

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра оптики**



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

В.о. декана фізичного факультету

Володимир ЛАЗУР

«30» червня 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 9

ШИРОКОСМУГОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Рівень вищої освіти	Магістр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Оптоелектронні телекомунікаційні системи
Статус дисципліни	обов'язкова компонента
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни "**Широкопasmові технології телекомунікацій**" для здобувачів вищої освіти галузі знань **G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка** освітньої програми **Оптоелектронні телекомунікаційні системи**.

Розробник: Кедюлич Віктор Михайлович, доцент кафедри оптики, кандидат фізико-математичних наук.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри оптики
Протокол №10 від 25 червня 2026 року.

Завідувач кафедри



Гуранич П.П.

Схвалено методичною комісією фізичного факультету
Протокол № 10 від «30» червня 2026 року

Голова методичної комісії фізичного факультету



Рубіш В. В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	1-й	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4	2-й	-
	Лекції:	
	24 год.	-
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: іспит	Лабораторні:	
	24	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	72 год.	-

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання — 0,67

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Широкосмугові технології телекомунікацій» є формування у студентів знань, навиків та умінь, які дозволять їм здійснювати аналіз і синтез широкосмугових безпроводних мереж та використовувати їх для створення і експлуатації сучасних телекомунікаційних засобів.

Задачею дисципліни "Широкосмугові технології телекомунікацій" є ознайомлення студентів з теорією і принципами побудови сучасних безпроводних мереж, з основними аспектами реалізації мереж стільникового зв'язку, цифрового телебачення, з сучасними архітектурами апаратної реалізації для відповідних стандартів, навчання студентів сучасним методам аналізу таких мереж із застосуванням електронно-обчислювальної техніки.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей: ІК, ЗК-3, ЗК-4, ФК-1, ФК-7, ФК-10, ФК-11, ФК-12.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні принципи телекомунікацій, включаючи передачу даних, комутацію, модуляцію, мультиплексування і т.д.;
- архітектуру комп'ютерних мереж, протоколи передачі даних (наприклад, TCP/IP), мережеві топології;
- основи цифрової комунікації, включаючи кодування, модуляцію, демодуляцію, помилково-виправляючі коди, канал передачі даних і т.д. ;
- різні технології передачі даних, такі як DSL, кабельний доступ, оптичні мережі, бездротові мережі, супутникові системи тощо;
- основи радіотехніки, включаючи антени, радіоспрямування, шуми, радіочастотні смуги, модуляцію сигналів і т.д. ;
- базові знання про програмування для розуміння розробки та впровадження широкосмугових технологій.

вміти:

- аналізувати потреби в широкосмугових телекомунікаційних мережах і проектувати ефективні рішення для встановлення, розширення та управління такими мережами;
- ефективно керувати широкосмуговими телекомунікаційними мережами, включаючи моніторинг, усунення несправностей, забезпечення безпеки та оптимізацію продуктивності;
- аналізувати і усувати проблеми та виклики, пов'язані зі широкосмуговими технологіями, такими як пропускна здатність, перевантаження мереж, безпека даних та приватність, збереження ресурсів тощо;
- використовувати аналітику даних для оцінки продуктивності та оптимізації широкосмугових телекомунікаційних мереж;
- використовувати захист даних для забезпечення етичних аспектів використання широкосмугових технологій, забезпечення конфіденційності та приватності користувачів;

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни "Широкосмугові технології телекомунікацій" є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

- Теорія електричного зв'язку

- Системи мобільного зв'язку
- Системи комутації та розподілу інформації
- Мережеві та телекомунікаційні технології
- Телекомунікаційні та мережеві технології наступного покоління

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Оптоелектронні телекомунікаційні системи», вивчення навчальної дисципліни " Широкосмугові технології телекомунікацій " повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Аналізувати напрями розвитку і новітні стандарти у галузі електроніки та телекомунікацій, організовувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.	ПРН-3
Локалізувати та оцінювати стан проблемної ситуації на етапах дослідження, проєктування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.	ПРН-4
Аналізувати технічні (тактико-технічні) характеристики телекомунікаційних систем, потреби ринку, інвестиційний клімат та конкурентоспроможність проєктних рішень, наукових та дослідно-конструкторських розробок.	ПРН-7
Здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію.	ПРН-8
Спілкуватися іноземною мовою, усно і письмово на рівні, достатньому для презентації та обговорення результатів професійної діяльності, досліджень і проєктів у сфері телекомунікацій та радіотехніки, для пошуку і аналізу науково-технічної інформації, для зрозумілого і недвозначного донесення своїх думок та аргументації.	ПРН-9
Забезпечувати надійність, живучість, завадозахищеність, інформаційну безпеку та пропускну здатність телекомунікаційних та радіотехнічних систем.	ПРН-11

