

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютерних наук

Соловська І.М., Розенвассер Д.М.

МОБІЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ

Навчально-методичні рекомендації до практичних занять
та самостійної роботи здобувачів
галузі знань – 12 Інформаційні технології, спеціальності 121 «Інженерія
програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна
інженерія», 125 «Кібербезпека та захист інформації»,
галузі знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації,
спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»,
галузі знань 01 – Освіта/Педагогіка, спеціальність 014 «Середня освіта.
Інформатика»

Одеса – 2025 рік

Рекомендовано Вченою радою Міжнародного гуманітарного університету
(Протокол № 5 від 20.01.2025 р.)

Соловська І.М., Розенвассер Д.М.

Навчально-методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Мобільні комунікації» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня 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» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Соловська І.М., Розенвассер Д.М. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса. 2025. – 25 с.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2. Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 4, загальна кількість годин – 120	Галузь – 12 Інформаційні технології Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки	Денна форма	Заочна форма
		Обов'язкова	
		Рік підготовки:	
		4	
		Семестр:	
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)	7	
		Лекційні заняття:	
		26	8
		Практичні заняття:	
		26	8
		Лабораторні роботи	
		0	0
		Самостійна робота	
		68	104
		Вид контролю:	
		екзамен	

Дисципліна «Мобільні комунікації» призначена для вивчення основних стандартів та технологій мереж мобільного зв'язку етапів розвитку 2,5G-5G та алгоритмів їхнього функціонування з метою надання широкої номенклатури послуг та засвоєння основних процедур встановлення з'єднань, авторизації, автентифікації та білінгу.

Курс надає майбутнім фахівцям теоретичні знання та практичні навички з функціонування мереж мобільного зв'язку та дозволяє сформувати найважливіші практичні вміння з використанням актуальних підходів до адміністрування та конфігурації засобів мобільного зв'язку в різних мережах етапів розвитку 2,5G-5G. Вивчаються мережі стандартів GSM/2.5G, UMTS/3G та технологій LTE/4G, NR/5G і сучасні засоби, що забезпечують основні процеси їх функціонування.

Розглядаються алгоритми встановлення з'єднань для мереж з різними технологіями етапів розвитку 2,5G-5G. Вивчаються принципи побудови радіо

інтерфейсу, функції та взаємодія обладнання, процедури авторизації, автентифікації та білінгу.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є якісне засвоєння визначених компетентностей в обсязі обумовленому фаховими потребами, а також формування загальних математичних навичок до ефективного використання сучасних мобільних технологій, практичне засвоєння процедур функціонування та адміністрування мобільного обладнання і засвоєння алгоритмів надання послуг.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Даний курс базується на знаннях, здобутих здобувачами під час вивчення дисциплін «Фізика», «Комп'ютерні мережі», «Вебтехнології та вебдизайн», «Теорія інформації та кодування» та інших.

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, уміння та навички, набуті під час вивчення дисципліни, використовуються при подальшому вивченні дисциплін бакалаврської підготовки, практики та написанні кваліфікаційної роботи.

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

В результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набути такі компетентності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного

розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

СК13. Здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп'ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп'ютерних мереж.

СК14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.

СК17. Здатність проектувати та керувати інформаційно-комунікаційними системами, забезпечувати розробку та супровід програмного забезпечення.

Програмні результати навчання

ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

ПР15. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

ПР18. Здійснювати проектування та керування інформаційно-комунікаційними системами, забезпечувати розробку та супровід програмного забезпечення.

ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

Здобувачі повинні знати:

- основні принципи побудови технологій та стандартів систем мобільного зв'язку етапів розвитку 2.5G-5G;
- принципи побудови радіоінтерфейсу та мережної архітектури мереж 2.5G-5G стандартів GSM, UMTS, технологій LTE, NR;

- базові процедури, які виконуються в мережах мобільного зв'язку 2.5G-5G різних технологій та стандартів;
- основні алгоритми встановлення з'єднань та протокольної взаємодії;
- процеси надання послуг та основні алгоритми аутентифікації, ідентифікації та білінгу;
- базові та додаткові реалізації технологій радіодоступу в мережі мобільного зв'язку, таких як Wi-Fi (IEEE 802.11ac/ad/ax), NFC, Bluetooth (IEEE 802.15x), ZigBee та інші.

