

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Телекомунікацій медичних та інтелектуальних технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

09 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації**

Освітньо-професійна програма **Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Бойко Юлій Миколайович
Профайл викладача	https://scholar.google.com/citations?user=mQZIGOcAAAAJ&hl=ru
E-mail викладача(ів)	boiko_julius@ukr.net
Контактний телефон	0679349960
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8161
Консультації	Очні: вівторок, 4-а пара, 4-236; середа, 2-а пара, 4-326; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Курсовий проект	Курсова робота
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ДФН	1	1	5,0	150	51	17	34	-	-	99	-	-	-	+
Разом ДФН			5,0	150	51	17	34	-	-	99	-	-	-	+

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації»

Силабус складено

Підпис

Юлій БОЙКО

ініціали, прізвище автора

Завідувач кафедри ТМІТ

Підпис

Сергій ПІДЧЕНКО

ініціали, прізвище

Анотація навчальної дисципліни

Програмна реалізація більшості функцій по обробці високочастотних сигналів і оперативне програмне керування апаратурою забезпечують кардинальне підвищення функціональних можливостей радіосистем шляхом підтримки їх роботи у різних сервісах, широкій смузі частот і в різноманітних стандартах зв'язку. Саме ці ключові концептуальні особливості стали визначальними у широкому провадженні до сучасних електронно комунікаційних технологій концепції програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації у яких більшість функцій фізичного рівня виконуються в програмному виді, а функції які виконуються апаратно - повинні оперативно модифікуватись за вимогами робочого стандарту зв'язку. Таким чином радіообладнання програмно-конфігурованих радіосистем це обладнання надсучасних електронно-комунікаційних технологій на які у найближчому майбутньому перейде більшість радіосистем. Для доведення цих надважливих питань до здобувачів магістерського рівня вищої освіти за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка відокремлена дисципліна «Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації».

Дисципліна «Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації» є однією із обов'язкових дисциплін яка займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка особливо в контексті підготовки фахівців здатних розуміти і працювати із сучасними електронно-комунікаційними технологіями.

Пререквізити: методологія та організація наукових досліджень; завадостійкість та інформаційна безпека інфокомунікацій; **кореквізити:** апаратно-програмне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем та мереж; системний аналіз інформаційно-комунікаційних систем та мереж; моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Метою навчальної дисципліни є надання студентам знань, навиків та умінь, щодо аналізу і синтезу програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій, принципів побудови, логічної та фізичної структури програмно-конфігурованих радіосистем, архітектури та технічних засобів радіосистем когнітивного, адаптивного та інтелектуального радіо, основних систем модуляції та сигнально-кодових конструкцій; перспектив розвитку систем та мереж програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо аналізу структуру побудови та технічних характеристики програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій; оцінювання та оптимізація пропускну здатності систем програмно-конфігурованого радіо; розгортання мереж на основі програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій; розрахунок необхідного частотного ресурсу, завадостійкості систем програмно-конфігурованого радіо; оцінювання ефективності та оптимального проектування телекомунікаційних мереж на основі сучасних протоколів передачі інформації; формування, схемотехніка та комплектація програмно-конфігурованих радіосистем передачі інформації провідних фірм світу.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **розуміти** загальні принципи організації програмно-конфігурованих радіосистем, **опанувати** принципи функціонування передавального та приймального обладнання програмно-конфігурованих радіосистем, технології цифрової обробки сигналів у системах програмно-конфігурованого радіо, **використовувати** схемотехніку радіочастотних модулів програмно-конфігурованого радіо, концепцію програмної реалізації програмно-конфігурованих радіосистем, концептуальні засади щодо формування сигнально-кодових конструкцій та завадостійкого приймання у електронних комунікаціях, **володіти** питаннями оптимізації та програмного забезпечення систем програмно-конфігурованого радіо.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема практичного заняття*	Тема лабораторного заняття*	Самостійна робота студентів		
				Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6	7
1	Архітектура програмно-конфігурованих система передавання, приймання та обробки інформації. Радіостанції програмно-конфігурованого радіо. Приймач програмно-конфігурованого радіо. Передавач програмно-конфігурованого радіо. Синтезатори частоти. Антено-фідерні	-	Програмне проектування цифрових фільтрів для пристроїв програмно-конфігурованого радіо	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 1	13	[1, с. 13...127; [2, с. 11...38

