

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра Телекомунікацій, медійні та інтелектуальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету інформаційних технологій
ТЕТЯНА ГОВОРУЩЕНКО
 «05» 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Супутникові інформаційні мережі та системи**

Освітньо-професійна програма **Телекомунікацій, медійні технології та інтелектуальні мережі**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач	Стецюк Віктор Іванович
Профайл викладача	https://tmit.khmnu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/
E-mail викладача	sv_rt@i.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліну в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=612
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: (онлайн): за попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни - ліни	Кількість годин							Форма семестрового контролю			
					Кредити ЄКТС	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
В	Д	4	8	8	240	90	36	36	18	150	-	-	+	-	

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Супутникові інформаційні мережі та системи».

Силабус складено

Завідувач кафедри ТМІТ



Віктор СТЕЦЮК

Сергій ПІДЧЕНКО

Анотація навчальної дисципліни

Супутниковий зв'язок має широке розповсюдження в світі і використовуються для створення міжнародних і національних мереж і передачі даних на основі малих земних станцій, які встановлюються безпосередньо у споживача, багатопрограмного телевізійного мовлення та індивідуального прийому. Дисципліна «Супутникові інформаційні мережі та системи» є завершальною у підготовці студентів з вивчення курсу спеціальних дисциплін радіотехнічного циклу галузі електроніка та телекомунікації.

Під час вивчення дисципліни «Супутникові інформаційні мережі та системи» студент має засвоїти загальні принципи побудови, роботи і експлуатації супутникових інформаційних систем, основні енергетичні та шумові параметри радіотракту Земля-супутник-Земля, структурні схеми пристроїв прийому та обробки сигналів, основні фізичні процеси в них, вивчити основні функціональні вузли пристроїв прийому та обробки сигналів систем супутникового телебачення, такі як конвертори НВЧ, вхідні кола, підсилювачі радіочастоти та проміжної частоти, перетворювачі частоти, гетеродини, особливості їх схемотехнічних рішень, тенденції розвитку теорії і техніки радіоприйому сигналів діапазонів УВЧ та НВЧ. Саме для доведення цих надважливих питань до здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка відокремлена дисципліна «Супутникові інформаційні мережі та системи».

Дисципліна «Супутникові інформаційні мережі та системи» є однією із вибіркових дисциплін однак займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка, особливо в контексті підготовки фахівців здатних розуміти і працювати із сучасними інформаційними та телекомунікаційними технологіями.

Пререквізити: передавання, приймання та синхронізація в системах телекомунікацій; інформаційні технології проектування телекомунікаційних пристроїв; **кореквізити:** переддипломна практика; кваліфікаційний проект.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Метою навчальної дисципліни є отримання теоретичних знань з супутникових систем та мереж зв'язку, навігації; формування умінь застосовувати теоретичні знання при вирішенні поставлених завдань, розвиток у студентів логічного мислення, умінь аргументовано висловлювати думки при аналізі теоретичних проблем та практичних прикладів в процесі роботи.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо принципів побудови супутникових інформаційних систем та мереж; концептуальних засад організації супутникових інформаційних систем та мереж; основних характеристик та складу приймального обладнання; структурних схем приймачів супутникового зв'язку та конфігурації супутникових мереж; основних енергетичних та шумових співвідношень на радіотрасі Земля-супутник-Земля; основ супутникової навігації.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **бути здатним** до проведення експериментальні дослідження та вимірювання необхідних сигналів і систем за допомогою спеціалізованого обладнання; **розуміти** структурні схеми складових приймального супутникового обладнання; **опанувати** структуру та топологічні формати розгортання супутникових інформаційних мереж; **проводити** необхідні розрахунки енергетичних, шумових та інших параметрів; **користуватись** додатковою літературою та технічними даними.

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	Принципи побудови супутникових систем зв'язку. Основні поняття та класифікація супутникових інформаційних мереж. Супутникові інформаційні мережі. СМЗ різноманітних супутникових служб.	-	Лаб. роб. №1 Розрахунок енергетичних характеристик супутникових радіотрас. Послаблення сигналу у вільному просторі та послаблення сигналу у тропосфері	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 1	15	[1], с. 3...11, [2] с. 13...21.

