya I. V., Solovskaya I. N. LTE/MVNO networks structure optimization based on tensor decomposition. Information and Telecommunication Sciences. 2014. Vol. 5, No. 2. P. 14–20.
13. Стрелковська І. В., Соловська І. М., Кордон Д. В. Визначення характеристик якості обслуговування трафіку в мережі LTE-Advanced. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. 2021. №1. С. 35–51.
14. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Forecasting 5G network multimedia traffic characteristics. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET 2020). 2020. P. 982–987.

15. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J., Makoganiuk A. Software implementation research of self-similar traffic characteristics of mobile communication networks. In: Future Intent-Based Networking. Lecture Notes in Electrical Engineering. Springer, 2021. P. 288–304.
16. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Spline-extrapolation of video traffic of IoT devices based on various cubic splines. Problems of Infocommunications Science and Technology (PICS&T 2020). 2020. P. 243–248.
17. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Comparison of methods for determining user coordinates in a Wi-Fi/Indoor network. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, 2023. P. 244–254.
18. Стрелковська І. В., Соловська І. М. Прогнозування мультимедійного трафіку пристроїв Інтернету речей IoT/5G. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Одеса : НУ «Одеська юридична академія», 2022. С. 731–736.
19. Halonen T., Romero J., Melero J. GSM, GPRS and EDGE Performance: Evolution Towards 3G/UMTS. 2nd ed. Wiley, 2017.

Рекомендації, нормативно-правові документи

20. 3GPP TS 23.107. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Quality of Service (QoS) Concept and Architecture. Release 10.
21. 3GPP TS 36.211. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation. Release 11.
22. 3GPP TS 23.401. General Packet Radio Service (GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) Access.
23. 3GPP TS 23.251. Network Sharing: Architecture and Functional Description.
24. 3GPP TS 36.101. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment Radio Transmission and Reception.
25. 3GPP TS 23.401. General Packet Radio Service (GPRS) Enhancements for E-UTRAN Access.

Інформаційні ресурси

26. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського : вебсайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
27. 3rd Generation Partnership Project (3GPP). URL: <https://www.3gpp.org/>
28. Ericsson : вебсайт. URL: <https://www.ericsson.com/>