

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ»

Лектор курсу		Беркман Любов Наумівна, доктор технічних наук, професор кафедри Мобільних та відеоінформаційних технологій		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class		e-mail: l.berkman@duikt.edu.ua сторінка курсу в Google Class – https://classroom.google.com/c/ODQwNjU5MDQxOTc5?cjc=zwqfmio	
Галузь знань		G Інженерія, виробництво та будівництво		Рівень вищої освіти		Доктор філософії	
Спеціальність		G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка		Семестр		1	
Освітня програма		Телекомунікаційні системи та мережі		Тип дисципліни		Обов'язкова	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	3	90	16	-	16	-	58

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі

Освітні компоненти, які передують вивченню:	Вища математика, Безпроводові телекомунікаційні мережі, Генерування цифрових модульованих сигналів, Основи теорії систем, Теорія передачі сигналів в інфокомунікаційних мережах. Теорія електричних кіл та сигналів, Телекомунікаційні мережі, Основи програмування телекомунікаційних засобів.
Освітні компоненти для яких є базовою:	Теорія та методи цифрової обробки сигналів у телекомунікаціях, Сучасні методи модуляції та кодування в телекомунікаційних системах, Теорія інформації та завадостійкого кодування (поглиблений рівень), Моделювання та оптимізація телекомунікаційних систем і мереж, Методи оптимального прийому та обробки сигналів, Інформаційні технології та інтелектуальні методи в телекомунікаціях.
Мета курсу:	Метою викладання дисципліни є формування у здобувачів ступеня доктора філософії системних теоретичних знань і науково-методичних підходів до аналізу, моделювання та синтезу процесів передавання й обробки інформації в сучасних телекомунікаційних системах, а також розвиток здатності застосовувати математичні моделі сигналів і каналів зв'язку, методи цифрової обробки сигналів, теорії інформації та завадостійкого кодування для розв'язання складних наукових і прикладних задач, виконання самостійних наукових досліджень та підготовки дисертаційної роботи. Сформувані у аспірантів системне розуміння сучасних методів, алгоритмів та технологій обробки великих обсягів даних у телекомунікаційних системах, а також розвинути навички самостійного аналізу, вибору та дослідницького застосування цих технологій для вирішення актуальних наукових і прикладних задач у сфері інформаційних та комунікаційних технологій. Підготувати аспірантів до самостійного проведення наукових досліджень у галузі технологій обробки інформації в телекомунікаціях шляхом оволодіння теоретичними основами, передовими методами аналізу даних, машинного навчання, обробки сигналів у реальному часі та технологіями роботи з великими гетерогенними даними в телекомунікаційних мережах.

Компетентності відповідно до освітньої програми.

