

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ»

Лектор курсу			Голубенко Олександр Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class	e-mail: сторінка курсу в Google Workspace– https://classroom.google.com/c/ODg2MDg2NTc3NDQ4?cjc=2mvy2ruo	
Галузь знань			G Інженерія, виробництво та будівництво		Рівень вищої освіти	Магістр	
Спеціальність			G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка		Семестр	2	
Освітня програма			Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення		Тип дисципліни	Обов'язкова	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	4	120	18	-	36	-	66

АНОТАЦІЯ КУРСУ

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК У СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНІЙ СХЕМІ

Освітні компоненти, які передують вивченню		Системи мобільного зв'язку, Безпроводові телекомунікаційні мережі, Системи цифрового радіозв'язку та радіодоступу,	
Освітні компоненти для яких є базовою		Мережеве планування систем безпроводового зв'язку, радіозв'язку та радіодоступу, Науково-дослідна практика, Науково-педагогічна практика, Переддипломна практика, Кваліфікаційна робота	
Мета курсу:	Формування у здобувачів вищої освіти системних знань і практичних умінь щодо сучасних мультимедійних технологій мобільного зв'язку, принципів створення, обробки, кодування, стиснення та передавання цифрового аудіо-, відео- та інтерактивного контенту, архітектури мультимедійних систем, UX/UI-проектування мобільних додатків, використання програмних інструментів, радіоінтерфейсів (OFDM, MIMO), Edge AI, імерсивних технологій (AR/VR/XR) та перспективних рішень мереж 5G/6G для забезпечення високої якості мультимедійних сервісів.		

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.			ФК2. Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в системах електронних комунікацій, інфокомунікаційних мережах, радіотехнічних системах, комплексах та пристроях. ФК3. Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного вигаду. ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, пристроїв, засобів.				

	ФК8. Здатність розв’язувати складні професійні завдання і проблеми на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації.
ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ (ПРН)	
ПРН3. Знати теоретичні основи, принципи побудови і функціонування сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів. 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. ПРН7. Вміти оцінювати і локалізувати стан проблемної ситуації на етапах проектування, впровадження, експлуатації, модернізації та дослідження сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж, радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків. ПРН9. Вміти застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем. ПРН13. Володіти навичками розв’язання актуальних наукових задач в області електронних комунікацій та радіотехніки, застосовувати сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп’ютерні методи та технології моделювання і обробки отриманих результатів за напрямком професійної діяльності, інтерпретувати результати досліджень, оцінювати їх адекватність та ефективність.	
РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ОПП	
Здобувач вищої освіти повинен продемонструвати такі результати навчання: 1. теоретичні основи, принципи побудови, класифікацію та архітектуру сучасних мультимедійних систем і технологій мобільного зв’язку; 2. принципи цифрового представлення, кодування та стиснення аудіо і відео, сучасні кодеки, технології adaptive streaming, CDN, а також показники QoS/QoE; 3. особливості проектування UX/UI мультимедійних мобільних додатків, інформаційної архітектури та адаптивного дизайну; 4. апаратні й програмні можливості мобільних і edge-пристроїв, технології OFDM/MIMO, принципи Edge AI та вимоги XR-сервісів до мереж 5G/6G; 5. аналізувати характеристики мультимедійного контенту, обирати формати, кодеки та параметри кодування з урахуванням вимог якості та мережевих обмежень; 6. проектувати структуру, сценарії взаємодії та UX/UI мультимедійних мобільних продуктів; 7. оцінювати вплив параметрів кодування, радіоінтерфейсу та мережевих умов на якість мультимедійних сервісів; 8. порівнювати архітектури (cloud/edge/hybrid), технології streaming і можливості мереж 5G/6G для перспективних мультимедійних застосувань; 9. обґрунтовувати технічні рішення щодо підготовки, доставки та персоналізації мультимедійного контенту в мобільних мережах. Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти володітиме навичками: ✓ системного аналізу мультимедійних технологій і процесів у сучасних мережах мобільного зв’язку; ✓ оцінки якості мультимедійних сервісів, ефективності використання мережевих ресурсів та показників QoS/QoE; ✓ застосування сучасних підходів до проектування, оптимізації та доставки мультимедійного контенту в мобільних мережах 5G/6G. Значення результатів навчання полягає у формуванні у здобувачів готовності до професійної діяльності в телекомунікаційних компаніях, ІТ-компаніях, наукових установах та організаціях, пов’язаних із розробкою, впровадженням і управлінням мультимедійними сервісами в мережах мобільного зв’язку.	