Здобувачі повинні вміти:

- виконувати аналіз та синтез архітектури систем мобільного зв'язку етапів розвитку 2.5G-5G ;
- застосовувати необхідні процедури взаємодії для мереж мобільного зв'язку 2.5G-5G та мереж радіодоступу Wi-Fi (IEEE 802.11ac/ad/ax), NFC, Bluetooth (IEEE 802.15x), ZigBee та інших;
- застосовувати потрібні процедури взаємодії, включно з автентифікацією, авторизацією та білінгом, зокрема в мобільних додатках;
- застосовувати отримані знання для створення типових процесів взаємодії в мережі мобільного зв'язку;
- вирішувати завдання адміністрування та конфігурації користувачів та обладнання мереж мобільного зв'язку;
- виконувати завдання технічного обслуговування та експлуатації обладнання мереж мобільного зв'язку;
- проєктувати архітектуру системи мобільного зв'язку для надання послуг із гарантованою якістю обслуговування.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Існуюча архітектура MM3 оператора України стандарту GSM/GPRS/EDGE. Тьохрівнева архітектура MM3 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 та Packet core – SGSN/GGSN, Service & Subscriber

management – SMSC, HLR, DNS/DHCP, Charding, PCRF). Мережні технології, архітектури адміністрування.

Тема 2. 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 (MNC, NDC, NCC). Поняття та коди Local Area (LAC, LAI), Cell (CI, CGI). Плани нумерації, формати кодів ідентифікації Local Area, та National&PLMN абонентів MM3 (IMSI, MSISDN) згідно рек. ITU-T E.212, E.164.

Тема 3. Мережі мобільного зв'язку третього покоління (3G) UMTS та 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 4G. Технологія LTE. Номенклатура та характеристики послуг LTE. Розвиток мережі LTE на базі віртуальної мобільної мережі MVNO. Гроєктування та керування інформаційно-комунікаційними системами, розробка та супровід програмного забезпечення.

Тема 4. Перспективні мережі 5G. Технології та послуги п'ятого покоління. Технології віртуальної реальності та тактильних відчуттів TSN. Пристрої міжмашинної взаємодії M2M в мережах 5. Інтеграція мобільних пристроїв IoT з хмарними та Edge-обчисленнями в мережі 5G.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Існуюча архітектура MM3 оператора України	30	6	6		18	30	2	2		26

стандарту GSM/GPRS/EDGE. Тьохрівнева архітектура MM3 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 та Packet core – SGSN/GGSN, Service & Subscriber management – SMSC, HLR, DNS/DHCP, Charding, PCRF). Мережні технології, архітектури адміністрування.										
Тема 2. 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 (MNC, NDC, NCC). Поняття та коди Local	30	6	6		18	30	2	2		26

Area (LAC, LAI), Cell (CI,CGI). Плани нумерації, формати кодів ідентифікації Local Area, та National&PLMN абонентів MM3 (IMSI, MSISDN) згідно рек. ITU-T E.212, E.164.										
Тема 3. Мережі мобільного зв'язку третього покоління (3G) UMTS та 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 4G. Технологія LTE. Номенклатура та характеристики послуг LTE. Розвиток мережі LTE на базі віртуальної мобільної мережі MVNO. Гроєктування та керування інформаційно-комунікаційними системами, розробка та супровід програмного забезпечення.	30	6	6		18	30	2	2		26
Тема 4. Перспективні	30	8	8		14	30	2	2		26

мережі 5G. Технології та послуги п'ятого покоління. Технології віртуальної реальності та тактильних відчуттів TSN. Пристрої міжмашинної взаємодії M2M в мережах 5. Інтеграція мобільних пристроїв IoT з хмарними та Edge-обчисленнями в мережі 5G.										
Всього	120	26	26		68	120	8	8		104
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ – ЕКЗАМЕН										

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Сучасний стан технологічного розвитку мереж мобільного зв'язку в Україні (оператори, технології, абонентська база, ARPU).	2	
2	Обладнання мереж мобільного зв'язку. Технічні характеристики.	2	
3	Мережна ідентифікація. Поняття та коди. Плани нумерації, формати кодів ідентифікації.	2	2
4	Процеси встановлення з'єднання, вихідного Outgoing call та вхідного Incoming call.	2	
5	Системи мобільного зв'язку третього покоління 3G/UMTS. Склад обладнання, протоколи взаємодії.	2	2
6	Функціональна архітектура мережі LTE (EPC, S-GW, SAE, MME, UPE) згідно Rel.8-10. Інтерфейси та протоколи взаємодії.	2	