Soft- skills / Загальні компетентності (ЗК)	Hard-skills / Спеціальні компетентності (СК)
<p>ЗК2. Здатність працювати у науковій групі, розуміючи відповідальність за результати роботи, а також беручи до уваги бюджетні витрати та персональні зобов'язання.</p> <p>ЗК4. Здатність ефективно спілкуватися зі спеціальною та загальною аудиторіями, надавати інформацію у зручній та зрозумілій формі усно і письмово, використовуючи відповідну технічну лексику та методи.</p> <p>ЗК5. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК6. Здатність до конструктивної взаємодії з представниками академічної та наукової спільноти, в тому числі і в міжнародному середовищі.</p> <p>ЗК7. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у закладах вищої освіти.</p> <p>ЗК8. Здатність якісного оволодіння, в практичній площині, масивом охоронних документів різних країн з метою виявлення серед них патенту на винахід чи відкриття аналогічне зробленому чи дослідженому.</p> <p>ЗК10. Здатність спілкуватися результативно в усній і письмовій формі з фахівцями та нефахівцями, здатність спілкуватися другою мовою.</p> <p>ЗК11. Здатність допомагати через викладання, наставництво та наочні приклади (демонстрацію).</p>	<p>СК1.Здатність проводити оригінальні наукові дослідження в області телекомунікацій та радіотехніки, отримувати нові наукові результати із використанням існуючого науково-методичного апарату.</p> <p>СК2.Здатність використовувати сучасне лабораторне обладнання та новітні технології при виконанні науково-практичних досліджень що відносяться до телекомунікацій та радіотехніки.</p> <p>СК3.Здатність аналізувати та інтерпретувати дані отримані при проведенні експериментів із дослідження методів підвищення пропускної здатності, завадостійкості, якості передавання та надійності функціонування систем передавання дискретних повідомлень у каналах зв'язку з постійними, змінними та випадковими параметрами та принципів побудови пристроїв і систем передавання інформації по радіо, оптичних і провідних каналах зв'язку</p> <p>СК5.Здатність до здійснення ефективного інформаційного пошуку, структурування інформації, кваліфікованої роботи з різними інформаційними ресурсами, формулювання науково-професійної проблеми, професійного користування програмно-обчислювальними комплексами, володіння спеціальним математичним апаратом що дозволяють досліджувати та проектувати рішення професійних проблем і практичних завдань галузі телекомунікацій та радіотехніки.</p> <p>СК6.Здатність впровадження новітніх інформаційних технологій при проектуванні перспективних та модернізації існуючих радіотехнічних та телекомунікаційних систем та мереж</p> <p>СК10. Компетентність проектування обладнання телекомунікацій та радіотехніки.</p> <p>СК12.Здатність проектувати, обслуговувати, експлуатувати обладнання телекомунікацій та радіотехніки; мати детальні знання спеціальної області дослідження в поєднанні зі знаннями загальної наукової складової.</p> <p>СК13.Здатність та вміння доцільно використовувати знання та ресурси доступні для дослідження в спеціальній телекомунікаційній області та суміжних областях, включаючи ті, що базуються на інформаційно-комунікаційних технологіях.</p> <p>СК14.Здатність впроваджувати теоретичні знання та дослідження в області телекомунікацій та радіотехніки в професійну практику. Вміння оцінити професійні знання практиків галузі для залучення їх до дослідницьких проектів.</p>

Програмні результати навчання (ПР)

- ПРН5. Уміння читати оригінальну наукову літературу на іноземній мові, опрацьовувати та оформляти інформацію
- ПРН17. Уміння аналізувати та впроваджувати у власну діяльність теоретично обґрунтовані положення найсучаснішого педагогічного досвіду.
- ПРН18. Уміння аналізувати та приймати рішення щодо критеріїв якості навчання та діагностики знань.
- ПРН20. Уміння приймати обґрунтовані рішення, бути здатним їх оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ПРН25. Уміння здійснювати огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.
- ПРН28. Уміння проводити моніторинг та управляти вузлами і пристроями у системах радіотехніки та телекомунікацій, включаючи спеціалізовану електроніку, системи збору даних та інше спеціалізоване обладнання.
- ПРН31. Уміння проектувати архітектуру інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж, включаючи розрахунок функціональних параметрів систем гарантованої якості відповідно до стандартизованих інтерфейсів і протоколів за заданими параметрами надійності, живучості, якості функціонування та надання послуг.
- ПРН35. Уміння проводити випробування інформаційно-телекомунікаційних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних (ITU-T, IEEE, ETSI) нормативних документів та нормативно-правових актів для інфокомунікаційних мереж та мереж підтримки.
- ПРН36. Уміння здійснювати модернізацію мережного обладнання за будь-якими мережними технологіями, включаючи мережі підтримки (управління, синхронізація, сигналізація, моніторинг, електроживлення тощо).
- ПРН37. Уміння проводити моніторинг стану функціонування телекомунікаційної мережі та забезпечення реалізації механізмів захисту та резервування інформаційно-телекомунікаційних систем.
- ПРН43. Уміння набувати знання і розуміння поглибленого рівня у телекомунікації та радіотехніці, включаючи методики проведення експериментів; рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні національних та світових досягнень і направленим на їх розширення та поглиблення.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Тема, опис теми	Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи
Тема 1 Загальні поняття про системи електрозв'язку та сигнали. Класифікація, узагальнені структурні схеми. Поняття сигналу, основні характеристики первинних сигналів <u>Знати:</u> Загальну характеристику детермінованих і випадкових сигналів, які використовуються в теорії передачі сигналів, структурну схему системи зв'язку, загальні принципи кодування і модуляції. <u>Вміти</u> Проводити аналіз типових сигналів та завод, оцінювати основні характеристики сигналів. <u>Формування компетенцій:</u> ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14. <u>Програмні результати навчання:</u> ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43 <u>Рекомендовані джерела:</u> 1-11			
Заняття 1.1 Загальні поняття про системи електрозв'язку та сигнали. Класифікація, узагальнені структурні схеми. Поняття сигналу, основні характеристики первинних сигналів	Лекція 1 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 1.2 Загальні принципи кодування і модуляції	Практичне заняття 1 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь