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ			
Тема, опис теми	Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи
РОЗДІЛ 1 «ОСНОВИ, АРХІТЕКТУРА ТА ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ І ОБРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНТЕНТУ»			
Тема 1 <u>Основи сучасних мультимедійних технологій у мобільному зв'язку</u> Знати: основні поняття, структуру та класифікацію мультимедійних технологій; основні види мультимедійного контенту: аудіо, відео, зображення, графіку та інтерактивні дані; принципи цифрового представлення, оцифрування та квантування мультимедійних сигналів; основні цифрові формати аудіо, відео та зображень; принципи стиснення мультимедійних даних без втрат і з втратами; сучасні стандарти та кодеки, зокрема H.264/AVC, H.265/HEVC, AV1 та Opus; основні характеристики мультимедійного трафіку та вимоги різних сервісів до мережі; поняття пропускну здатності, затримки, джитеру, втрат пакетів та їх вплив на якість мультимедійних сервісів; особливості передавання мультимедійного контенту в мобільних мережах 4G/5G/6G; роль хмарних, потокових та інтерактивних сервісів у сучасних мультимедійних мобільних системах. Вміти: класифікувати мультимедійні дані та визначати особливості їх цифрового представлення; аналізувати характеристики аудіо-, відео- та графічного контенту; оцінювати вплив параметрів кодування та стиснення на обсяг даних і якість контенту; обирати доцільний формат і кодек залежно від типу мультимедійного контенту, вимог до якості та доступної пропускну здатності; визначати вимоги мультимедійних сервісів до параметрів мобільної мережі; аналізувати вплив затримки, джитеру та втрат пакетів на якість передавання мультимедійних даних; оцінювати можливості сучасних мобільних мереж для підтримки потокового, інтерактивного та високоякісного мультимедійного контенту; аналізувати приклади використання мультимедійних технологій у мобільних додатках, хмарних сервісах та мережах 5G/6G. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8. Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13 Рекомендовані джерела: 1-5.			
Заняття 1.1 Розглядаються базові поняття, класифікація та види мультимедійних технологій, особливості цифрового контенту в мобільних системах, а також принципи оцифрування, кодування й стиснення аудіо, відео та графіки. Аналізується роль мультимедіа в мережах 4G/5G/6G і вимоги сервісів до пропускну здатності, затримки та якості передавання.	Лекція 1 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 1.2 Оцінювання можливостей сучасних комп'ютерів, смартфонів і edge-пристроїв для оброблення мультимедійної інформації <i>Аналіз апаратних і програмних характеристик пристроїв (CPU, GPU, NPU, оперативна пам'ять, накопичувачі) щодо можливостей кодування/декодування відео, обробки аудіо та роботи з XR-контентом.</i> Знати: основні характеристики сучасних пристроїв, що впливають на мультимедійну продуктивність. Вміти: оцінювати придатність пристрою для конкретних мультимедійних завдань.	Практичне заняття 1 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 2 <u>Архітектура та класифікація сучасних мультимедійних систем</u> Знати: основні принципи побудови та класифікації мультимедійних систем; типову структуру та архітектурні рівні мультимедійної системи; основні апаратні та програмні компоненти мультимедійних систем; принципи організації підсистем створення, обробки, зберігання та передавання цифрового контенту; принципи			

взаємодії програмних модулів та інтерфейсів мультимедійних систем; особливості клієнт-серверної, мобільної, хмарної, edge та гібридної архітектур; принципи інтеграції мультимедійних систем із мобільними мережами та цифровими платформами; особливості використання апаратного та програмного забезпечення для обробки мультимедійного контенту.

Вміти: класифікувати мультимедійні системи за призначенням, архітектурою та способом обробки контенту; визначати функціональні та технічні компоненти мультимедійної системи; аналізувати архітектуру сучасних мультимедійних сервісів і систем; порівнювати клієнт-серверні, cloud, edge та гібридні архітектури; визначати доцільність розміщення функцій обробки та зберігання мультимедійних даних на пристрої, edge-вузлах або у хмарі; обирати апаратні та програмні компоненти відповідно до технічних вимог мультимедійної системи; аналізувати взаємодію компонентів мультимедійної системи та оцінювати її ефективність; розробляти структурну модель мультимедійної системи для заданого мобільного або мережевого сервісу.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8.

Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13

Рекомендовані джерела: 1-5.

Заняття 2.1 Розглядаються принципи побудови, архітектура та класифікація сучасних мультимедійних систем, їх апаратні та програмні компоненти, архітектурні рівні обробки, зберігання та передавання цифрового контенту. Аналізуються клієнт-серверні, мобільні, хмарні, edge та гібридні архітектури, принципи взаємодії їх компонентів і програмних модулів, а також особливості інтеграції мультимедійних систем із сучасними мобільними мережами та цифровими платформами.	Лекція 2 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 2.2 Створення інтерактивної мультимедійної презентації сучасними хмарними сервісами (Canva, Pitch, Genially, Prezi) <i>Розробка адаптивної інтерактивної презентації з елементами анімації, відео та аудіо для демонстрації на мобільних пристроях.</i> Знати: можливості сучасних інструментів створення презентацій. Вміти: створювати адаптивний мультимедійний контент з урахуванням UX-вимог.	Практичне заняття 2 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

Тема 3 Властивості мультимедійних технологій, принципи проєктування мультимедійного контенту та UX/UI-розробка мультимедійних видань і додатків

Знати: основні етапи життєвого циклу розробки мультимедійного мобільного продукту; принципи user-centered design та основи UX/UI-дизайну; принципи побудови інформаційної архітектури та навігації мультимедійних додатків; особливості проєктування інтерфейсів для смартфонів, планшетів та інших мобільних пристроїв; принципи адаптивного та responsive-дизайну мультимедійного контенту; способи організації інтерактивної взаємодії користувача з мультимедійним контентом; методи прототипування та тестування інтерфейсів; критерії оцінювання зручності використання, доступності та якості мультимедійних додатків.