7	Віртуалізація мережних функцій LTE на базі технології NFV та програмно-конфігурованої мережі SDN.	2	
8	Реалізація програмно-конфігурованої мережі SDN в мережі мобільного зв'язку.	2	2
9	Архітектура мережі 5G/NR на мережних функціях віртуалізації VNF.	2	2
10	Реалізація Network Slicing в мережі 5G/NR.	2	
11	Інтернет речей. Мережа IoT.	2	
12	Порівняння технологій реалізації (LoRa, Cat-1, eMTC, NB-IoT).	2	
13	Міжмашинна взаємодія M2M та D2D пристроїв Інтернету речей IoT.	2	
	Всього	26	8

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Мобільні комунікації» включаються:

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 до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Основні принципи побудови та функціонування Contact-center оператора, послуги. Надання екстрених, сервісних та інформаційних послуг. Реалізація VoIVR. Надання послуг в мережі мобільного зв'язку, основи білінгу та адміністрування послуг.	18	26
2	Тема 2. Ієрархічна структура мереж мобільного зв'язку. Визначення місцезнаходження користувача, особливості та алгоритми. Принципи автентифікації, авторизації та ідентифікації. Ідентифікації 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 (IMSI). Ідентифікатори мережного обладнання NE ID (GUMMEI, MMEI, Global eNodeB ID, eNodeB ID, ECGI, ECI, P-GW ID). Ідентифікатори місцезнаходження Location ID (TAI, TAC).	18	26
3	Тема 3. Мережі мобільного зв'язку третього покоління (3G) UMTS та 4G/LTE (LTE-A, LTE-Pro). Мобільна комерція (M-commerce). Принципи побудови, основні концепції. Огляд технологій. Технологія NFC та загальні принципи функціонування мобільних платіжних систем.	18	26
4	Тема 4. Перспективні мережі 5G. Технологія NR (Rel. 14). Номенклатура послуг 5G (послуги мобільного широкосмугового доступу eMBB, масивного машинного зв'язку mMTC, послуги медицини mHealth, надзвичайно надійного з'єднання з низькою затримкою URLLC). Реалізація радіоінтерфейсу та побудова Mesh-мережі. Реалізація послуг Smart Parking, Tracking, Smart Street Lamps. Технології віртуальної VR, додаткової реальності AR та тактильних відчуттів TSN. Технології віртуальної реальності та тактильних відчуттів TSN.	14	26
Загалом		68	104

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання	
	Для екзамену	Для заліку
поточний контроль, який здійснюється у ході: проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача тощо.	50%	100%
підсумковий контроль	50%	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферати, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, практичних завдань, екзамен
-------------------------------------	---

Питання до екзамену

1. Сучасний стан та тенденції розвитку мереж мобільного зв'язку України. Технічні характеристики, технології та стандарти, номенклатура послуг.
2. Трьохрівнева архітектура MM3 під керуванням Mobile Softswitch: Transport layer, Control layer, Application layer.
3. Характеристики транспортного рівню та рівню доступу, призначення та характеристики підсистеми мобільних станцій MSS та підсистеми базових станцій BSS.
4. Характеристики рівня керування: підсистема комутації SSS та технічної експлуатації та обслуговування NMC/OSS.
5. Характеристики рівню додатків: підсистема послуг AS.
6. Призначення та функції мобільної станції MS (Eq + SIM), основні стани MS (Idle, Active, Detach, Implicit Detach) дані SIM-карти, функції обладнання підсистеми BSS (BTS, BSC), інтерфейси та протоколи взаємодії.
7. Загальна характеристика функціональних рівнів та їх апаратно-програмна реалізація. Рівень керування, функції обладнання підсистеми комутації (Circuit core – MGW, MSC/VLR, MSW та Packet core – SGSN/GGSN).
8. Призначення та функції реєстрів HLR, VLR, AUC, EIR.
9. Забезпечення пакетного режиму GRPS (Packet core). Узагальнена архітектура накладеної мережі GRPS, вузли SGSN та GGSN взаємодія і інтерфейси.

10. Рівень додатків: підсистема послуг AS (SMSC, DNS/DHCP, Charging, PCRF).