Тема 2 Принципи формування та оптимального прийому багатопозиційних та багатовимірних сигналів

Знати: Принципи формування багатопозиційних і багатовимірних сигналів у сучасних телекомунікаційних системах. Математичні моделі М-арних сигналів у часовій, частотній та сигнальній (векторній) областях. Геометричне подання сигналів у просторі сигналів та поняття сигнальних сузір'їв. Основні критерії оптимального прийому сигналів в умовах адитивних завад і завад з пам'яттю. Алгоритми оптимального та квазіоптимального прийому багатопозиційних сигналів. Методи оцінювання ймовірності помилки та енергетичної ефективності багатовимірних сигналів. Вплив параметрів каналу зв'язку на якість прийому багатопозиційних і багатовимірних сигналів.

Вміти: Формувати багатопозиційні та багатовимірні сигнали з заданими енергетичними й спектральними характеристиками. Виконувати векторно-матричний опис сигналів та завад у просторі сигналів. Застосовувати критерії оптимального прийому для синтезу приймачів багатопозиційних сигналів. Аналізувати та порівнювати завадостійкість різних сигнальних сузір'їв. Оцінювати ймовірність помилки прийому для різних видів модуляції та умов каналу. Обґрунтовувати вибір методів формування й прийому багатопозиційних сигналів у сучасних телекомунікаційних системах. Використовувати отримані результати для розв'язання наукових і прикладних задач у сфері обробки інформації.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.

Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43

Рекомендовані джерела: 1-11

Заняття 2.1 Методи синтезу сигнальних сузір'їв і математичне подання сигналів у багатовимірному просторі з метою підвищення спектральної та енергетичної ефективності телекомунікаційних систем. Критерії та алгоритми оптимального прийому в умовах завад, а також оцінювання завадостійкості та ймовірності помилки для сучасних методів модуляції.	Лекція 2 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 2.2 Формування сигнальних сузір'їв багатопозиційних сигналів та аналіз завадостійкості оптимального прийому в багатовимірному просторі сигналів	Практичне заняття 2 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування

Тема 3 Теорема Котельникова

Знати: Загальні принципи дискретизації безперервного сигналу. Спектральне та часове подання. Ідеальний ФНЧ. Відновлення безперервного сигналу.

Вміти: Розуміти сутність і практичне значення теореми Котельникова як першого кроку до отримання-цифрового сигналу.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.

Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43

Рекомендовані джерела: 1-11

Заняття 3.1 Теорема Котельникова. Дискретизація безперервного сигналу. Спектральне та часове подання. Ідеальний ФНЧ. Відновлення безперервного сигналу	Лекція 3 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 3.2 Дискретизація та відновлення сигналів	Практичне заняття 3 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь

Тема 4 Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Імпульсно-кодова модуляція

Знати: Основні принципи і алгоритми отримання цифрового сигналу Загальні принципи дискретизації безперервного сигналу. Квантування і кодування. Похибка квантування. Імпульсно-кодова модуляція. Диференційна імпульсно-кодова модуляція. Дельта модуляція.

Вміти: Розуміти сутність і практичне значення аналогово-цифрового перетворення сигналів.

Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.

Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43

Рекомендовані джерела: 1-11

Заняття 4.1 Аналогово-цифрове перетворення сигналів. Імпульсно-кодова модуляція. Диференційна імпульсно кодова модуляція. Дельта модуляція	Лекція 4 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 4.2 Імпульсно-кодова модуляція	Практичне заняття 4 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь
<p>Тема 5 Основні положення теорії інформації. Інформаційні характеристики джерел повідомлень та каналів зв'язку</p> <p>Знати: Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень. Кількісна міра інформації, її властивості. Ентропія джерела незалежних дискретних повідомлень та її властивості. Ентропія джерела залежних дискретних повідомлень та її властивості. Інформаційні характеристики джерел залежних дискретних повідомлень. Інформаційні характеристики дискретних каналів зв'язку. Математичні моделі дискретних та неперервних каналів. Теорема Шеннона для каналу без завад. Методи ефективного кодування. Втрати інформації в каналах з завадами. Часткова та загальна умовна ентропія другого порядку. Пропускна спроможність каналів з завадами. Інформаційні характеристики неперервних каналів зв'язку. Теорема Шеннона для каналу з завадами. Інформаційні характеристики джерел неперервних повідомлень і каналів зв'язку.</p> <p>Вміти: Розуміти сутність та оцінювати значення інформаційних характеристик. Здійснювати класифікацію каналів електрозв'язку та визначати математичні моделі дискретних та неперервних каналів. Узгоджувати параметри джерела та каналу зв'язку. Застосовувати алгоритми стиснення інформації. Розраховувати пропускну спроможність каналів</p> <p>Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.</p> <p>Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-11</p>			
Заняття 5.1 Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень. Кількісна міра інформації, її властивості. Ентропія джерела незалежних дискретних повідомлень та її властивості	Лекція 5 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 5.2 Ентропія джерел незалежних повідомлень. Ентропія джерел залежних повідомлень	Практичне заняття 5 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
<p>Тема 6 Теорія завадостійкого кодування. Теорія потенційної завадостійкості</p> <p>Знати: Принципи завадостійкого кодування. Декодування з виявленням та виправленням помилок. Систематичні коректувальні коди. Породжуюча перевірна матриці. Синдромне декодування. Коди Хемінга. Циклічні коди. Кодування та декодування циклічними кодами. Застосування твірних матриць, твірних поліномів. Критерії оптимального прийому сигналів, алгоритми і структурні схеми можливих реалізацій оптимального прийому. Методи розрахунку завадостійкості систем зв'язку для різних видів модуляції</p> <p>Вміти: Проводити обґрунтований вибір завадостійкого коду. Застосовувати завадостійкі коди та методи оптимального кодування, реалізувати алгоритми коригуючого кодування. Проводити оцінку завадостійкості різних видів модуляції і здійснювати обґрунтований вибір методів оптимального прийому і структурної схеми оптимального приймача</p> <p>Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.</p> <p>Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-11</p>			
Заняття 6.1. Теорія завадостійкого кодування. Принципи завадостійкого кодування. Коди Хемінга. Теорія потенційної завадостійкості. Критерії оптимального прийому	Лекція 6 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування

Заняття 6.2 Застосування завадостійкого кодування блочних систематичних кодів (коду Хемінга) та критеріїв і алгоритмів оптимального прийому в телекомунікаційних системах	Практичне заняття 6 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь
<p>Тема 7 Методи оптимального прийому сигналів із фазорізнцевою модуляцією високих порядків</p> <p>Знати: Принципи фазорізнцевої модуляції високих порядків та її місце серед методів цифрової модуляції. Математичні моделі сигналів із фазорізнцевою модуляцією у просторі сигналів. Основні критерії оптимального прийому сигналів із фазорізнцевою модуляцією. Алгоритми когерентного та некогерентного прийому фазорізнцево-модульованих сигналів. Фактори, що впливають на ймовірність помилки прийому сигналів високих порядків. Особливості реалізації приймачів фазорізнцевої модуляції в сучасних телекомунікаційних системах.</p> <p>Вміти: Формувати сигнали з фазорізнцевою модуляцією високих порядків. Виконувати математичний аналіз і векторне подання фазорізнцево-модульованих сигналів. Застосовувати критерії оптимального прийому для синтезу приймачів. Оцінювати завадостійкість та ймовірність помилки прийому для різних порядків модуляції. Порівнювати ефективність фазорізнцевої модуляції з іншими методами цифрової модуляції. Обґрунтовувати вибір методу прийому з урахуванням умов каналу зв'язку.</p> <p>Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.</p> <p>Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-11</p>			
Заняття 7.1 Принципів формування та оптимальний прийом сигналів із фазорізнцевою модуляцією високих порядків у сучасних телекомунікаційних системах. Критерії прийому, алгоритми детектування та оцінювання завадостійкості в умовах адитивних завад і фазових спотворень каналу.	Лекція 7 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 7.2 Аналіз та реалізація алгоритмів оптимального прийому сигналів із фазорізнцевою модуляцією високих порядків в умовах адитивних завад	Практичне заняття 7 2 год	2 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, тестування
<p>Тема 8. Електронні бази та бібліотеки за спеціальністю.</p> <p>Знати: Орієнтуватися у методах доступу до електронних ресурсів, враховуючи як відкриті, так і ліцензовані бази даних.</p> <p>Вміти: Здійснювати пошук наукових статей, книг та іншої літератури за тематикою своєї спеціальності у відповідних електронних ресурсах і аналізувати отриману інформацію для її подальшого використання у науковій та практичній діяльності</p> <p>Формування компетенцій: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК10, ЗК11, ПП1, ПП2, ПП3, ПП5, ПП6, ПП190, ПП12, ПП13, ПП14.</p> <p>Програмні результати навчання: ПРН5, ПРН17, ПРН18, ПРН20, ПРН25, ПРН28, ПРН31, ПРН35, ПРН36, ПРН37, ПРН43</p> <p>Рекомендовані джерела: 1-11</p>			
Заняття 8.1. Основні поняття та задачі технічної діагностики	Лекція 8		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 8.2. Алгоритми діагностування аналогових об'єктів	Практичне заняття 8 2 год	3 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
САМОСТІЙНА РОБОТА			