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності
- контрольні роботи
- модульні контролю
- підсумковий контроль

Форми поточного контролю та критерії оцінювання результатів навчання

- вибіркове усне опитування;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- тестування;
- перевірка якості виконання лабораторних завдань та самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульних контрольних робіт

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	60	100
7	7	7	7	7	7		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T7	T8	T9	T10	T11	T12	60	100
7	7	7	7	7	7		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Поточна контрольна робота	2	20	2	20
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на три теоретичні питання або у виді тестів. Кожна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни здійснюється у формі іспиту. Іспит проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати іспиту оцінюються за чотирибальною шкалою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння суті програмового матеріалу, вільно володів фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, кваліфіковано використовував набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли студент виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли студент в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, показав вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, не може застосовувати набуті знання для розв’язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90-100	зараховано	A	відмінно
82-89		B	добре
74-81		C	добре
64-73		D	задовільно
60-64		E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34		F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Здобувач, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку "незадовільно з обов'язковим повторним навчанням" (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік. Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

- Тема 1.** Вступ. Задачі дисципліни Розвиток мережевих технологій. Переваги безпроводних мереж. Класифікації і технології безпроводних мереж. Стандартизація в області телекомунікацій. Модель взаємодії відкритих систем.
- Тема 2.** Методи доступу до середовища у безпроводних мережах. Види множинного доступу. Ущільнення з просторовим розділенням. Ущільнення з частотним розділенням (FDM). Ущільнення з часовим розділенням (TDM). Ущільнення з кодовим розділенням (CDM). Методи розширення спектра.. Метод розширення спектра за допомогою прямої послідовності (DSSS). Метод розширення спектра за допомогою частотних стрибків (FHSS). Метод розширення спектра за допомогою стрибків у часі (THSS). Метод мультиплексування за допомогою ортогональних несучих (OFDM).
- Тема 3.** Розподіл каналних ресурсів Розподіл каналних ресурсів на базі TDM. Фіксований розподіл часових інтервалів між різними пристроями. Механізм повністю випадкового доступу – ALOHA. Метод множинного доступу з детектуванням (контролем) несучої (CSMA). Метод множинного доступу з детектуванням несучої із запобіганням конфліктів (CSMA/CA). Метод доступу з цифровим детектуванням (DSMA). Метод множинного доступу з розподілом за запрошенням (DAMA). Метод TDMA з резервуванням. Схема доступу з резервуванням пакетів (PRMA).
- Тема 4.** Персональні безпроводні мережі. Специфікації HomeRF. Стандарти сімейства IEEE 802.15. Основні характеристики технологій Bluetooth і HomeRF. Надширокосмуговий зв'язок (UWB). Метод мультисмугового множинного доступу за допомогою ортогональних несучих (MB - OFDM). Розширення спектра прямою послідовністю (DS-UWB). Основні характеристики і особливості технології ZigBee. Топологія мережі і організація інформаційного обміну. Структура пакетів. Визначення UWB - пристроїв. “Імпульсне” радіо. Моноцикл Гауса. Часова імпульсно-позиційна модуляція.
- Тема 5.** Локальні бездротові мережі. Локальні мережі під управлінням IEEE802.15.11. Організація пакетів з використанням BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM методів модуляції. Спектральна маска і розподіл каналів. Особливості специфікації IEEE 802.11g.
- Тема 6.** Стандарт DECT Радіоінтерфейс DECT. Організація методу доступу і дуплексного зв'язку. Організація інформаційного обміну. Захист від несанкціонованого доступу. Системи DECT. Апаратна реалізація DECT-пристроїв.

Модуль 2

- Тема 7.** Регіональні безпроводні мережі Багатоканальні багатоточкові розподільчі системи MMDS,LMDS/MVDS. Регіональні мережі широкосмугового доступу під управлінням IEEE 802.16. Широкомовні мережі – цифрове телебачення. Стандарт DVB. Формування сигналу в системі DVB-T. Модуляція COFDM. Стандарт DVB-T2. Всесвітове цифрове радіо (DRM). Супутникові мережі. Методи множинного доступу в системах супутникового зв'язку.
- Тема 8.** Коди та їх застосування в системах передачі інформації. Коди з усуненням надлишковості. Теорема Шенона для дискретного джерела. Корегуючі коди. Теорема Шенона для каналу з шумами. Лінійні, циклічні, блокові коди. Ітеративні і каскадні

коди. М'яке декодування, енергетичний виграш кодування. Згорткові коди. Турбокоди.

