

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МОБІЛЬНІ МУЛЬТИСЕРВІСНІ ПЛАТФОРМИ»

Лектор курсу			Голубенко Олександр Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class		e-mail: o.golubenko@duikt.edu.ua сторінка курсу в Google Workspace– https://classroom.google.com/c/ODg1NjEwMDQwNDcx?cjc=pvy3h3h3	
Галузь знань			G Інженерія, виробництво та будівництво		Рівень вищої освіти		Магістр	
Спеціальність			G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка		Семестр		1	
Освітня програма			Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення		Тип дисципліни		Вибіркова	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:					
	5	150	Лекцій 18	Семінарських занять -	Практичних занять 36	Лабораторних занять -	Самостійна підготовка 96	
АНОТАЦІЯ КУРСУ								
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК У СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІЙ СХЕМІ								
Освітні компоненти, які передують вивченню			Перспективні радіотехнології, Технології та протоколи інфокомунікаційних мереж, Теорія передачі сигналів в інфокомунікаційних мережах, Безпроводові телекомунікаційні мережі, Інтелектуальні системи відеонагляду,					
Освітні компоненти для яких є базовою			Мультимедійні технології мобільного зв'язку, Мережі безпроводового широкосмугового доступу, Науково-дослідна практика, Науково-педагогічна практика, Переддипломна практика, Кваліфікаційна робота					
Мета курсу:		формування у здобувачів вищої освіти системних теоретичних знань і практичних навичок щодо принципів побудови, архітектури, функціонування, оптимізації та перспектив розвитку сучасних мобільних мультисервісних платформ. Курс спрямований на оволодіння концепціями NGN, IMS, 5G/5G-Advanced, Network Slicing, Edge/Cloud Computing, IoT/M2M-інтеграції, QoS/QoE, SDN/NFV, кібербезпеки та технологій 6G, а також на розвиток здатності аналізувати, проектувати, оцінювати та впроваджувати високонадійні мультисервісні рішення для телекомунікаційних систем і мереж електронних комунікацій. Вивчаються основи, архітектура та технологія 4G/5G/5G-Advanced, мережам доступу, Cloud/Edge Computing та MEC, Network Slicing, IoT/M2M, забезпеченню QoS/QoE, застосуванню AI та Edge AI для інтелектуального управління мережевими ресурсами, а також інтеграції наземних і неназемних мереж (TN/NTN). У межах дисципліни формуються навички аналізу та вибору технологічних рішень для побудови ефективних, масштабованих, надійних і захищених мультисервісних платформ з урахуванням сучасних тенденцій переходу від 5G-Advanced до 6G та AI-Native мереж.						
КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ.								
Soft-skills / Загальні компетентності (ЗК)					Hard-skills / Фахові компетентності (ФК)			
ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) в предметній області професійної діяльності. ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології. ЗК6. Володіти навичками розробки математичних моделей систем і процесів, які максимально адекватно відображають їх роботу або функціонування в реальних умовах та їх оптимізації.					ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, пристроїв, засобів. ФК6. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж, радіотехнічних систем, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення ФК7. Здатність працювати з науково-технічною літературою, здійснювати пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел.			

	ФК8. Здатність розв’язувати складні професійні завдання і проблеми на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації. ФК10. Здатність самостійно та в колективі проводити наукові дослідження, презентувати результати досліджень фахівцям і нефахівцям, вести дискусію і аргументувати власну позицію.
ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ (ПРН)	
ПРН2. Уміння враховувати соціальні і морально-етичні норми, налагоджувати результативне співробітництво у колективі при здійсненні професійної діяльності. ПРН4. Знати і розуміти принципи та методи дослідження, проектування, впровадження, експлуатації, модернізації сучасних та перспективних систем комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів за напрямком професійної діяльності. ПРН6. Вміти аналізувати напрями перспективного розвитку і новітні стандарти у сфері електронних комунікацій та радіотехніки; користуватися чинною нормативною базою та технічними регламентами глобальних інститутів стандартизації та галузевих технічних вимог з метою впровадження нових послуг телекомунікацій. ПРН11. Вміти читати оригінальну наукову літературу та технічну документацію на іноземній мові, здійснювати пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел, опрацьовувати та оформляти інформацію використовуючи різноманітні ресурси.	
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ОПП	
Після вивчення дисципліни «Мобільні мультисервісні платформи» здобувач вищої освіти повинен: знати: принципи побудови, архітектуру та функціонування сучасних мобільних мультисервісних і конвергентних мереж; основні етапи розвитку мобільних мереж від 3G/4G до 5G, 5G-Advanced та 6G; технології інтеграції голосових, мультимедійних, IoT/M2M-сервісів та сучасні технології мобільного доступу, зокрема NB-IoT, LTE-M і 5G mMTC; принципи роботи Cloud Computing, Edge Computing, MEC та Edge AI; принципи забезпечення QoS/QoE та оптимізації мультимедійного, IoT і критичного трафіку; принципи інтеграції наземних і не наземних мереж (TN/NTN); сучасні напрями розвитку мобільних платформ: Network Slicing, AI-Native Networks, ISAC, THz, NTN та Digital Twins. вміти: аналізувати архітектуру та оцінювати ефективність мобільних мультисервісних платформ; обґрунтовувати вибір технологій мобільного доступу, протоколів і мережних рішень відповідно до вимог сервісів; проектувати базові структури мультисервісних та IoT-платформ і визначати взаємодію їх компонентів; оцінювати параметри QoS/QoE та застосовувати підходи до оптимізації мережевого трафіку; застосовувати принципи Cloud/Edge Computing, MEC та Edge AI для підвищення ефективності мереж; аналізувати можливості використання TN/NTN для розширення покриття та забезпечення безперервності сервісів; оцінювати перспективи застосування AI, Network Slicing, ISAC, NTN, Edge Computing та інших технологій у мережах 5G-Advanced і 6G; здійснювати пошук, опрацювання та систематизацію наукової, технічної та іншомовної інформації. Результати навчання формують готовність здобувачів до професійної та дослідницької діяльності у сфері проектування, впровадження, модернізації та технічного супроводу мобільних мультисервісних платформ, мереж 5G/5G-Advanced, IoT/M2M-систем, Cloud/Edge-платформ та інтегрованих наземних і не наземних мереж.	