<p>ТЕМА 1 <i>Сучасні тенденції розвитку телекомунікаційних систем</i></p>	3 год	1 бал	<p>1. Аналіз ключових технологічних напрямів розвитку телекомунікацій та їх вплив на обробку інформації. <u>Зробити:</u> огляд наукових публікацій за темою. <u>Розглянути:</u> еволюцію телекомунікацій від 3G до 6G. <u>Вивчити:</u> архітектури сучасних телекомунікаційних систем. <u>Дослідити:</u> вплив нових технологій на методи обробки сигналів.</p>
<p>ТЕМА 2 <i>Математичні моделі сигналів у телекомунікаціях</i></p>	3 год	1 бал	<p>2. Підходи до формалізованого опису сигналів у часовій та частотній областях. <u>Зробити:</u> аналіз основних математичних моделей сигналів. <u>Розглянути:</u> детерміновані та випадкові сигнали. <u>Вивчити:</u> спектральні характеристики сигналів. <u>Дослідити:</u> адекватність моделей для реальних каналів зв'язку.</p>
<p>ТЕМА 3 <i>Випадкові процеси в теорії сигналів</i></p>	3 год	1 бал	<p>3. Застосування теорії випадкових процесів для опису сигналів і завад. <u>Зробити:</u> підготовку короткого аналітичного огляду. <u>Розглянути:</u> стаціонарні та нестаціонарні процеси. <u>Вивчити:</u> кореляційні функції та спектральну густину. <u>Дослідити:</u> вплив статистичних властивостей завад на якість зв'язку.</p>
<p>ТЕМА 4 <i>Порівняльний аналіз завадостійкості багатопозиційних, багатовимірних та фазорізнецево-модульованих сигналів високих порядків</i></p>	3 год	1 бал	<p>4. Методів оцінювання ймовірності помилки та енергетичної ефективності різних типів модуляцій у каналах із адитивними завадами та фазовими спотвореннями. <u>Зробити:</u> виконати аналітичний огляд методів оцінювання ймовірності помилки для різних типів модуляції. <u>Розглянути:</u> вплив адитивних завад і фазових спотворень на прийом багатопозиційних та фазорізнецево-модульованих сигналів. <u>Вивчити:</u> показники енергетичної та спектральної ефективності багатовимірних сигнальних сузір'їв.</p>