Вміти: визначати вимоги користувачів і формувати концепцію мультимедійного мобільного продукту; розробляти структуру та сценарії взаємодії користувача з мультимедійним контентом; проєктувати UX/UI мультимедійних мобільних додатків; створювати прототипи та інтерактивні макети мультимедійних продуктів; адаптувати інтерфейс і мультимедійний контент до різних розмірів екранів та способів взаємодії; оцінювати зручність використання та якість користувацького досвіду; виявляти та усувати проблеми навігації, доступності й взаємодії з мультимедійним контентом; обґрунтовувати проєктні рішення щодо структури, інтерфейсу та інтерактивності мультимедійного мобільного продукту.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8.

Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13

Рекомендовані джерела: 1-5.

Заняття 3.1 Розглядаються принципи проєктування мультимедійних мобільних додатків і цифрових видань — від формування концепції та аналізу потреб користувачів до прототипування, реалізації та публікації готового продукту. Аналізуються принципи UX/UI-дизайну, інформаційної архітектури, навігації, інтерактивності та адаптивності мультимедійного контенту до різних типів мобільних пристроїв і сценаріїв використання.	Лекція 3 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 3.2 Створення, редагування та базове покращення аудіоконтенту в Audacity / Adobe Audition / DaVinci Resolve <i>Запис, монтаж, шумозаглушення, нормалізація та експорт аудіо для мобільних додатків і стрімінгових сервісів.</i> Знати: основні операції роботи з цифровим звуком. Вміти: підготовлювати аудіоконтент належної якості для мобільних платформ.	Практичне заняття 3 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 4 Цифрове аудіо та відео: кодування, стиснення і потокове передавання мультимедійних даних Знати: принципи дискретизації, квантування та цифрового представлення аудіосигналів; основні параметри цифрового аудіо та відео (частота дискретизації, розрядність, роздільна здатність, частота кадрів, колірні моделі, бітрейт); поняття кодека, контейнера та мультимедійного потоку; принципи стиснення з втратами та без втрат; сучасні відеокодеки (H.264/AVC, H.265/HEVC, AV1, H.266/VVC) та аудіокодеки; принципи потокового передавання мультимедіа та adaptive streaming; технології HTTP Live Streaming (HLS) і MPEG-DASH; принципи роботи CDN та їх роль у доставці контенту; основні показники QoS та QoE мультимедійних сервісів; причини виникнення затримок, буферизації та деградації якості. Вміти: визначати та аналізувати параметри цифрового аудіо й відео; порівнювати методи стиснення та сучасні кодеки за співвідношенням «якість — бітрейт — складність»; обирати формат, кодек і параметри кодування для мобільного та потокового передавання; аналізувати процес потокового передавання та вплив мережових параметрів на якість; порівнювати технології HLS і MPEG-DASH; оцінювати якість мультимедійного сервісу за показниками QoS/QoE; обґрунтовувати вибір технічних рішень щодо підготовки та доставки мультимедійного контенту. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8. <u>Програмні результати навчання:</u> ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13 <u>Рекомендовані джерела:</u> 1-5.:			
Заняття 4.1 Розглядаються принципи цифрового представлення, обробки та підготовки аудіо- й відеоданих, методи їх кодування і стиснення, а також сучасні аудіо- та відеокодеки, сучасні технології потокового передавання в IP- та мобільних мережах, зокрема adaptive streaming і CDN, а також їх вплив на показники QoS/QoE мультимедійних сервісів. Аналізується вплив параметрів кодування та бітрейту на якість контенту, обсяг даних і навантаження на мобільну мережу.	Лекція 4 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