11. Функції технічної експлуатації та обслуговування NMC/OSS.

12. Ідентифікація в мережі мобільного зв'язку на рівнях: International, National та рівень PLMN. Коди країни (MCC, CC), мережі оператора PLMN (MNC, NDC, NCC).

13. Поняття та коди місцезнаходження Local Area (LAC, LAI), Cell (CI, CGI).

14. Ідентифікація абонентів MM3 (IMSI, TMSI, MSISDN, IMEI), плани нумерації згідно рек. ITU-T E.212, E.164.

15. Процедури встановлення з'єднань в мережі мобільного зв'язку. Основні сценарії обслуговування викликів (MS в стані IDLE, IMSI Attached, оновлення місцеположення, Network Roaming, Handover).

16. Процес встановлення з'єднання, вихідного Outgoing call та вхідного Incoming call.

17. Процедури автентифікації, ідентифікації обладнання та шифрування в мережі мобільного зв'язку.

18. Мережі мобільного зв'язку третього покоління 3G/UMTS. Особливості реалізації радіо інтерфейсу UMTS, номенклатура послуг 3G.

19. Узагальнена архітектура мережі 3G/UMTS, мережа радіодоступу UTRAN/WCDMA на базі Node B та RNC, особливості UE (U-SIM).

20. Мобільна комерція (M-comm). Технологія NFC та загальні принципи функціонування мобільних платіжних систем.

21. Мережа мобільного зв'язку четвертого покоління 4G/LTE. Особливості реалізації радіо інтерфейсу LTE, номенклатура послуг 4G.

22. Функціональна архітектура мережі LTE (E-UTRAN на базі eNodeB, Core Network - EPC, S-GW, MME, UPE). Інтерфейси Rel.8,9 та 10.

23. 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 (IMSI). Ідентифікатори мережного обладнання NE ID (GUMMEI, MMEI, Global eNodeB ID, eNodeB ID, ECGI, ECI, P-GW ID). Ідентифікатори місцезнаходження Location ID (TAI, TAC).

24. Перспективні мережі 5G. Технологія NR (Rel. 14).

25. Архітектура мережі 5G/NR на мережних функціях віртуалізації VNF.

26. Реалізація Network Slicing в мережі 5G/NR.

27. Технології та номенклатура послуг п'ятого покоління (послуги мобільного широкосмугового доступу eMBB, масивного машинного зв'язку

mMTC, надзвичайно надійного з'єднання з низькою затримкою URLLC).

28. Реалізація послуг Smart Parking, Tracking, Smart Street Lamps.

29. Міжмашинна взаємодія M2M Інтернету речей IoT. Особливості реалізації для MM3.

30. Технології та номенклатура послуг перспективних мереж мобільного зв'язку. Технології віртуальної реальності та тактильних відчуттів TSN.

8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

*(поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат
оцінювання)*

ЕКЗАМЕН

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних	10

	тарозкладу занять	занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	
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 тарозкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль екзамен			50
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **екзамен** (максимум 50 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 30 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 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 10 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 2;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10- 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 2.

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «2»- виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння 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 студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент 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.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ЕКЗАМЕН (максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;
- 20 - 30 балів - студент 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.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;
- 0 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. КРИТЕРІЇ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ (для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент 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 (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент 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 (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Студент 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. Студент 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, рефератів (есе);
- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент 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. Студент 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. Студент не володіє навчальним матеріалом.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Соловська І.М., Розенвассер Д.М. Мобільні комунікації: конспект лекцій для здобувачів, які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань – 12 Інформаційні технології, спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека та захист інформації», галузі знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка», 01 – Освіта/Педагогіка, спеціальність 014 «Середня освіта. Інформатика» [Електронне видання] / Соловська І.М., Розенвассер Д.М. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. – 50 с.

2. Соловська І.М., Розенвассер Д.М. Навчально-методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Мобільні комунікації» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня 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» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Соловська І.М., Розенвассер Д.М. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса. 2025. – 25 с.

3. Системи мобільного зв'язку. Застосування засобів мобільного зв'язку [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Спеціальні системи електронних комунікацій» спец. 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / КПП ім. Ігоря Сікорського ; Головін Ю.О. та інш. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 187 с.