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Тема, опис теми	Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи
РОЗДІЛ 1 «ОСНОВИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МОБІЛЬНИХ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ПЛАТФОРМ»			
Тема 1 Концепції, архітектура та еволюція мультисервісних мереж (NGN) і мобільних платформ Знати: Основні поняття, визначення та призначення мультисервісної мережі (NGN) і мобільної мультисервісної платформи. Концептуальні засади NGN та етапи еволюції телекомунікаційних і мобільних мереж (від 3G/4G до 5G-Advanced та 6G). Структурні компоненти та архітектурні моделі мультисервісних платформ. Принципи конвергенції та інтеграції мережевих, обчислювальних, мультимедійних й інформаційних сервісів. Вміти: Класифікувати типи мультисервісних мереж та мобільних сервісів за їхнім призначенням. Аналізувати функціональну та системну архітектуру NGN й мобільних платформ. Визначати технічні вимоги до платформ і мереж залежно від специфіки та типу сервісу. Аналізувати взаємодію основних компонентів мобільної мультисервісної платформи. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 1.1 еволюційний шлях телекомунікаційних систем від традиційних мереж до сучасних Next Generation Networks (NGN) та перспективних мобільних мультисервісних платформ (від 3G/4G до 5G-Advanced та 6G). Розглядаються концептуальні засади та архітектурні моделі NGN, принципи конвергенції мереж, обчислень і послуг, а також базові компоненти платформ, вимоги до сучасних мереж та інтеграції мережевих, мультимедійних й інформаційних сервісів.	Лекція 1 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 1.2 Вивчення інтерфейсу та можливостей емулятора Cisco Packet Tracer; Системи цифрового радіорелейного зв'язку	Практичне заняття 1 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 2 Архітектурні основи та технології мультисервісних систем: від IMS до 5G/5G-Advanced Знати: Архітектуру та принципи побудови IMS (Transport, Service Control Layer, Application Layer) і 5G Core (Service-Based Architecture). Функції основних елементів IMS (CSCF, HSS/UDM, MGCF) та ядерних функцій 5G (AMF, SMF, UPF, NRF). Призначення та механізми технології Network Slicing для формування віртуальних мереж. Характеристики й вимоги основних сценаріїв використання 5G: eMBB, URLLC та mMTC. Принципи забезпечення QoS/QoE та механізми взаємодії (interworking) IMS із 5G-мережею та традиційними системами (PSTN/CS). Вміти: Аналізувати та порівнювати архітектурні моделі IMS та 5G/5G-Advanced (SBA). Описувати логіку обробки мультимедійних сесій і надання послуг у сумісній інфраструктурі IMS та 5G. Обґрунтовувати застосування Network Slicing та параметрів QoS/QoE для забезпечення вимог конкретних сервісів (голос, IoT, надкритичний зв'язок). Визначати роль окремих функціональних блоків IMS та 5G у сценаріях встановлення з'єднань і взаємодії з іншими мережами. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 2.1 аналізу сучасної архітектурної еволюції мультисервісних мереж — від підсистеми IMS до сервіс-орієнтованої архітектури 5G/5G-Advanced (SBA). Розглядаються рівні IMS (Transport, Control, Service Layer), її роль у наданні мультимедійних послуг та interworking із традиційними мережами. У контексті 5G аналізується структура 5G Core (5GC), технологічні рішення Network Slicing, а також механізми	Лекція 2 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