			<u>Дослідити:</u> залежність ймовірності помилки прийому від порядку модуляції та відношення сигнал/шум.
ТЕМА 5 <i>Дискретизація та квантування сигналів</i>	3 год	1 бал	5. Принципи перетворення аналогових сигналів у цифрову форму. <u>Зробити:</u> аналіз алгоритмів дискретизації. <u>Розглянути:</u> теорему Котельникова. <u>Вивчити:</u> методи квантування та оцінку похибок. <u>Дослідити:</u> вплив параметрів квантування на якість сигналу.
ТЕМА 6 <i>Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі</i>	3 год	1 бал	6. Принципи побудови та характеристики АЦП і ЦАП. <u>Зробити:</u> огляд сучасних типів перетворювачів. <u>Розглянути:</u> структурні схеми АЦП і ЦАП. <u>Вивчити:</u> основні параметри та обмеження перетворювачів. <u>Дослідити:</u> вплив нелінійностей на точність перетворення.
ТЕМА 7 <i>Цифрові методи модуляції</i>	3 год	1 бал	7. Сучасні методи цифрової модуляції, що використовуються в телекомунікаціях. <u>Зробити:</u> класифікацію методів модуляції. <u>Розглянути:</u> PSK, QAM, OFDM. <u>Вивчити:</u> спектральну ефективність методів модуляції. <u>Дослідити:</u> завадостійкість різних видів модуляції.
ТЕМА 8 <i>Теорія інформації в телекомунікаційних системах</i>	3 год	1 бал	8. Фундаментальні поняття теорії інформації та їх практичне застосування. <u>Зробити:</u> аналіз основних інформаційних характеристик. <u>Розглянути:</u> ентропію та взаємну інформацію. <u>Вивчити:</u> теореми Шеннона. <u>Дослідити:</u> межі пропускної здатності каналів зв'язку.
ТЕМА 9 <i>Методи стиснення інформації</i>	3 год	1 бал	9. Алгоритми зменшення надлишковості інформації в телекомунікаційних системах. <u>Зробити:</u> огляд алгоритмів стиснення. <u>Розглянути:</u> безвтратне та з втратами стиснення. <u>Вивчити:</u> ентропійні методи кодування.

			<u>Дослідити:</u> ефективність стиснення для різних типів даних.
ТЕМА 10 <i>Завадостійке кодування інформації</i>	3 год	1 бал	10. Методи виявлення та виправлення помилок у каналах зв'язку. <u>Зробити:</u> аналіз коректувальних кодів. <u>Розглянути:</u> блокові та згорткові коди. <u>Вивчити:</u> коди Хемінга та циклічні коди. <u>Дослідити:</u> компроміс між надмірністю та завадостійкістю.
ТЕМА 11 <i>Оптимальний прийом сигналів</i>	3 год	1 бал	11. Принципи та алгоритми оптимального прийому сигналів в умовах завад. <u>Зробити:</u> огляд критеріїв оптимального прийому. <u>Розглянути:</u> максимізацію правдоподібності. <u>Вивчити:</u> кореляційні приймачі. <u>Дослідити:</u> ефективність оптимальних приймачів.
ТЕМА 12 <i>Теорія потенційної завадостійкості</i>	3 год	1 бал	12. Граничні можливості телекомунікаційних систем щодо стійкості до завад. <u>Зробити:</u> аналіз теоретичних меж завадостійкості. <u>Розглянути:</u> енергетичні критерії. <u>Вивчити:</u> залежність ймовірності помилки від SNR. <u>Дослідити:</u> порівняння реальних систем з теоретичними межами.
ТЕМА 13 <i>Сучасні алгоритми оптимального та квазіоптимального прийому сигналів високої розмірності в телекомунікаційних системах</i>	3 год	1 бал	13. Підхід до зменшення обчислювальної складності приймачів для багатовимірних і фазорізнецево-модульованих сигналів без суттєвої втрати завадостійкості. <u>Зробити:</u> аналіз та узагальнення сучасних алгоритмів оптимального і квазіоптимального прийому сигналів. <u>Розглянути:</u> компроміс між обчислювальною складністю приймача та завадостійкістю системи. <u>Вивчити:</u> методи зниження складності реалізації приймачів для багатовимірних і фазорізнецево-модульованих сигналів.