4. Nikhil Kumar Marriwala, Vinod Kumar Shukla, Shruti Jain, Dinesh Kumar, Sunil Dhingra Mobile Radio Communications and 5G Networks Lecture Notes in Networks and Systems. Springer Singapore, 2025.

5. Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker LTE - The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice. 2nd edition. – Wiley, 2019.
<https://www.amazon.com/LTE-UMTS-Evolution-Theory-Practice/dp/0470660252>

6. Taid, R. (2021). Mobile Communications Systems Development: A Practical Introduction to System Understanding, Implementation and Deployment. Wiley.

7. Jyrki T. J. Penttinen 5G Explained: Security and Deployment of Advanced Mobile Communications, Wiley, 2019.
8. Saad Asif 5G Mobile Communications, CRC Press, 2018.
9. Anwer Al-Dulaimi 5G Networks: Fundamental Requirements, Enabling Technologies, and Operations Management, WILEY, 2018.
10. Cornelia Kappler UMTS Networks and Beyond. [John Wiley & Sons Limited](#), 2019.
11. Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, 2nd Edition, 2018. <https://www.amazon.com/4G-LTE-LTE-Advanced-Mobile-Broadband/dp/0124199852>

Допоміжна

12. Strelkovskaya I.V. LTE/MVNO networks structure optimization based on tensor decomposition / I.V. Strelkovskaya, I.N. Solovskaya // Information and telecommunication sciences. – July-December 2014. – V. 5, № 2(9). – 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 (01) – 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). February 25 – 29, 2020. Slavske. P. 982-987. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235585>
15. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J., Makoganiuk A. Software implementation research of self-similar traffic characteristics of mobile communication networks. In: Klymash M., Beshley M., Luntovskyy A. (eds) Future Intent-Based Networking. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 831. Springer, Cham, 2021, pp. 288-304. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92435-5_17, ISBN 978-3-030-92433-1
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). October 6-9, 2020. Kharkiv. P. 243-248. <https://doi.org/10.1109/PICST51311.2020.9467937>
17. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Comparison of methods for determining user coordinates in a Wi-Fi/Indoor network In: Information and Communication Technologies and Sustainable Development Advanced Approaches and Innovations in Up-to-Date Networks and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, 2023. Cham. vol 809. Springer, Cham. pp 244–254.

18. Стрелковська І.В. Прогнозування мультимедійного трафіку пристроїв Інтернет речей IoT/5G / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська // Міжнародна науково-практична конференція «Європейський вибір України, розвиток науки та національна безпека в реаліях масштабної військової агресії та глобальних викликів XXI століття» (до 25-річчя Національного університету «Одеська юридична академія» та 175-річчя Одеської школи права): матеріали конф., Одеса, 17 червня 2022 р.: тези доп. – Одеса: НУ ОЮА, 2022. – С. 731-736. <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/19774?locale-attribute=uk>

19. Halonen T., Romero J., Melero J. GSM, GPRS and EDGE Performance: Evolution Towards 3G/UMTSю -2nd Edition. – John Wiley & Sons, 2017.

Рекомендації, нормативно-правові документи

20. Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Quality of Service (QoS) concept and architecture (3GPP TS 23.107 version 10.1.0 Release 10), 2015.

21. 3GPP TS 36.211. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 11). Valbonne, France: Sophia Antipolis, 2017.

22. LTE; General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (3GPP TS 23.401 version 12.6.0 Release 12).

23. 3GPP TS 23.251 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Network Sharing; Architecture and functional description.

24. 3GPP TS 36.101 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception.

25. 3GPP TS 23.401 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access.

Інформаційні ресурси

26. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського Київ: НБУВ, 2013-2023. URL: www.nbuv.gov.ua
27. <http://3gpp.org>
28. <https://www.ericsson.com/>

ЗМІСТ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	3
2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	4
3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	10
6. САМОСТІЙНА РОБОТА.....	11
7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	13
8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ	15
9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ..	18
10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	20
ЗМІСТ.....	24

**Соловська Ірина Миколаївна
Розенвассер Денис Михайлович**

МОБІЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ

Навчально-методичні рекомендації до практичних занять
та самостійної роботи здобувачів

галузі знань – 12 Інформаційні технології, спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія», 125 «Кібербезпека та захист інформації»,
галузі знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»,
галузі знань 01 – Освіта/Педагогіка, спеціальність 014 «Середня освіта. Інформатика»

Українською мовою