Заняття 4.2. Професійний монтаж, покращення якості та підготовка аудіоконтенту для streaming і мобільних застосунків <i>Багатодоріжковий монтаж, застосування ефектів, компресії, EQ та експорт у сучасні формати (AAC, Opus, spatial audio).</i> Знати: сучасні методи покращення якості звуку. Вміти: створювати аудіо, оптимізоване під різні мережеві умови та пристрої.	Практичне заняття 4 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 5 Сучасне програмне забезпечення та інструментальні засоби мультимедійних систем для роботи з аудіо і обробки цифрового звуку та медіа Знати: основні класи сучасного програмного забезпечення для роботи з мультимедіа; функціональні можливості програм для обробки аудіо, відео та графіки; призначення та основні можливості цифрових звукових робочих станцій (DAW); принципи цифрової обробки, фільтрації та спектрального аналізу аудіосигналів; основні засоби монтажу, кодування та потокової обробки відео; програмні засоби аналізу та розпізнавання мовлення; можливості сучасних AI-інструментів для обробки та створення мультимедійного контенту; принципи вибору програмних засобів відповідно до завдань мультимедійного проєкту. Вміти: обирати програмні засоби для створення та обробки мультимедійного контенту; виконувати базову обробку, очищення, фільтрацію та аналіз цифрового аудіосигналу; здійснювати монтаж та підготовку відеоконтенту до кодування і передавання; виконувати зведення та обробку аудіоматеріалів у DAW; аналізувати характеристики аудіо- та відеосигналів за допомогою спеціалізованого ПЗ; використовувати програмні інструменти для підготовки мультимедійного контенту до мобільного та потокового передавання; порівнювати функціональні можливості різних програмних засобів та обґрунтовувати їх вибір для конкретного завдання. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8. Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13 Рекомендовані джерела: 1-5.			
Заняття 5.1 Розглядаються сучасні програмні засоби та інструментальні платформи для створення, редагування, обробки та аналізу цифрового аудіо, відео й графічного контенту. Аналізуються цифрові звукові робочі станції (DAW), відеоредактори, засоби потокової обробки, аналізу та розпізнавання аудіо, а також програмні інструменти для створення мультимедійного контенту та його підготовки до використання в мобільних сервісах.	Лекція 5 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 5.2 Ротоскопінг, планарний трекінг і композитинг у сучасних програмах (After Effects, DaVinci Resolve, CapCut) <i>Видалення/заміна фону, трекінг об'єктів, накладання графіки та ефектів для створення мобільного відеоконтенту.</i> Знати: базові технології композитингу та трекінгу. Вміти: виконувати ротоскопінг і планарний трекінг для підготовки відео.	Практичне заняття 5 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
Модульний контроль «ОСНОВИ, АРХІТЕКТУРА ТА ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ І ОБРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНТЕНТУ»	Відповіді на запитання ТЕСТ	10 балів	Ввиконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

САМОСТІЙНА РОБОТА			
<u>Еволюція мультимедійних технологій у мобільному зв'язку</u> <i>Розглядається розвиток мультимедійних технологій від ранніх поколінь мобільного зв'язку до 5G/6G. Аналізуються зміни вимог до якості, обсягу даних, затримки та їх вплив на архітектуру систем.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: основні етапи розвитку мультимедійних технологій від 3G до 6G. Розглянути: зміну вимог до якості, обсягу даних і затримки. Дослідити: вплив переходу на 5G/6G на архітектуру мультимедійних систем. Зробити: порівняльну таблицю ключових характеристик мультимедіа в різних поколіннях мереж.
<u>Класифікація та архітектурні моделі сучасних мультимедійних систем</u> <i>Вивчаються основні підходи до класифікації мультимедійних систем та сучасні архітектурні моделі (клієнт-серверна, хмарна, edge, гібридна). Порівнюються їх переваги, обмеження та сфери застосування в мобільних сервісах.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: основні підходи до класифікації мультимедійних систем. Розглянути: клієнт-серверну, хмарну, edge та гібридну архітектури. Дослідити: переваги та обмеження кожної архітектури для мобільних сервісів. Зробити: структурну схему обраної архітектури для конкретного мультимедійного сервісу.
<u>Цифрове представлення та стиснення мультимедійних даних</u> <i>Розглядаються принципи оцифрування, квантування та стиснення аудіо- й відеоданих. Аналізуються сучасні кодеки та співвідношення якості, бітрейту й обчислювальної складності.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: принципи оцифрування, квантування та стиснення аудіо/відео. Розглянути: сучасні кодеки (H.264, H.265, AV1, Opus тощо). Дослідити: співвідношення «якість — бітрейт — обчислювальна складність». Зробити: порівняльний аналіз 2–3 кодеків для мобільного streaming.
<u>Потокове передавання та забезпечення якості мультимедійних сервісів</u> <i>Розглядаються технології adaptive streaming (HLS, MPEG-DASH), роль CDN та показники QoS/QoE. Аналізується вплив мережевих параметрів на якість передавання мультимедійного контенту.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: технології adaptive streaming (HLS, MPEG-DASH) та роль CDN. Розглянути: показники QoS та QoE. Дослідити: вплив мережевих параметрів на якість відео та аудіо. Зробити: схему процесу adaptive streaming з позначенням критичних точок якості.
<u>Проектування мультимедійного контенту та UX/UI мобільних додатків</u> <i>Розглядаються принципи user-centered design, інформаційної архітектури та адаптивного дизайну. Аналізуються критерії зручності використання, доступності та якості користувацького досвіду.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: принципи user-centered design та інформаційної архітектури. Розглянути: особливості адаптивного та responsive-дизайну. Дослідити: критерії зручності використання та доступності. Зробити: концепцію UX/UI простого мультимедійного мобільного додатку.