- Тема 9.** Системи модуляції і сигнально-кодові конструкції Дискретна модуляція. Сигнально-кодові конструкції. Блокові конструкції в гаусівському каналі. Модель каналу з міжсимвольною інтерференцією. Пропускна здатність каналу з міжсимвольною інтерференцією.
- Тема 10.** Безпроводні локальні мережі стандарту IEEE 802.11 Основні принципи IEEE 802.11. MAC-рівень стандарту IEEE 802.11. Функціональна схема трактів прийому/передачі стандарту IEEE 802.11a. Змішаний режим ССК—OFDM для мережі IEEE 802.11g. Структура кадрів для різних режимів модуляції. Можливі швидкості і тип модуляції для специфікації IEEE 802.11g. Групова передача OFDM-пакетів. Схема розподіленого управління в локальній мережі.
- Тема 11.** Стандарт широкосмугового доступу IEEE 802.16 -2004 MAC- рівень стандарту IEEE 802.16. Структура MAC-рівня. Загальна структура кадрів IEEE 802.16. Принцип надання каналних ресурсів. Фізичний рівень IEEE802.16. Режим WirelessMAN-OFDM. Mesh-мережа. Режим OFDMA. Підтримка адаптивних антенних систем. Апаратна підтримка стандарту IEEE 802.16.
- Тема 12.** Архітектура і апаратні засоби безпроводних регіональних мереж. Архітектура безпроводних регіональних мереж з фіксованою технологією. Загальна модель протоколу для наземних інтерфейсів UTRAN. Фізичний рівень. Типи каналів. Класифікація антенних систем. Фрактальні антени. SMART-антени. Цифрові антенні решітки. MIMO-системи. Технологія LTE.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	У с ь о г о	у тому числі				
		л е к ці ї	л а б о р а т о р ні	п р а к т и ч ні	ін д и ві д у а л ь н а р о б о т а	са м ос ті й н а р об от а
Семестр 2						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ. Задачі дисципліни.	8	2	-	-	-	6
Тема 2. Методи доступу до середовища у безпроводних мережах	8	2	-	-	-	6
Тема 3. Розподіл каналних ресурсів	12	2	4	-	-	6
Тема 4. Персональні безпроводні мережі	12	2	4	-	-	6
Тема 5. Локальні безпроводні мережі.	8	2	-	-	-	6
Тема 6. Стандарт DECT	12	2	4	-	-	6
Разом за модулем 1	60	12	12	-	-	36
Модуль 2						
Тема 7. Регіональні безпроводні мережі	8	2	-	-	-	6
Тема 8. Коди та їх застосування в системах передачі	12	2	4	-	-	6
Тема 9. Системи модуляції і сигнально-кодові конструкції	8	2	-	-	-	6
Тема 10. Безпроводні локальні мережі стандарту IEEE 802.11	12	2	4	-	-	6
Тема 11. Стандарт широкосмугового доступу IEEE 802.16 -2004	12	2	4	-	-	6
Тема 12. Архітектура і апаратні засоби безпроводних регіональних мереж.	8	2	-	-	-	6
Разом за модулем 2	60	12	12	-	-	36
Усього годин	120	24	24	-	-	72

6.3. Теми практичних занять

Практичні заняття програмою не передбачені.

6.4. Теми лабораторних робіт

№	Назва роботи	Кількість годин
1	Дослідження частотно-маніпульованих і частотно-модульованих сигналів.	4
2	Налагодження та дослідження роботи бездротової локальної мережі, побудованої з використанням безпроводних контролерів Cisco	4
3	Дослідження особливостей застосування Wi-Fi мереж стандартів 802.11	4
4	Створення та дослідження сенсорної мережі стандарту 802.15.4	4
5	Дослідження роботи CISCO MERAKI	4
6	Налагодження та дослідження функціонування безпроводних мереж на базі маршрутизаторів CISCOLINKSYS.	4
Разом		24

6.5. Самостійна робота

№	Назва роботи	Кількість годин
1	Проробка лекційного матеріалу.	20
2	Проробка питань програми, які не викладались на лекціях	20
3	Виконання домашніх контрольних робіт	14
Разом		54

6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: мультимедійний проектор

Обладнання: персональні комп'ютери, мережеве обладнання, доступ в Інтернет.

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Сучасні телекомунікаційні системи. – К.: НВП "Видавництво "Наукова думка" НАН України", 2008. – 328 с.
2. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи широкопasmового радіодоступу. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. "Wireless Communications for Everybody" - <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-02-introduction-to-eecs-ii-digital-communication-systems-fall-2012/> Цей відкритий курс Массачусетського технологічного інституту (MIT) зосереджений на бездротових комунікаціях, що є одним з аспектів широкопasmових технологій.