забезпечення QoS/QoE для різнорідних класів трафіку (eMBB, URLLC, mMTC). Інтеграція IMS у 5G-інфраструктуру для підтримки голосових та мультимедійних сервісів (VoNR), порівнянню протоколів взаємодії та еволюції від жорсткої рівневої структури до гнучких хмарних й сервіс-орієнтованих концепцій.			
Заняття 2.2 Системи мобільного зв'язку стандарту GSM; Системи мобільного зв'язку стандарту cdma	Практичне заняття 2 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
Тема 3 Технологічні основи LTE та принципи організації мультимедійних послуг у мобільних мережах Знати: Етапи еволюції мобільних мереж від 3G до LTE та особливості їхніх архітектур. Структуру радіоінтерфейсу LTE, види каналів та параметри радіодоступу. Основні види мобільних мультимедійних сервісів та принципи функціонування IMS. Специфіку реалізації VoLTE, VoNR та технологій адаптивного потокового відео. Параметри якості обслуговування (QoS) та якості сприйняття (QoE) для мультимедійного трафіку. Вміти: Порівнювати мобільні стандарти (3G/LTE) за продуктивністю та функціональними можливостями. Аналізувати вимоги різних типів мультимедійних сервісів до затримки, втрат пакетів та смуги пропускання. Пояснювати взаємодію елементів мережі LTE та IMS при встановленні мультимедійних сесій (VoLTE). Оцінювати та обирати оптимальні технології передавання потокового контенту залежно від стану мережі. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 3.1 еволюція мобільних стандартів від 3G/UMTS до LTE, розглядаючи архітектуру мережі, радіоінтерфейс, канали та системні параметри. На базі побудованої All-IP інфраструктури аналізуються принципи організації мультимедійних сервісів: передавання голосу й відео (VoLTE, VoNR, IMS), адаптивний відеостримінг та потоковий контент. Розглядається вплив затримок, втрат пакетів і пропускну здатності на якість сприйняття послуг (QoE/QoS).	Лекція 3 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 3.2 Системи мобільного зв'язку стандарту ieee 802.11 (wifi); Системи мобільного зв'язку стандартуieee 802.15.4 zigbee	Практичне заняття 3 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 4 Конвергентні мережі доступу та хмарно-граничні (Cloud/Edge) обчислювальні платформи в мультисервісних системах Знати: Роль та місце мережі доступу (Access Network) у мультисервісній архітектурі. Основні технології провідного (FTTx, Ethernet) та безпроводного доступу, принципи конвергенції FMC. Базові концепції Cloud Computing, Edge Computing та архітектуру platforms MEC (Multi-access Edge Computing). Принципи віртуалізації (NFV) та контейнеризації в мережах доступу. Переваги та математичні/фізичні обмеження розподіленої обробки даних (баланс затримки та навантаження). Вміти: Будувати узагальнені схеми мереж доступу з інтегрованими Edge-вузлами. Обирати технології доступу та оптимальне місце розміщення обчислювальних ресурсів (Device/Edge/Cloud) під вимоги конкретних сервісів. Аналізувати та розраховувати затримки (latency) і навантаження на транспортні канали залежно від архітектури обчислень. Порівнювати та обґрунтовувати доцільність застосування Cloud чи Edge рішень для фіксованих і мобільних користувачів. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 4.1 аналіз сучасної інфраструктури доступу та розподілених обчислень. Розглядається роль мережі доступу (Access Network) у загальній архітектурі, технології провідного (FTTx, xDSL) та безпроводного доступу, а також принципи фіксовано-мобільної	Лекція 4 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

конвергенції (FMC). Аналізуються концепції Cloud Computing, Mobile та Multi-access Edge Computing (MEC), віртуалізація, контейнеризація та розподіл ресурсів між кінцевими пристроями, Edge-вузлами і хмарою для забезпечення мінімальної затримки мультисервісного трафіку.			
Заняття 4.2. Системи мобільного зв'язку стандарту IEEE 802.15.1 (Bluetooth); Системи мобільного зв'язку стандарту IEEE 802.16 (WiMAX)	Практичне заняття 4 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 5 Мобільні мультисервісні платформи доступу та технології інтеграції IoT/M2M-сервісів Знати: Архітектуру та характеристики мобільних мультисервісних платформ доступу. Принципи інтеграції мультимедійних послуг та масових IoT/M2M-сервісів у єдину мережеву інфраструктуру. Спеціалізовані технології мобільного доступу для IoT: NB-IoT, LTE-M та 5G mMTC. Легковагові протоколи прикладного рівня (MQTT, CoAP) та принципи їх використання. Наскрізну архітектуру IoT-систем (пристрої, радіодоступ, Edge/Cloud-платформи). Вміти: Аналізувати структуру платформи доступу та визначати можливості інтеграції різних типів сервісів. Визначати та обґрунтовувати оптимальну технологію мобільного доступу для IoT-пристроїв залежно від вимог до автономності, покриття та затримки. Проектувати базову структуру мультисервісного/IoT-сервісу та аналізувати потоки даних між його компонентами. Порівнювати та обирати протоколи передачі даних (MQTT vs CoAP) під конкретні сценарії M2M-взаємодії. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 5.1 принципи побудови та архітектурі мобільних мультисервісних платформ доступу, призначених для інтеграції різноманітних послуг (голос, дані, відео, IoT/M2M). Розглядаються класичні та спеціалізовані технології мобільного доступу для «інтернету речей» (NB-IoT, LTE-M, 5G mMTC), а також архітектура взаємодії сенсорів, шлюзів, Edge- та Cloud-компонентів. Наведено аналіз прикладних протоколів MQTT і CoAP, механізмів M2M-взаємодії та прикладів сучасних реалізацій платформ.	Лекція 5 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 5.2 Мультисервісні системи мобільного зв'язку; Системи цифрового наземного телевізійного мовлення DVB-T і DVB-T2	Практичне заняття 5 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ «ОСНОВИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МОБІЛЬНИХ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ПЛАТФОРМ»	Відповіді на запитання ТЕСТ	10 балів	Виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
САМОСТІЙНА РОБОТА			
Еволюція концепцій NGN та порівняння архітектурних моделей мультисервісних мереж <i>вивчення етапів розвитку від класичних мереж до NGN і сучасних мобільних платформ з акцентом на конвергенцію послуг</i>	6 год	1 бал	Вивчити: основні визначення NGN, етапи еволюції від 3G до 5G-Advanced/6G. Розглянути: структурні компоненти та архітектурні моделі мультисервісних платформ. Дослідити: принципи конвергенції мережевих, обчислювальних і мультимедійних сервісів. Зробити: порівняльну таблицю архітектурних моделей NGN різних поколінь.