<u>Програмні засоби та інструменти обробки мультимедійного контенту</u> <i>Розглядаються сучасні програмні платформи для створення, редагування та аналізу аудіо, відео й графіки. Порівнюються можливості DAW, відеоредакторів та AI-інструментів для підготовки контенту.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: класи сучасного ПЗ для роботи з аудіо, відео та графікою. Розглянути: можливості DAW, відеоредакторів та AI-інструментів. Дослідити: критерії вибору ПЗ залежно від завдання. Зробити: порівняльну таблицю 3–4 програмних засобів для підготовки контенту до мобільної доставки.
<u>Вимоги мультимедійних сервісів до мобільних мереж</u> <i>Аналізуються ключові мережеві параметри (пропускна здатність, затримка, джитер, втрати пакетів) та їх вплив на різні типи мультимедійного трафіку. Оцінюється залежність вимог від архітектури системи та методів стиснення.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: параметри пропускної здатності, затримки, джитеру та втрат пакетів. Розглянути: особливості передавання різних видів контенту (аудіо, відео, інтерактив). Дослідити: як архітектура системи та методи стиснення впливають на мережеве навантаження. Зробити: оцінку вимог до мережі для обраного типу мультимедійного сервісу.
<u>Комплексний підхід до створення мультимедійного мобільного продукту</u> <i>Розглядається повний цикл створення мультимедійного продукту — від концепції та UX/UI до кодування, вибору інструментів і доставки користувачу. Аналізуються типові проблеми на стику дизайну, технічної підготовки та мережевої доставки.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: повний цикл від ідеї до доставки контенту користувачу. Розглянути: взаємозв'язок архітектури, UX/UI, кодування та програмних інструментів. Дослідити: типові проблеми на стику дизайну, технічної підготовки та мережевої доставки. Зробити: коротку концепцію мультимедійного мобільного сервісу з обґрунтуванням архітектури, форматів, кодеків та UX-рішень.

РОЗДІЛ 2 «МОБІЛЬНІ ПЛАТФОРМИ, РАДІОІНТЕРФЕЙСИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ СЕРВІСИ»

Тема 6 Мультимедійні технології в сучасних мобільних та іммерсивних системах

Знати: архітектуру та основні апаратні й програмні компоненти сучасних мобільних мультимедійних систем; можливості CPU, GPU та NPU для обробки мультимедійних даних; призначення та принципи роботи камер, мікрофонів і сенсорів мобільних пристроїв; особливості обробки аудіо, відео, графіки та 3D-контенту на мобільних платформах; принципи побудови та функціонування мультимедійних мобільних додатків; особливості використання апаратного прискорення мультимедійних операцій; принципи побудови AR/VR та інших іммерсивних мультимедійних систем; основи технологій просторового аудіо та 3D-відтворення; принципи відстеження положення та руху користувача (tracking) в AR/VR-системах; особливості оптимізації мультимедійного та 3D-контенту для обмежених ресурсів мобільних пристроїв.

Вміти: аналізувати мультимедійні можливості сучасних мобільних та edge-пристроїв; визначати апаратні та програмні вимоги до реалізації мультимедійних мобільних додатків; оцінювати можливості CPU, GPU, NPU та сенсорів для виконання мультимедійних завдань; використовувати можливості камери, мікрофона та сенсорів у мультимедійних застосунках; аналізувати вплив мультимедійного навантаження на продуктивність, пам'ять, енергоспоживання та мережеві ресурси мобільного пристрою; обирати способи апаратного та програмного прискорення мультимедійної обробки; оцінювати можливості мобільних платформ для реалізації AR/VR та інших іммерсивних застосунків; використовувати принципи оптимізації 2D/3D-контенту для мобільних пристроїв; аналізувати та обґрунтовувати вибір технологій просторового аудіо і візуалізації для конкретного мультимедійного застосування.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8.

Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13

Рекомендовані джерела: 1-5.

Заняття 6. Розглядаються апаратні та програмні можливості сучасних смартфонів, планшетів, edge-пристроїв та інших мобільних платформ для створення, обробки та відтворення мультимедійного контенту. Аналізуються мультимедійні підсистеми мобільних пристроїв, зокрема процесори, GPU, NPU, камери, мікрофони та сенсори, а також особливості реалізації мультимедійних мобільних додатків, AR/VR-систем, 3D-контенту та просторового аудіо.	Лекція 6 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 6.2 Розробка простого мультимедійного мобільного застосунку (Flutter / React Native / Kotlin) <i>Створення додатку з відтворенням відео/аудіо, адаптивним інтерфейсом і базовими елементами UX/UI.</i> Знати: особливості розробки кросплатформних мобільних додатків. Вміти: реалізовувати найпростіший мультимедійний мобільний застосунок.	Практичне заняття 6 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

Тема 7 OFDM, MIMO та сучасні радіоінтерфейси мобільних мереж

Знати: принципи побудови та функціонування сучасних радіоінтерфейсів мобільних мереж; принцип роботи OFDM та OFDMA; поняття піднесучих, ортогональності, циклічного префікса та багатопроменевого поширення; принципи просторової обробки сигналів та технології MIMO; відмінності SISO, SIMO, MISO та MIMO; принципи просторового мультиплексування та просторового рознесення; особливості технології Massive MIMO; принципи формування та керування діаграмою спрямованості (beamforming); особливості використання OFDM та MIMO в LTE/4G і 5G NR; принципи роботи сучасних активних антенних систем базових станцій; вплив OFDM, MIMO та beamforming на пропускну здатність, спектральну ефективність і надійність передавання мультимедійних даних.