			<u>Дослідити:</u> ефективність квазіоптимальних алгоритмів у порівнянні з оптимальними в різних умовах каналу зв'язку.
ТЕМА 14 <i>Багатоканальні та MIMO-системи</i>	3 год	1 бал	14. Принципи обробки інформації в багатоканальних системах зв'язку. <u>Зробити:</u> огляд архітектур MIMO. <u>Розглянути:</u> просторове мультиплексування. <u>Вивчити:</u> алгоритми обробки сигналів у MIMO. <u>Дослідити:</u> приріст пропускної здатності системи.
ТЕМА 15 <i>OFDM та багатонесучі системи</i>	3 год	1 бал	15. Принципи формування та обробки сигналів у багатонесучих системах. <u>Зробити:</u> аналіз структури OFDM-сигналу. <u>Розглянути:</u> міжканальні завади. <u>Вивчити:</u> методи синхронізації в OFDM. <u>Дослідити:</u> ефективність OFDM у мобільних мережах.
ТЕМА 16 <i>Обробка сигналів у мобільних мережах</i>	3 год	1 бал	16. Специфіка обробки інформації в стільникових системах зв'язку. <u>Зробити:</u> аналіз технологій LTE та 5G. <u>Розглянути:</u> адаптивні методи передачі. <u>Вивчити:</u> керування ресурсами радіоканалу. <u>Дослідити:</u> вплив мобільності абонентів на якість зв'язку.
ТЕМА 17 <i>Інтелектуальні методи обробки сигналів</i>	3 год	1 бал	17. Застосування методів машинного навчання в телекомунікаціях. <u>Зробити:</u> огляд сучасних підходів. <u>Розглянути:</u> нейронні мережі для обробки сигналів. <u>Вивчити:</u> задачі класифікації та прогнозування. <u>Дослідити:</u> ефективність інтелектуальних алгоритмів.
ТЕМА 18 <i>Програмно-орієнтовані радіосистеми (SDR)</i>	3 год	1 бал	18. Принципи реалізації обробки сигналів у програмно-конфігурованих системах. <u>Зробити:</u> аналіз концепції SDR. <u>Розглянути:</u> апаратно-програмні платформи. <u>Вивчити:</u> гнучкість та масштабованість SDR. <u>Дослідити:</u> застосування SDR у наукових дослідженнях.

ТЕМА 19 Наукові публікації та електронні ресурси з обробки інформації	3 год	1 бал	19. Формування навичок наукового пошуку та аналізу джерел інформації. <u>Зробити:</u> пошук актуальних наукових статей. <u>Розглянути:</u> провідні наукові бази даних. <u>Вивчити:</u> критерії якості наукових публікацій. <u>Дослідити:</u> сучасний стан і перспективи розвитку галузі.
--	-------	-------	---

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

- Мультимедійний проектор;
- Комп'ютерний клас для проведення практичних занять та лабораторних робіт: ауд. 101, 133, 136;
- Мережні маршрутизатори TP-Link 840N;
- Мобільна базова платформа стандарту GSM 900/1800;
- SIM808 GPRS/GSM модуль;
- Програмне забезпечення MathCad; Cisco Packet Tracer; Microsoft Visio.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язкові для ознайомлення джерела:

1. Л.Н. Беркман, Л.О. Комарова, Н.С. Чумак. Системи електрозв'язку та сигнали. Навчальний посібник. — Київ: ДУІКТ, 2015.
2. Л.Н. Беркман, Л.О. Комарова, О.І. Чумак. *Основні поняття та теореми теорії інформації*. Навчальний посібник. — Київ: ДУІКТ, 2015.
3. Л.О. Комарова, О.І. Чумак. *Основні поняття та теореми теорії інформації*. Навчальний посібник. — Київ: ДУІКТ, 2015.
4. В.П. Куляс. Теорія інформації та кодування. — Київ: Видавництво "Наукова думка", 2004.
5. С.І. Харченко. Основи теорії сигналів та систем. — Харків: ХНУРЕ, 2012.
6. К. Шеннон. Математична теорія зв'язку. — Київ: Видавництво "Наукова думка", 1963.
7. А.І. Зобов. Цифрові системи передачі інформації. — Київ: 2010.
8. В.М. Глушков. Теорія перетворення інформації. — Київ: 1986.
9. В.В. Андреев. Основи теорії кодування в телекомунікаційних системах. — Київ: ЛНУ, 2011.
10. М.М. Соколов. Телекомунікаційні системи: загальні принципи та підходи. — Львів: ЛНУ, 2013.
11. Л.М. Кравчук. Основи теорії кодування та захисту інформації. — Київ: ДУІКТ, 2017.

Додаткові для ознайомлення джерела:

1. Communications, Signal Processing, and Systems (Springer, Proceedings of the 11th International Conference on Communications, Signal Processing, and Systems, Vol. 1 & Vol. 2), 2023 — збірник актуальних наукових робіт із телекомунікацій та обробки сигналів.