	пристрої. Програмна підтримка обладнання радіоканалу програмно-конфігурованого радіо					
2	Основні компоненти програмно-обумовленого радіо. Фільтруючі пристрої та підсилювачі. Поліфазна і комплексна фільтрація. Активні фільтри. Змішувачі. Квадратурні модулятори та демодулятори.	-	Програмне проектування процедур інтерполяції та децимації для програмно-конфігурованих радіосистем телекомунікацій	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 1. Підготовка до виконання ЛБ 2, ЛБ 3	12	[1, с. 129.... 164; [3, с. 151.... 224
3	Цифрові перетворення та обробка модульованих сигналів в програмно-конфігурованих системах передавання, приймання та обробки інформації. Аналого-цифрові перетворення в тракці програмно-конфігурованого радіо. Цифро-аналогові перетворення в тракці програмно-конфігурованого радіо. Базова архітектуру мікросхем АЦП, ЦАП.	-	Дослідження особливостей цифрового представлення безперервних сигналів та характеристик ЦАП/АЦП які застосовуються в програмно-конфігурованих радіосистемах.	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 2, ЛБ 3. Підготовка до виконання ЛБ 4.	13	[1, с. 173.... 202; [4, с. 143.... 189.
4	Схемотехніка радіочастотних модулів програмно-конфігурованих радіосистем. Схемотехніка вхідних каскадів підсилення та селекції програмно-конфігурованого радіо. Принципи та реалізація вузько- та ширококутових синтезаторів. Лінеаризовані підсилювачі потужності. Концепція передавача програмно-конфігурованого радіо з передстпотворенням.	-	Вимірювання рівнів сигналів та завад з використанням програмно-конфігурованих систем (RTL-SDR)	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 4. Підготовка до виконання ЛБ 5.	12	[1, с. 204.... 249; [2, с. 67..... 258
5	Ширококутові елементи програмно-конфігурованих радіосистем. Ширококутові антенні пристрої. Дуплексори. Частотно-	-	Інтерфейс пристрою RTL-SDR. Калібрування частоти RTL-SDR на прикладі програми HSDR	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 6.	12	[1, с. 115...1 20; [2, с.67... 160]

	незалежні антенні системи. Широкопasmові підсилювачі. Широкопasmові трансформатори.					
6	Шумові параметри приймача з нульовою проміжною частотою. Коефіцієнти шуму в радіо- та baseband-діапазонах. Основні параметри приймачів програмно-конфігурованого радіо. Джерела постійної складової. Подавлення постійної складової та флікер-шумів.	-	Використання програмно-конфігурованих комплексів для радіоконтролю (RTL-SDR)	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 7	12	[2, с. 41...63 ; 1 с. 115... 120
7	Завадостійкість систем програмно-конфігурованого радіо. Модель радіоканалу. Достовірність приймання. Моделювання приймача з нульовою проміжною частотою.	-	Дослідження передавача/приймача RTL-SDR з контуром ФАПЧ (фазового автоматичного підстроювання частоти)	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 7	12	[1, с. 252.... 271; [4, – 167..... 179
8	Оптимізація та автоматичне регулювання у програмно-конфігурованих системи передавання, приймання та обробки інформації. Автоматичне регулювання підсилення. Корекція асиметрії каналів приймання. Оптимальні некогерентні частотний і фазовий детектори. Особливості тактової синхронізації.	-	Дослідження передавача/приймача RTL-SDR з контуром ФАПЧ (фазового автоматичного підстроювання частоти)	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 7	13	[1, с. 289... ...303; [2, с. 313... ...344

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, курсову роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

<i>Аудиторна робота</i>	<i>Самостійна, індивідуальна робота</i>		<i>Семестровий контроль</i>
I семестр			
Захист лабораторних робіт:	Розв'язок тестових завдань		Контрольна робота
	TK1	TK2	
ВК:	0,20	0,15	0,25
			Підсумковий контрольний захід
			0,4

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

<i>Оцінка ECTS</i>	<i>Інституційна шкала балів</i>	<i>Інституційна оцінка</i>	<i>Критерії оцінювання</i>
A	4,75-5,00	5	<i>Зараховано</i> Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків. Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
B	4,25-4,74	4	
C	3,75-4,24	4	
D	3,25-3,74	3	
E	3,00-3,24	3	
F _X	2,00-2,99	2	<i>Незараховано</i> Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.
F	0,00-1,99	2	

Контрольні питання з дисципліни.