Вміти: пояснювати принципи функціонування OFDM/OFDMA та роль ортогональності піднесучих; аналізувати вплив багатопроменевого поширення на OFDM-сигнали; порівнювати SISO, SIMO, MISO та MIMO за основними характеристиками; аналізувати переваги просторового мультиплексування та просторового рознесення; оцінювати вплив кількості антен і просторових потоків на пропускну здатність системи; аналізувати принципи роботи Massive MIMO та beamforming; порівнювати особливості радіоінтерфейсів LTE/4G і 5G NR; оцінювати вплив сучасних антенних систем на покриття, пропускну здатність і якість передавання мультимедійного трафіку; обґрунтовувати вибір технологій OFDM, MIMO та beamforming для забезпечення вимог мультимедійних мобільних сервісів.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8.

Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13

Рекомендовані джерела: 1-5.

Заняття 7.1 Розглядаються принципи функціонування сучасних радіоінтерфейсів мобільних мереж та технології підвищення їх пропускну здатності й спектральної ефективності. Аналіз OFDM/OFDMA, MIMO, Massive MIMO та beamforming, особливості їх застосування в LTE/4G і 5G NR, а також роль багатоантенних систем у забезпеченні високоякісного передавання мультимедійного контенту.	Лекція 7 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 7.2 Дослідження характеристик поширення радіохвиль у мережах 4G/5G. Розрахунок необхідної потужності передавача <i>Моделювання втрат на трасі, розрахунок бюджету лінії зв'язку та потужності передавача для забезпечення заданої якості мультимедійного сервісу.</i> Знати: моделі поширення радіохвиль і методи розрахунку бюджету лінії. Вміти: розраховувати необхідну потужність передавача для заданих умов.	Практичне заняття 7 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

Тема 8 Мобільне навчання (m-Learning), Edge AI та інтелектуальна персоналізація мультимедійного контенту

Знати: архітектуру мобільних навчальних систем та принципи m-Learning; методи мікронавчання і гейміфікації; можливості On-Device/Edge AI для обробки медіа та персоналізації; принципи застосування AI/ML у мультимедійних освітніх системах; відмінності edge та cloud computing у контексті мобільних додатків.

Вміти: розробляти концепції мобільних освітніх додатків з урахуванням обмежень пристроїв; визначати сценарії використання Edge AI для персоналізації контенту; порівнювати edge та cloud підходи для освітніх мультимедійних сервісів; обґрунтовувати вибір архітектури (on-device/edge/cloud) для m-Learning додатків.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8.

Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13

Рекомендовані джерела: 1-5.

Заняття 8.1 Розглядаються технології мобільного навчання, мікронавчання та гейміфікації в екосистемі мобільних додатків. Аналізується застосування On-Device та Edge AI для персоналізації освітнього мультимедійного контенту з урахуванням обмежень пристроїв і мережі.	Лекція 8 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
---	-------------------	--	--

Заняття 8.2 Визначення та аналіз параметрів OFDM/OFDMA-сигналу в системах 4G/5G <i>Розрахунок та дослідження параметрів OFDM (кількість піднесучих, тривалість символу, захисний інтервал, модуляція) для мультимедійного трафіку.</i> Знати: структуру та ключові параметри OFDM/OFDMA. Вміти: визначати параметри OFDM-сигналу під конкретні вимоги сервісу.	Практичне заняття 8 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 9 AR/VR, 360°-відео, просторові мультимедійні технології та перспективи 6G Знати: поняття AR, VR, MR, XR та принципи формування 360°-відео; особливості просторового аудіо; вимоги XR-сервісів до пропускної здатності, затримки та стабільності мережі; роль edge computing у мультимедійних XR-застосуваннях; перспективи 6G для мультимедійних сервісів (semantic communication, intelligent networking); можливості AI-based оптимізації потоків для XR. Вміти: порівнювати AR, VR, MR та XR; визначати мережеві вимоги інтерактивних мультимедійних сервісів; аналізувати доцільність використання edge computing для XR; оцінювати перспективи 5G/6G для нових мультимедійних сервісів; формувати вимоги до перспективної мультимедійної системи мобільного зв'язку. Формування компетенцій: ЗК2, ЗК3, ФК2, ФК3, ФК5, ФК8. Програмні результати навчання: ПРН3, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН9, ПРН13 Рекомендовані джерела: 1-5.			
Заняття 9.1 Розглядаються сучасні інтерактивні мультимедійні сервіси — доповнена, віртуальна та змішана реальність (AR/VR/MR/XR), 360°-відео та просторове аудіо. Аналізуються високі вимоги таких сервісів до пропускної здатності, затримки та стабільності мобільної мережі, роль edge computing, а також перспективи їх реалізації в мережах 5G/6G.	Лекція 9 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 9.2 Дослідження впливу багатопроменевості та розрахунок тривалості захисного інтервалу (CP) в OFDM-символі <i>Аналіз міжсимвольних спотворень (ISI) при багатопроменевому поширенні та визначення необхідної тривалості Cyclic Prefix для забезпечення якісної передачі мультимедіа.</i> Знати: природу багатопроменевості та роль захисного інтервалу. Вміти: розраховувати тривалість CP для боротьби з ISI в заданих умовах.	Практичне заняття 9 4 год	5 балів	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
САМОСТІЙНА РОБОТА			
<u>Апаратні можливості сучасних мобільних пристроїв для мультимедіа</u>	4 год	1 бал	Вивчити: архітектуру мультимедійних підсистем мобільних пристроїв. Розглянути: можливості CPU, GPU та NPU для обробки медіа.