2. Wiley Series in Telecommunications and Signal Processing — серія підручників і монографій, що включає сучасні видання з широкого кола тем обробки інформації, мереж і бездротового зв'язку.
3. Modern Signal Processing (De Gruyter, 2022) — новітнє видання, що систематизує сучасні підходи до DSP, включаючи спектральні методи, оптимізацію та алгоритми обробки.
5. Integrated Sensing and Communication Signals Toward 5G-A and 6G: A Survey — огляд дизайну, алгоритмів і оптимізації сигналів для інтегрованого сенсингу та комунікацій у сучасних мобільних мережах.
6. Deep Learning Based Automatic Modulation Recognition: Models, Datasets, and Challenges — сучасний огляд методів автоматичного розпізнавання модуляцій із застосуванням глибокого навчання, що важливо для обробки сигналів у телекомунікаціях.
7. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи телекомунікацій — 2023» — колекція статей українських і міжнародних дослідників із тем обробки інформації, мереж, безпеки та оптимізації.
9. Digital Signal Processing: A Review Journal — рецензований журнал із найновішими дослідженнями та оглядовими публікаціями з цифрової обробки сигналів.
10. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing — відкритий журнал, що висвітлює теоретичні та практичні аспекти обробки сигналів, включно з комунікаційними застосуваннями.
11. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи телекомунікацій — 2025» — останні доповіді з сучасних напрямів ІКТ та телекомунікацій (публікація 2025)
12. Signal Processing Techniques for Communication (CRC Press, 2025)* — сучасний довідник із цифрової обробки сигналів і їхнього застосування в комунікаційних системах з акцентом на моделювання та симуляцію.
13. Signal Processing Techniques for Communication (K.C. Raveendranathan, CRC Press, 2025) — сучасний довідник з обробки сигналів у телекомунікаційних системах із акцентом на моделювання, симуляцію та практичні інструменти.
14. Fundamentals of 6G Communications and Networking (Springer, 2023) — огляд технологій та архітектур зв'язку майбутнього, включно з обробкою сигналів і мережевими концепціями для 6G.
15. The Road to B5G/6G Mobile Communication Networks: Technologies and Applications (River Publishers, 2025) — колекція сучасних технологічних рішень і практичних застосувань у мережах майбутніх поколінь.
16. Integrated Sensing and Communication Signals Toward 5G-A and 6G: A Survey — огляд ISAC сигналів для мобільних систем 5G-A/6G і пов'язаних алгоритмів обробки.
17. Deep Learning in Wireless Communication Receiver: A Survey (2025) — сучасний огляд застосування глибокого навчання в приймачах бездротових систем для адаптивного оброблення сигналів.
18. Grand Challenges in Signal Processing for Communications (Frontiers in Signal Processing, 2021) — проблемні питання та ключові тренди сигнал-процесингу для сучасних телекомунікацій.
19. Special Issues on Signal Processing for 5G/6G Communications (Applied Sciences MDPI) — тематичні збірки новітніх наукових робіт з обробки сигналів у зв'язку майбутнього.
20. 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 екзамену 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 - Екзамен)

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	<i>Робота на заняттях.:</i> - присутність на заняттях (при пропусках занять з поважних причин допускається відпрацювання пройденого матеріалу) - участь у експрес-опитуванні, усне опитування, тестування, рішення практичних задач - 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 - участь у навчальній дискусії, обговоренні ситуаційного завдання	10 балів
	Виконання практичних робіт	40 бали
	Самостійна робота	10 балів
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ Екзамен	Метою заліку є контроль сформованості практичних навичок та професійних компетентностей, необхідних для виконання професійних обов'язків. Екзамен проходить у письмовій 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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>Високий</p> <p>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.</p>	Відмінно / Зараховано (А)
82-89	<p>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.</p> <p>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.</p>	<p>Достатній</p> <p>Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни</p>	Добре / Зараховано (В)
75-81	<p>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.</p>	<p>Достатній</p> <p>Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.</p> <p>Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.</p>	Добре / Зараховано (С)
64-74	<p>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.</p>	<p>Середній</p> <p>Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни</p>	Задовільно / Зараховано (D)
60-63	<p>Студент має певні знання, передбачені в робочій програмі дисципліни, володіє основними</p>	<p>Середній</p>	Задовільно /

	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.	Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни	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 відсутні.	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>