Архітектура NGN та принципи конвергенції сервісів <i>концептуальні засади Next Generation Networks та багаторівнева організація мультисервісної інфраструктури. Особлива увага приділяється конвергенції мережевих, обчислювальних, мультимедійних та інформаційних сервісів.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: поняття NGN та основні рівні її архітектури. Розглянути: принципи конвергенції різних типів мереж і сервісів. Дослідити: способи інтеграції голосу, даних, відео та IoT у єдиній платформі. Зробити: структурну схему типової NGN-мультисервісної платформи.
IMS як платформа надання мультимедійних послуг <i>архітектура IP Multimedia Subsystem та її роль у побудові мультимедійних сервісів мобільних мереж. Розглядаються функції основних елементів IMS та принципи встановлення мультимедійних сесій.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: рівні IMS та призначення CSCF, HSS/UDM, MGCF. Розглянути: процес встановлення мультимедійної сесії. Дослідити: взаємодію IMS із традиційними мережами PSTN/CS. Зробити: схему взаємодії основних функціональних елементів IMS.
Механізми QoS/QoE та interworking IMS з 5G-мережами <i>принцип забезпечення якості та взаємодії IMS із 5G для підтримки голосових і мультимедійних сервісів (VoNR).</i>	6 год	1 бал	Вивчити: параметри QoS/QoE та механізми їх забезпечення. Розглянути: протоколи взаємодії IMS і 5G. Дослідити: сценарії встановлення з'єднань VoNR та interworking з PSTN/CS. Зробити: блок-схему логіки обробки мультимедійної сесії в сумісній інфраструктурі.
Радіоінтерфейс LTE та організація мультимедійних послуг (VoLTE/VoNR) <i>детальний аналіз структури радіоінтерфейсу LTE та принципів реалізації голосових і відеосервісів на базі IMS.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: структуру радіоінтерфейсу LTE, види каналів і параметри радіодоступу. Розглянути: особливості реалізації VoLTE, VoNR та адаптивного відеостримінгу. Дослідити: вплив затримок, втрат пакетів і пропускну здатності на QoE. Зробити: порівняльну таблицю вимог різних мультимедійних сервісів до мережевих ресурсів.
LTE та All-IP архітектура мобільних мереж <i>розглядаються технологічні основи LTE, структура радіоінтерфейсу та принципи побудови All-IP мережі. Аналізуються переваги LTE порівняно з попередніми поколіннями мобільного зв'язку.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: архітектуру LTE та основні мережеві компоненти. Розглянути: структуру радіоінтерфейсу та основні типи каналів LTE. Дослідити: відмінності LTE від 3G/UMTS. Зробити: порівняльну характеристику 3G та LTE за основними параметрами.
Організація VoLTE, VoNR та потокового відео <i>принципи організації голосових і відеосервісів у сучасних мобільних мережах. Розглядаються VoLTE, VoNR та адаптивний потоковий відеоконтент з урахуванням вимог до QoS/QoE.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: принципи функціонування VoLTE та VoNR. Розглянути: роль IMS у забезпеченні голосових послуг. Дослідити: залежність якості потокового відео від параметрів мережі. Зробити: порівняльну таблицю VoLTE та VoNR.

Cloud Computing, Edge Computing та MEC <i>хмарні та граничні обчислення як складові сучасної мультисервісної платформи. Аналізується розподіл обчислювальних ресурсів між кінцевим пристроєм, Edge-вузлом та хмарною інфраструктурою.</i>	6 год	1 бал	Вивчити: основні принципи Cloud Computing, Edge Computing та MEC. Розглянути: архітектурні моделі розподілу обчислень. Дослідити: вплив розміщення обчислень на затримку та навантаження мережі. Зробити: порівняння Device–Edge–Cloud за основними характеристиками.
РОЗДІЛ 2 «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОБІЛЬНИХ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ПЛАТФОРМ»			
Тема 6 Управління якістю обслуговування (QoS) та інтелектуальна оптимізація мультисервісних мереж на базі Edge AI Знати: Основні параметри QoS/QoE та класичні моделі забезпечення якості обслуговування (IntServ, DiffServ). Протоколи передачі трафіку реального часу (RTP/RTCP) та особливості мультимедійного й IoT-трафіку. Концепцію Edge AI та принципи розгортання моделей машинного навчання (ML/DL) у мобільних мережах. Методи інтелектуального аналізу мережевих даних та автоматичного прогнозування навантаження. Напрямки застосування штучного інтелекту для управління мережевими ресурсами й адаптивної пріоритезації трафіку. Вміти: Оцінювати вимоги до QoS/QoE для різних типів послуг (голос, відео, IoT, критичний зв'язок). Застосовувати як класичні механізми пріоритезації, так і алгоритми машинного навчання для оптимізації мережевих сервісів. Визначати завдання для розгортання моделей AI на Edge-рівні для мінімізації затримок та оптимізації трафіку. Аналізувати метрики мобільної платформи та оцінювати ефективність застосування AI-рішень для управління QoS.. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 Рекомендовані джерела: 1-8			
Заняття 6.1 аналізу параметрів якості обслуговування (QoS/QoE), характеристикам мультимедійного трафіку та протоколам реального часу (RTP/RTCP). Розглядаються як класичні моделі забезпечення якості (IntServ, DiffServ), так і сучасні підходи інтелектуального управління мережею на базі штучного інтелекту та Edge AI. Методи застосування машинного навчання (ML/DL) для автоматичного прогнозування навантаження, аналізу даних IoT, динамічного розрізання ресурсів (Slicing) та адаптивної пріоритезації трафіку безпосередньо на Edge-вузлах.	Лекція 6 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 6.2 Системи цифрового мобільного телевізійного мовлення та системи високошвидкісного цифрового мобільного мовлення	Практичне заняття 6 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
Тема 7 Технології побудови гетерогенних транспортних мереж та архітектура інтеграції Non-Terrestrial Networks (NTN) Знати: Основні технології побудови транспортних мереж (MPLS, Carrier Ethernet) та принципи маршрутизації в гетерогенних системах. Структуру та класифікацію не-наземних мереж (NTN: LEO, MEO, GEO, HAPS). Принципи та архітектурні моделі інтеграції NTN із ядром та радіомережею 5G/6G (Satellite Backhaul, Direct-to-Cell). Механізми міжоператорської взаємодії та організації транспортних каналів у динамічних топологіях. Проблеми великих затримок (RTT), доплерівського зсуву та варіювання затримок у супутникових транспортних сегментах. Вміти: Аналізувати та обирати транспортні технології для забезпечення роботи як наземних, так і супутникових сегментів мережі. Проектувати схеми маршрутизації в складних гетерогенних мережах із динамічною топологією NTN. Оцінювати вплив затримок та втрат пакетів у супутникових каналах на наскрізну якість обслуговування (QoS/QoE). Обґрунтовувати використання NTN-сегментів у сценаріях резервування транспортної мережі, розширення покриття та підключення віддалених об'єктів. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11			