<i>Розглядаються процесори, GPU, NPU, камери, мікрофони та сенсори сучасних смартфонів і edge-пристроїв. Аналізується їх вплив на обробку аудіо, відео, 3D-контенту та енергоспоживання.</i>			Дослідити: вплив мультимедійного навантаження на продуктивність і енергоспоживання. Зробити: порівняльну таблицю апаратних можливостей 2–3 сучасних мобільних платформ.
<u>Оптимізація мультимедійного та 3D-контенту для мобільних пристроїв</u> <i>Розглядаються підходи до оптимізації 2D/3D-контенту з урахуванням обмежених ресурсів смартфонів і планшетів. Аналізуються методи зниження навантаження на процесор, пам'ять та енергоспоживання.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: принципи оптимізації мультимедійного контенту для мобільних платформ. Розглянути: особливості обробки графіки та 3D-моделей. Дослідити: компроміси між якістю контенту та продуктивністю пристрою. Зробити: рекомендації з оптимізації контенту для обраного типу мобільного додатку.
<u>OFDM, MIMO та підвищення спектральної ефективності</u> <i>Розглядаються принципи OFDM/OFDMA, технології MIMO та Massive MIMO. Аналізується їх роль у забезпеченні високої пропускну здатності для мультимедійного трафіку.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: основи OFDM, ортогональність піднесучих та циклічний префікс. Розглянути: відмінності SISO, SIMO, MISO, MIMO та beamforming. Дослідити: вплив кількості антен і просторових потоків на пропускну здатність. Зробити: схему порівняння ефективності різних конфігурацій MIMO для відеотрафіку.
<u>Радіоінтерфейси LTE/4G та 5G NR для мультимедійних сервісів</u> <i>Порівнюються особливості радіоінтерфейсів LTE та 5G NR. Аналізується, як сучасні антенні системи впливають на якість передавання мультимедійного контенту.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: ключові відмінності радіоінтерфейсів 4G і 5G. Розглянути: роль активних антенних систем і beamforming. Дослідити: вплив радіоінтерфейсу на затримку та стабільність мультимедійного потоку. Зробити: порівняльну таблицю можливостей LTE і 5G NR для підтримки високоякісного відео.
<u>Edge AI та On-Device обробка мультимедійного контенту</u> <i>Розглядаються можливості штучного інтелекту безпосередньо на пристрої та на edge-вузлах. Аналізуються сценарії персоналізації та обробки медіа з урахуванням обмежень мобільних платформ.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: принципи On-Device та Edge AI. Розглянути: відмінності edge і cloud computing у мультимедійних додатках. Дослідити: сценарії використання AI для персоналізації контенту. Зробити: концепцію застосування Edge AI у конкретному мобільному сервісі.
<u>Мобільне навчання та гейміфікація в мультимедійних додатках</u> <i>Розглядаються технології m-Learning, мікронавчання та гейміфікації. Аналізується, як Edge AI може підвищувати ефективність освітніх мультимедійних продуктів.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: архітектуру мобільних навчальних систем. Розглянути: методи мікронавчання та гейміфікації. Дослідити: можливості персоналізації навчального контенту за допомогою AI. Зробити: концепцію простого освітнього мультимедійного додатку з елементами гейміфікації.

<u>XR-сервіси та їх вимоги до мобільних мереж</u> <i>Розглядаються технології доповненої, віртуальної та змішаної реальності, 360°-відео та просторове аудіо. Аналізуються високі вимоги XR-сервісів до пропускної здатності, затримки та стабільності мережі.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: поняття AR, VR, MR, XR та принципи 360°-відео. Розглянути: особливості просторового аудіо та tracking. Дослідити: мережеві вимоги інтерактивних XR-сервісів. Зробити: оцінку вимог до мережі для обраного XR-сценарію.
<u>Перспективи 6G та інтелектуальних мультимедійних сервісів</u> <i>Розглядаються перспективні можливості мереж 6G для мультимедіа, зокрема semantic communication та intelligent networking. Аналізується роль edge computing і AI в майбутніх XR-сервісах.</i>	4 год	1 бал	Вивчити: ключові концепції 6G для мультимедійних застосувань. Розглянути: semantic communication та intelligent networking. Дослідити: роль edge computing і AI у майбутніх XR-системах. Зробити: прогноз вимог до перспективної мультимедійної системи мобільного зв'язку.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