2	Організація супутникових інформаційних мереж. Основні конфігурації побудови мережі супутникового зв'язку. Мережі супутникового зв'язку з незакріпленими каналами. Способи використання бортового ретранслятора при організації супутникових мереж зв'язку.	ПР. №1 Дослідження завадостійкості та пропускної здатності супутникових каналів передачі інформації засобами MatLab/Simulink	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 1	15	[1], с. 11...22; [2] с. 35...63.
3	Типи організації супутникових інформаційних мереж. Організація циркулярних супутникових мереж. Організація малоканалних централізованих мереж. Організація малоканалної централізованої мережі з безпосереднім установленням з'єднання. Малоканалні децентралізовані мережі. Децентралізована мережа з службово-викличними каналами.	-	Лаб. роб. № 2 Визначення коефіцієнту підсилення приймальної антени у напрямку головного променя ДСА, Еквівалентної ізотропно-випромінюваної потужність (ЕІВП), щільність потоку потужності в розкритті антени	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 2. Підготовка до захисту ПР 1	15	[1] с. 10...68; [2] с. 44...88.
4	Організація багатоканальних супутникових мереж. Багатоканальна мережа з неділимыми підстолами. Багатоканальна мережа з розділеними підстолами. Багатоканальна мережа супутникового зв'язку з організацією зв'язку через центр. Багатоканальна мережа супутникового зв'язку, побудована за комбінованим варіантом.	ПР. № 2 Дослідження демодуляторів амплітудно-модульованих сигналів та частотно-модульованих сигналів	Лаб. роб. № 3 Розрахунок шумів приймальної установки, шуми антени та шуми антенно-фідерного тракту	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 2 та виконання ЛБ 3	15	[1] с. 49...79; [2] с. 18...61.
5	Супутникові інформаційні мережі з використанням геостационарних ретрансляторів. Конфігурація типової супутникової інформаційної мережі, що базується на геостационарних супутниках-ретрансляторах.	-	Лаб. роб. № 4 Визначення шумів приймача та спектральної щільності потужності шумів	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 4 та захисту ЛБ 3	15	[1] с. 35...47; [2] с. 39...53.

	Організація роботи через ГСР. Мережеві топології, що реалізуються у ГСІМ.					
6	Основні характеристики апаратури ГСІМ та її вплив на пропускну здатність супутникових каналів зв'язку. Коефіцієнт підсилення. Апертура антени. Діаграма спрямованості. Ефективна площа антени.	ПР. № 3 Дослідження підсилювальних трактів -	Лаб. роб. № 5 Розрахунок добротності приймача та шум-фактору	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 5	15	[1] с. 159.... 161; [2] – 64.....70.
7	Розрахунок характеристик супутникових інформаційних мереж. Діапазони частот для супутникового зв'язку. Енергетичний бюджет супутникових інформаційних радіоліній. Багатостанційна передача через ГСР. Енергетичні співвідношення в каналах зв'язку через ГСР при частотному розділенні каналів (FDM). Багатостанційна робота через ГСР при часовому розділенні каналів. Багатостанційна робота при поділі каналів за формою.	-	Лаб. роб. № 6 Ознайомлення з особливостями експлуатації приймального обладнання. Дослідження схем приймального комплексу СТБ. Налаштовування, робота, вимірювання та контроль параметрів.	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 5. Підготовка до виконання ЛБ 6	15	[1] с. 141... ..162; [4] с. 80..... 172.
8	Негеостационарні супутникові інформаційні мережі. Основні кількісні характеристики НСІМ та ГСІМ. Організації міжзонової мережі зв'язку. Організація міжзонового зв'язку за допомогою міжсупутникових ліній зв'язку.	ПР. № 4 Дослідження перетворювача частоти	Лаб. роб. №7. Дослідження систем супутникової навігації	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 7. Підготовка до виконання ПР 4	15	[4], с. 127...138
9	Покриття зон обслуговування негеостационарними ретрансляторами. Дальність зв'язку і затримки поширення сигналу.	ПР. №5 Дослідження входних пристроїв	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 7. Підготовка до захисту ПР 4, 5	30	[4], с. 127...138

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

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль
I семестр			
Захист лабораторних робіт	Розв'язок тестових та практичних завдань		Залік
	TK1	TK2	
ВК:	0,60	0,15	0,25

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 ЄКТС

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

Контрольні питання з дисципліни.