<u>Рекомендовані джерела: 1-8</u>			
Заняття 7.1 вивченню технологій побудови сучасних транспортних мереж (MPLS, SR-MPLS, Carrier Ethernet) та принципів маршрутизації в гетерогенному середовищі, розширення транспортної інфраструктури за рахунок інтеграції не-наземних мереж (Non-Terrestrial Networks — NTN: супутникові системи LEO/MEO/GEO, HAPS) із наземними мережами 5G/6G. Аналізуються способи забезпечення безперервності сервісів, компенсації великих затримок, організації супутникового Backhaul та міжоператорської взаємодії (Interworking) для суцільного покриття віддалених і важкодоступних територій.	Лекція 7 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 7.2 системи цифрового супутникового телевізійного мовлення та системи високошвидкісного цифрового супутникового мовлення; системи цифрового кабельного телевізійного мовлення та системи високошвидкісного цифрового кабельного мовлення	Практичне заняття 7 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
Тема 8 Програмно-конфігуровані мережі (SDN), віртуалізація (NFV) та кібербезпека мобільних мультисервісних платформ Знати: Принципи побудови SDN і NFV, роль протоколу OpenFlow та архітектуру Softswitch у мобільних платформах. Архітектуру програмно-визначеної безпеки (Software-Defined Security) та ландшафт загроз віртуалізованих мереж. Принципи забезпечення безпеки 5G Core, Edge-компонентів, IoT та ізоляції віртуальних зрізів (Network Slicing). Модель безпеки Zero Trust, методи аутентифікації, шифрування та основи постквантової криптографії. Застосування штучного інтелекту (AI) для аналізу атак і автоматичного реагування на загрози у програмно-керованих мережах. Вміти: Аналізувати переваги й вразливості SDN/NFV-архітектур та оцінювати їхній вплив на гнучкість і захищеність мережі. Визначати потенційні загрози та аналізувати вразливості компонентів мультисервісної платформи (включаючи гіпервізори, SDN-контролери та Edge-вузли). Обирати механізми захисту та формувати вимоги до кібербезпеки для віртуалізованих мобільних сервісів. Проєктувати базові сценарії автоматичного захисту та ізоляції ресурсів на основі концепції Zero Trust і SDN-управління. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10. Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11 <u>Рекомендовані джерела: 1-8</u>			
Заняття 8.1 технологій програмно-конфігурованих мереж (SDN), протоколу OpenFlow, архітектури Softswitch та віртуалізації мережевих функцій (NFV) у мобільних та Edge-середовищах. У контексті віртуалізованих інфраструктур аналізуються загрози кібербезпеці, специфіка захисту 5G Core, Edge-вузлів, IoT та технології Network Slicing. Розглядаються сучасні парадигми захисту: концепція Zero Trust, аутентифікація та шифрування, застосування штучного інтелекту для виявлення атак (AI-based Security) та підходи до постквантової криптографії у програмно-керованих мережах.	Лекція 8 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 8.2 Дослідження характеристик широкопasmової системи супутникового зв'язку dvb-rcs2	Практичне заняття 8 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 9 Сучасні тенденції та перспективи розвитку мобільних мультисервісних платформ: від 5G-Advanced до 6G та AI-Native мереж			

Знати: Ключові напрями еволюції та технологічні базиси 5G-Advanced та 6G. Принципи побудови AI-native networks, концепції ISAC, THz-комунікацій та супутникових інтеграцій (NTN). Роль цифрових двійників (Digital Twins), Network Slicing та Edge Computing у керуванні складними платформами. Перспективні сценарії застосування (Smart City, голографічний зв'язок, XR, автономне керування). Основні системні виклики: кібербезпека, енергоефективність, екологічність та масштабованість.

Вміти: Аналізувати сучасні тенденції та оцінювати готовність технологій до впровадження у мультисервісних платформах. Визначати жорсткі технічні вимоги майбутніх сервісів (затримка, пропускна здатність, щільність зв'язків). Оцінювати синергію AI, ISAC, NTN та Edge Computing для створення конвергентних платформ. Формулювати напрями вдосконалення та розробляти концептуальну архітектуру перспективної мобільної платформи.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ЗК6, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК10.