1. Основи програмно-конфігурованого радіо.
2. Еволюція радіостанцій програмно-конфігурованого радіо.
3. Архітектура радіостанцій програмно-конфігурованого радіо
4. Сучасні тенденції застосування програмно-конфігурованого радіо.
5. Параметри радіостанції програмно-конфігурованого радіо.
6. Ідеальна радіостанція програмно-конфігурованого радіо.
7. Перетворення спектру сигналів.
8. Приймач програмно-конфігурованого радіо.
9. Приймач з нульовою та ненульовою проміжною частотою.
10. Передавач програмно-конфігурованого радіо.
11. Синтезатор частоти.
12. Антенно-фідерні пристрої програмно-конфігурованих радіосистем.
13. Ширококутові кола узгодження.
14. Частотно-незалежні антени та дуплексори.
15. Програмна підтримка обладнання програмно-конфігурованого радіо.
16. Радіостанція програмно-конфігурованого радіо.
17. Фільтри проміжної частоти та активні фільтри на операційних підсилювачах.
18. Поліфазні та комплексні фільтри.
19. Операційні підсилювачі. Схеми включення.
20. Змішувачі. Пасивні та активні змішувачі.
21. Квадратурні модулятори. Спотворення сигналів та принципи формування сигналів.

22. Квадратурні демодулятори.
23. Цифрові перетворення в тракці програмно-конфігурованого радіо: дискретизація, квантування, АЦП, ЦАП.
24. Радіочастотні модулі програмно-конфігурованого радіо.
25. Малошумні підсилювачі та фільтри преселектори.
26. Синтезатори частоти з колом ФАПЧ.
27. Лінеаризовані підсилювачі потужності. Нелінійні спотворення у підсилювачі.
28. Передавач програмно-конфігурованого радіо з передспотвореннями.
29. Широкосмугові підсилювачі потужності.
30. Широкосмугові антени.
31. Оцінка шумових параметрів систем програмно-конфігурованого радіо.
32. Автоматичні регулювання приймального пристрою програмно-конфігурованого радіо.
33. Коригування асиметрії каналів пристрою програмно-конфігурованого радіо.
34. Оптимальний некогерентний частотний детектор.
35. Оптимальний некогерентний фазовий детектор.
36. Особливості тактової синхронізації програмно-конфігурованого радіо.
37. Програмне забезпечення приймача програмно-конфігурованого радіо.
38. Статичні та астатичні помилки ФАПЧ.
39. Аналіз роботи цифрової ФАПЧ.
40. Узгодження і фільтрація багатопозиційних сигналів ФМ-4, КАМ.

Рекомендована література

Основна література

1. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації: монографія /Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова, О.І. Полікаровських, В.П. Ткачук. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 317с.
2. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів: навч. посібник /О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 365 с.
3. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
4. Бойко Ю.М. Науково-прикладні питання забезпечення роздільної здатності і ефективності обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, О. М. Шинкарук, Л. В. Карпова, І. І. Чесановський. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 218 с.
5. Горбатий І.В. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / І.В. Горбатий, А.П. Бондарев. – Львів: Львівська політехніка, 2016 - 336 с.

Додаткова література

1. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
2. Jayaweera S.K. The Cognitive Radio / S.K. Jayaweera. – New York : Wiley Telecom, 2015, pp. 27-41.
3. Grayver E. Implementing Software Defined Radio / E. Grayver. - New York : Springer, 2013, 267 p.
4. Sklar B. Digital communications. Fundamentals and Applications / B. Sklar. - New Jersey : Prentice Hall P T R, 2021. - 1011 p.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань). <http://msn.tup.km.ua/> .
2. Електронна бібліотека університету <http://library.tup.km.ua/>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.