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:

- Atol, 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 поромислового 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.
- IP Video System Design Tool 2024 - інструмент для планування, проектування та аналізу ефективності систем відеоспостереження.
- AXIS Camera Management - це інструмент для швидкої та легкої інсталяції та налаштування нових пристроїв. Він пропонує інсталяторам безпеки та системним адміністраторам високоефективний інструмент для керування всіма основними завданнями встановлення, безпеки та обслуговування по одному або пакетами.
- GNU Octave - система для виконання математичних розрахунків, що надає інтерпретовану мову, багато в чому сумісну з Matlab. GNU Octave може використовуватися для розв'язування. лінійних, нелінійних та диференціальних рівнянь, обчислень з використанням комплексних чисел і матриць, 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 і обробки інформації в інфокомунікаційних мережах. Підручник. Київ.: ДУІКТ. - 2024. – 340 с.
2. Шульга В.П., Галаган НВ., 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.
3. Barakabitze A., Hines A. Multimedia Streaming in SDN/NFV and 5G Networks: Machine Learning for Managing Big Data Streaming. Wiley-IEEE Press, 2022. ISBN: 978-1-119-80082-8. Посилання: <https://www.wiley.com/en-us/Multimedia+Streaming+in+SDN%2FNFV+and+5G+Networks%3A+Machine+Learning+for+Managing+Big+Data+Streaming-p-9781119800828>
4. Вітковський Д. І. *Засоби та технології мобільного монтажу у створенні аудіовізуального контенту*. Український мистецтвознавчий дискурс. 2024. № 5. DOI: 10.32782/uad.2024.5.3.
5. Волинець В. *Синергія штучного інтелекту та мультимедійних технологій: розвиток, виклики й інновації*. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2025. DOI: 10.31866/2617-796X.8.1.2025.335993.

Додаткові для ознайомлення джерела:

1. 3GPP Technical Specifications (TS 38.300, TS 26.247, TS 26.114 тощо) — Adaptive Streaming, Multimedia over 5G. Офіційний сайт: <https://www.3gpp.org>
2. Руденко Н. В., Дакова Л. В., Даков С. Ю., Пархоменко І. І., Блаженний Н. В. Дослідження мобільного широкосмугового зв'язку із застосуванням штучного інтелекту. Науково-практичний журнал «Зв'язок». К.: ДУТ, 2023. № 2 (2023). С. 3 – 9. (DOI: 10.31673/2412-9070.2023.020309).
3. Руденко Н. В., Хаб'юк Н. С., Бойко О.В. Переваги та перспективи впровадження сучасних стільникових технологій п'ятого покоління в державі в умовах сьогодення. Науково-практичний журнал «Зв'язок». К.: ДУІКТ. №6, 2024. С. 17-24. (DOI: 10.31673/2412-9070.2024.069647).
4. ITU-T Recommendations (H.264, H.265, H.266, G.722.2 тощо) та reports щодо multimedia quality. <https://www.itu.int/rec/T-REC>
5. Cisco Annual Internet Report / Visual Networking Index (останні звіти щодо mobile video traffic). <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/index.html>
6. Qualcomm, Ericsson, Nokia White Papers щодо 5G/6G multimedia, XR and Edge AI (офіційні сайти компаній, 2023–2025). <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers>, <https://www.qualcomm.com/research>
7. IEEE Transactions on Multimedia / IEEE Communications Magazine — статті з multimedia over mobile networks, XR, Edge AI (доступ через IEEE Xplore). <https://nkek.gov.ua/diialnist/sfery-diialnosti/radiochastotnyi-spektr>
<https://ips.ligazakon.net/document/JI00073A?an=2>
<https://cv.tax.gov.ua/media-ark/news-ark/819518.html>
<https://studies.in.ua/inform-pravo-shporu/2210-pravove-regulyuvannya-vikoristannya-radochastot.html>
<https://ucrf.gov.ua/>

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.

КРИТЕРІЇ 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 - Іспит*)

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КONTPOЛЬ	Виконання практичних робіт, робота на заняттях:	50 бали
	- присутність на заняттях (при пропусках занять з поважних причин допускається відпрацювання пройденого матеріалу)	за кожне відвідування 1 бал
	- 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 КONTPOЛЬ)	Модульний контроль «Архітектура, протоколи та забезпечення якості обслуговування мереж NGN і 5G»	максимальна оцінка – 10 балів
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ <i>Іспит</i>	Іспит 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 (В)
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 (С)
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	Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних	Задовільно/Зараховано (D)

	визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	положень дисципліни	
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) <i>В залікову книжку не представляється</i>
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) <i>В залікову книжку не представляється</i>

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);
- посилаючись 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.