Програмні результати навчання: ПРН2, ПРН4, ПРН6, ПРН11

Рекомендовані джерела: 1-8

Заняття 9.1 аналіз сучасного стану та перспективних напрямів еволюції мобільних мультисервісних платформ від етапу 5G-Advanced до концепцій мереж шостого покоління (6G). Розглядаються фундаментальні технологічні драйвери: Network Slicing, Edge Computing, AI-Native Networks, ISAC (<i>Integrated Sensing and Communication</i>), терагерцові діапазони (THz), не-наземні мережі (NTN) та цифрові двійники (Digital Twins), викликам безпеки, масштабованості та енергоефективності, а також новим сценаріям використання (Smart City, XR/haptic internet, автономні системи).	Лекція 9 4 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 9.2 Оптимізація методів завадостійкого кодування для мультисервісних систем	Практичне заняття 9 4 год	5 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

САМОСТІЙНА РОБОТА

Конвергенція фіксованого та мобільного доступу (FMC) і технології FTTx/Ethernet <i>ролі мережі доступу та принципів фіксовано-мобільної конвергенції в мультисервісних системах.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: технології провідного доступу (FTTx, Ethernet) та принципи FMC. Розглянути: місце Access Network у загальній архітектурі. Дослідити: переваги конвергентних рішень для фіксованих і мобільних користувачів. Зробити: узагальнену схему конвергентної мережі доступу.
Легковагові протоколи MQTT та CoAP у M2M-взаємодії <i>прикладні протоколи для IoT та принципів їх застосування в мультисервісних платформах.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: основи протоколів MQTT і CoAP. Розглянути: механізми M2M-взаємодії. Дослідити: переваги та обмеження кожного протоколу під конкретні сценарії. Зробити: схему потоків даних між компонентами IoT-сервісу з використанням обраного протоколу.
Інтеграція Non-Terrestrial Networks (NTN) з наземними мережами 5G/6G <i>аналіз архітектур інтеграції супутникових і висотних платформ (LEO/MEO/GEO, HAPS) з наземною інфраструктурою.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: класифікацію NTN та архітектурні моделі інтеграції. Розглянути: Satellite Backhaul і Direct-to-Cell. Дослідити: проблеми великих затримок, доплерівського зсуву та варіювання RTT.

			Зробити: схему інтеграції NTN-сегмента з 5G Core і оцінку впливу на QoS.
Віртуалізація мережевих функцій та контейнеризація <i>принципи віртуалізації мережевих функцій та контейнеризації в мобільних і Edge-середовищах. Аналізується їх роль у підвищенні гнучкості, масштабованості та ефективності мультисервісних платформ.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: поняття NFV, віртуальної мережевої функції та контейнеризації. Розглянути: відмінності віртуальних машин і контейнерів. Дослідити: застосування NFV у 5G/Edge-інфраструктурі. Зробити: структурну схему віртуалізованої мультисервісної платформи.
SDN, NFV та Zero Trust у мобільних мультисервісних платформах <i>Розглядаються програмно-конфігуровані мережі SDN, віртуалізація мережевих функцій NFV та програмно-визначена безпека. Досліджується застосування Zero Trust, шифрування, AI-based Security та ізоляції Network Slicing для захисту мобільних платформ</i>	6 год	1 бали	Вивчити: принципи SDN, NFV, OpenFlow та Zero Trust. Розглянути: основні загрози 5G Core, Edge та IoT-компонентам. Дослідити: можливості AI для виявлення мережевих атак. Зробити: модель системи захисту мультисервісної платформи на основі Zero Trust.
5G-Advanced, 6G та AI-Native мультисервісні платформи <i>перспективні напрями розвитку мобільних мультисервісних платформ від 5G-Advanced до 6G. Розглядається взаємодія AI-Native Networks, ISAC, THz-комунікацій, NTN, Edge Computing, Network Slicing та Digital Twins у майбутніх телекомунікаційних системах.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: основні технологічні драйвери 5G-Advanced та 6G. Розглянути: концепції AI-Native Networks, ISAC, THz, NTN та Digital Twins. Дослідити: перспективні сценарії Smart City, XR, автономних систем та голографічного зв'язку. Зробити: концептуальну архітектуру перспективної 6G мультисервісної платформи.
Перспективи 6G, AI-Native Networks, ISAC та Digital Twins <i>аналіз ключових технологічних драйверів мереж шостого покоління та нових сценаріїв застосування.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: технологічні базиси 5G-Advanced і 6G (AI-Native, ISAC, THz, NTN). Розглянути: роль Digital Twins, Network Slicing і Edge Computing. Дослідити: системні виклики (безпека, енергоефективність, масштабованість) та сценарії Smart City / XR / автономні системи. Зробити: концептуальну архітектуру перспективної мобільної мультисервісної платформи з обґрунтуванням обраних технологій.
MPLS, Carrier Ethernet та гетерогенні транспортні мережі <i>сучасні технології транспортних мереж та принципи маршрутизації в гетерогенному середовищі. Аналізується роль MPLS, SR-MPLS і Carrier Ethernet у забезпеченні передавання мультисервісного трафіку.</i>	6 год	1 бали	Вивчити: принципи роботи MPLS, SR-MPLS та Carrier Ethernet. Розглянути: механізми маршрутизації та комутації трафіку. Дослідити: використання MPLS для забезпечення QoS мультисервісних мереж.