1. Поясніть методику формування і передачі супутникових телевізійних сигналів.
2. Поясніть склад бортової апаратури супутникових ретрансляторів.
3. Поясніть будову тракту першої проміжної частоти супутникового приймача.
4. Поясніть будову тракту другої проміжної частоти супутникового приймача.
5. Поясніть структурні схеми приймального обладнання.
6. Охарактеризуйте цифровий стандарт DiSEqC.
7. Дайте характеристику стандарту цифрового телевізійного мовлення DVB-S.
8. Перелічіть контрольно-вимірювальні прилади супутникового обладнання.

9. Поясніть принципи налаштування супутникового обладнання.
10. Поясніть принципи кодування інформації в каналах супутникового мовлення.
11. Поясніть особливості системи супутникового телевізійного колективного користування (SMATV).
12. Які існують діючі нормативні документи в галузі супутникових інформаційних систем.
13. Як вирішується проблема утилізації супутникових ретрансляторів.
14. Поясніть принципи кодування Ріда-Соломона.
15. Які методи модуляції сигналів використовуються в цифровому телебаченні.
16. Використання трансформацій Фур'є у формуванні модуляційних символів.
17. Поясніть алгоритм декодування Вітербі.
18. Поясніть принципи згорткового кодування.
19. Як реалізується концепція покриття зон обслуговування негеостационарними ретрансляторами
20. Поясніть перспективи розвитку телекомунікаційних технологій.

Рекомендована література

Основна література

- 1 Срібна І.М. Супутникові системи зв'язку і навігації. навч. посіб. / І.М. Срібна, Є.І. Махонін, Г.М. Власенко, Л.А. Кирпач. – Київ: ДУТ, 2019. –123 с.
- 2 Ніколаєнко Б.А. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посіб. / Б.А. Ніколаєнко, Є.В. Пелешок - Київ : ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 146 с.
- 3 Minoli D. Innovations in satellite communication and satellite technology : the industry implications of DVB-S2X, high throughput satellites, Ultra HD, M2M, and IP: New York: Secure Enterprise Systems Inc, 2015. 420p.
- 4 Minoli D. Satellite Transmission Systems / D. Minoli. - Telecommunication Technologies Handbook, First Edition, Artech House, 2021.
- 5 Сайко В.Г. Основи цифрового оброблення сигналів в системах цифрового радіозв'язку. Ч. 1. навч. посіб. / В.Г. Сайко, О.Г. Оксіюк, О.В. Дікарев – Київ : ДУТ, 2016. – 107 с.

Додаткова література:

- 1 Головін Ю.О. Основи радіозв'язку з рухомими об'єктами : навч. посіб. Київ : ІСЗІ НТУУ КПІ, 2016. - 322 с.
- 2 Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Борисова Л.В., Загора О.В., Фещенко А.Б. – Харків : НУЦЗУ, 2017. – 221 с.
- 3 Альошин Г. В. Оптимізація цифрових систем передачі: підручник. / Г. В. Альошин, С. В. Панченко, С. І. Приходько – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 142 с.
- 4 Альошин, Г. В. Проблеми теорії телекомунікаційних систем та мереж [Текст] : підручник / Г. В. Альошин, С. В. Панченко, С. І. Приходько. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 260 с.
- 5 Математичні основи інерціальної навігації: навч. посіб. / В.Б. Успенський, О.А. Татарінова. – Харків : Вид-во «Підручник НТУ« ХПІ »», 2017.- 192 с.
- 6 Семенова О. О. Системи рухомого зв'язку. навч. посіб. / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с/
- 7 Організація військового зв'язку: навч. посіб. /В.Г. Шолудько, М.Ю. Єсаулов, О.В. Вакуленко, Т.Г. Гурський, М.М. Фомін.– Київ: ВІПІ, 2017 р. – 282 с.
- 8 Данчук В.Д. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті : підручник / В.Д. Данчук, Л.С. Беляєвський, А.А. Сердюк, Є.О. Топольськов. — Київ: НТУ, 2017. — 264 с.
- 9 de Cola T. Network and Protocol Architectures for Future Satellite Systems / de Cola T. A. Ginesi, G. Giambene; G. C. Polyzos; V. A. Siris; N. Fotiou; Y. Thomas. - Now Foundations and Trends, 2017. – 152 p.
- 10 Fraire J. Jorge Finochietto; Scott Burleigh, Delay Tolerant Satellite Networks / J..Fraire, J. Finochietto, S. Burleigh. - Artech, 2017. - 249 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>.