			Зробити: схему транспортної мережі з використанням MPLS.
МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ			
Мультимедійний проектор; Комп'ютерний клас для проведення практичних занять. Мультимедійний проектор; Комп'ютерний клас для проведення практичних занять. Навчальні лабораторії №133, 101, 136. Призначення навчальних лабораторій: 1. Приймально-передавальні антени GSM 900 2. Мобільна базова платформа стандарту GSM 900/1800 компанії Ericsson у складі: - Базова 4. Переносні приймально-передавальні пристрої станція RBS 2202, стійка передачі даних та радіорелейна лінія на базі двох PPC Mini-Link-E. 3. Мобільна базова платформа стандарту GSM 900/1800 компанії SIEMENS у складі: - Блок транскодування та адаптації швидкості передачі (між MSC и BSC), контроллер базових станцій. BSC-68, базова станція (BTS) BS-240, радіоблоки Nokia Flexihopper 38D, Motorola TLKR T80. 4. Мобільна платформа 3-го покоління стандарту CDMA 2000 компанії ZTE. Використання програмного забезпечення: – AtoI, MATLAB 2023 - пакет прикладних програм для вирішення завдань технічних обчислень, а також мова програмування; – Cisco Packet Tracer - це багатофункціональна програма моделювання мереж, яка дозволяє експериментувати з поведінкою мережі і оцінювати можливі сценарії. – Multisim – програмне забезпечення промислового стандарту яке підтримує більше 2000 SPICE-моделей компонентів для моделювання і програмування схем аналогової і цифрової електроніки. – Simulink – графічне середовище імітаційного моделювання динамічних систем; – Mathcad 15 - система комп'ютерної алгебри орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, направлена виконувати, аналізувати інженерні розрахунки; – Microsoft office 2023 - набір додатків, призначених для обробки електронної документації. – Electronics Workbench - система схематичного моделювання і аналізу електричних схем. – P-CAD – система автоматизованого проектування печатних плат. GNU Octave - система для виконання математичних розрахунків, що надає <u>інтерпретовану мову</u>, багато в чому сумісну з <u>Matlab</u>. GNU Octave може використовуватися для розв'язування. <u>лінійних</u>, <u>нелінійних</u> та <u>диференціальних рівнянь</u>, обчислень з використанням <u>комплексних чисел</u> і <u>матриць</u>, візуалізації даних, проведення математичних експериментів.			
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ			
Обов'язкові для ознайомлення джерела: 1. Шульга В. П., Беркман Л. Н., Руденко Н. В., Нестеренко К. С., Варфоломеева О. Г., Хаб'юк Н. С. Сучасні методи передачі та обробки інформації в інфокомунікаційних мережах: підручник. Київ : ДУІКТ, 2024. 535 с. ISBN 978-617-8530-18-1. 2. Шульга В. П., Галаган Н. В., Беркман Л. Н., Нестеренко К. С., Варфоломеева О. Г., Дакова Л. В., Голубенко О. І. Система управління інфокомунікаційними мережами на базі об'єктно-орієнтованого підходу: монографія. Київ, 2025. 3. Шульга В. П., Галаган Н. В., Беркман Л. Н., Кравченко В. І., Власенко В. О., Ткаченко О. М. Методи оптимізації параметрів інфокомунікаційних систем та мереж: підручник. Київ: ДУІКТ, 2025. 440 с. 4. Галаган Н. В., Блаженний Н. В. Сучасні супутникові системи : навчальний посібник. Київ : ДУІКТ, 2025. 80 с. ISBN 978-617-853-019-8. 5. Dahlman E., Parkvall S., Sköld J. 5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology. 2nd ed. Academic Press, 2020. 6. 3GPP. TS 23.501: System architecture for the 5G System (5GS). 3rd Generation Partnership Project. Актуальна версія специфікації. Це варто мати як одне з ключових нормативно-технічних джерел для архітектури 5G Core та мультисервісних платформ. 7. ETSI. Multi-access Edge Computing (MEC): Framework and Reference Architecture. ETSI GS MEC 003.			

8. ITU-R. Recommendation ITU-R M.2160-0: Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond. Geneva : ITU, 2023.

Додаткові для ознайомлення джерела:

1. Руденко Н. В., Хаб'юк Н. С., Бойко О. В. Переваги та перспективи впровадження сучасних стільникових технологій п'ятого покоління в умовах надзвичайного стану. Зв'язок. 2024. № 6. DOI: 10.31673/2412-9070.2024.069647.
2. Halahan N., Berkman L., Drobyk O., Makarenko A., Zavatskyi V. Devising a method for receiving a multidimensional signal using high-order phase difference modulation in next-generation mobile networks. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. Vol. 3, No. 9(135). P. 19–32. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.331201.
3. ETSI. GS MEC 002: Multi-access Edge Computing; Use Cases and Requirements. Version 4.1.1, 2025.
4. ETSI. GS NFV 002: Network Functions Virtualisation; Architectural Framework. ETSI. Джерело доцільне для теми NFV та віртуалізації мережевих функцій.
5. ETSI. GS MEC 009: Multi-access Edge Computing; General principles, patterns and common aspects of MEC Service APIs. Version 4.1.1, 2025.
6. IETF. RFC 7252: The Constrained Application Protocol (CoAP). Internet Engineering Task Force.
7. IETF. MQTT Version 5.0. OASIS Standard, 2019.
8. Нестеренко І. К. Електромагнітна сумісність радіоелектронних засобів та радіочастотний менеджмент. Частина І. Менеджмент електромагнітного спектра : навч. посіб. Київ : BITI, 2026. 127 с.
9. Яковець В. П., Макаренко А. О., Гринкевич Г. О., Хаб'юк Н. С. Перспективи використання БПЛА-ретрансляторів в інтегрованих TN та NTN-мережах. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2022. № 1. DOI: 10.31673/2412-4338.2022.013646.
10. Яковець В. П., Макаренко А. О., Руденко Н. В., Скрипник В. В. Застосування машинного навчання під час інтеграції супутникового та БПЛА-зв'язку. Зв'язок. 2023. № 1. DOI: 10.31673/2412-9070.2023.010309.
11. Електронна бібліотека ДУІКТ.

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ»)

- Курс передбачає роботу в колективі.
- Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики.
- Освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу.
- Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення питань, що стосуються тем лекційних занять, які не ввійшли в теоретичний курс, або ж були розглянуті коротко, їх поглиблена проробка за рекомендованою літературою.
- Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.
- Якщо студент відсутній з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.
- Під час роботи над завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності: при використанні Інтернет ресурсів та інших джерел інформації студент повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. У разі виявлення факту плагіату студент отримує за завдання 0 балів.
- Студент, який спізнився, вважається таким, що пропустив заняття з неповажної причини з виставленням 0 балів за заняття, і при цьому має право бути присутнім на занятті.
- За використання телефонів і комп'ютерних засобів без дозволу викладача, порушення дисципліни студент видаляється з заняття, за заняття отримує 0 балів.

КРИТЕРІЙ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Умовою допуску до підсумкового контролю є виконання всіх практичних робіт і виконання самостійних завдань, які передбачені структурою освітньої компоненти Дослідження операцій.

Якщо студента не допущено до складання заліку, як такого, що не виконав індивідуальний план, йому надається час до перескладання для виконання всіх вимог допуску. Студент має право на два перескладання. При повторному перескладанні заліку його у студента може приймати комісія, яка створюється директором ННІТ. Оцінка комісії є остаточною. У випадку отримання студентом 0 балів (неприйнятно), що тягне відрахування за невиконання навчального плану.

Оцінювання студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою і складається із двох основних оцінкових блоків і розподіляється в певних пропорціях 60 (бали напрацьовані під час вивчення дисципліни – Поточний контроль), 40 (підсумкове оцінювання - Залік)

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	Виконання практичних робіт, робота на заняттях:	50 бали
	- присутність на заняттях (при пропусках занять з поважних причин	за кожне відвідування 1 бал

	допускається відпрацювання пройденого матеріалу)		
	- участь у експрес-опитуванні	за кожну правильну відповідь 0,25 бала	
	- доповідь з презентацією за тематикою самостійного вивчення дисципліни (оцінка залежить від повноти розкриття теми, якості інформації, самостійності та креативності матеріалу, якості презентації і доповіді), підготовка реферату	за кожну презентацію (реферат) максимум 3 бали	
	- усне опитування, тестування, рішення практичних задач	за кожну правильну відповідь 0,5 бала	
	- участь у навчальній дискусії, обговоренні ситуаційного завдання	за кожну правильну відповідь 2 бали	
	- участь у діловій грі	кожну участь 1 бал	
	Самостійна робота	8 балів	
РУБІЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ (МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ)	Модульний контроль «ОСНОВИ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ВІДЕОНАГЛЯДУ, МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ »	максимальна оцінка – 10 балів	
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ <i>Залік</i>	Залік проходить у письмовій (тест) формі.	40 балів	
Додаткова оцінка			
Види навчальної роботи		Оцінювання	
Участь у наукових конференціях, підготовка наукових публікацій за тематикою освітньої компоненти:			
- Тези доповіді на фаховій конференції		3 бали	
- Стаття у фаховому виданні		5 балів	
- Стаття в іноземному рецензованому виданні		10 балів	
Максимальна кількість додаткових балів, які можуть бути зараховані здобувачу освіти - 10 балів.			
ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ			
бали	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка /запис в екзаменаційній відомості
90-100	Студент демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни в практичних розрахунках, аналізувати та співставляти дані об’єктів діяльності фахівця на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь. Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань проявив вміння самостійно вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії, може відстоювати власну позицію в питаннях та рішеннях, що розглядаються. Зменшення 100-бальної оцінки може бути пов’язане з недостатнім розкриттям питань, що стосується дисципліни, яка вивчається, але виходить за рамки об’єму матеріалу, передбаченого робочою програмою, або студент проявляє невпевненість в тлумаченні теоретичних положень чи складних практичних завдань.	Високий Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до дисципліни, яка вивчається.	Відмінно/Зараховано (А)

82-89	Студент демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною. Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, дає вичерпні пояснення.	Достатній Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни	Добре/Зараховано (B)
75-81	Студент в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати при вирішенні типових практичних завдань, але допускає окремі неточності. Вміє пояснити основні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді при зміні результату при заданій зміні вихідних параметрів. Помилки у відповідях/ рішеннях/ розрахунках не є системними. Знає характеристики основних положень, що мають визначальне значення при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, в межах дисципліни, що вивчається.	Достатній Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.	Добре/Зараховано (C)
64-74	Студент засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни	Задовільно/Зараховано (D)
60-63	Студент має певні знання, передбачені в робочій програмі дисципліни, володіє основними положеннями, що вивчаються на рівні, який визначається як мінімально допустимий. З використанням основних теоретичних положень, студент з труднощами пояснює правила вирішення практичних/розрахункових завдань дисципліни. Виконання практичних / індивідуальних / контрольних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни	Задовільно/Зараховано (E)
35-59	Студент може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни студент виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у студента відсутня.	Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни	Незадовільно з можливістю повторного складання)/Не зараховано (FX) В залікову книжку не представляється
1-34	Студент повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Студент не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний Студент не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням/Не допущений (F) В залікову книжку не представляється

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 23.10.18 року), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ від 14.08.2023 р., № 111. 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.

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Здобувач вищої освіти виконуючи самостійну або індивідуальну роботу повинен дотримуватись політики доброчесності. У разі наявності плагіату в будь яких видах робіт Здобувача, він отримує незадовільну оцінку і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у Силабусі.