

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРЬСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 13 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

28 серпня 2024 р., протокол № 8

Голова Вченої ради

Тетяна ШКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА

вибіркової навчальної дисципліни фахової підготовки
«Мережі супутникового зв'язку»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
26 серпня 2024 р., протокол №8

Завідувач кафедри

Владислав ЧУХОВ

Розробник: к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях ЦИПОРЕНКО Віталій

Житомир
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 2</i>

Робоча програма вибіркової навчальної дисципліни фахової підготовки «Мережі супутникового зв'язку» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій від 28 серпня 2024 р., протокол № 8.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»	<u>За вибором</u> (нормативна, за вибором)	
Модулів – 1	Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		5-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи – 4,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	4 год.
		Практичні	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		32 год.	6 год.
		Самостійна робота	
86 год.	140 год.		
Вид контролю: Залік			

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

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 7 % аудиторних занять, 93 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є знайомство з мережами супутникового зв'язку, вивчення видів орбіт та параметрів космічних апаратів, методів їх аналізу, розрахунків параметрів орбіт та супутникових радіоліній. Формування знань, вмінь та навичок, що дозволяють здійснювати дослідження, використання та проектування супутникових мереж зв'язку та їх складових.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- Навчитись обґрунтовано вибрати і використовувати існуючі методи обробки та аналізу сигналів в радіотехнічних та телекомунікаційних системах;
- проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання;
- мати здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Супутниковий зв'язок та інтернет

Тема 1. Супутниковий зв'язок. Загальні поняття та параметри. Поділ на райони обслуговування та частотні діапазони. Переваги та недоліки супутникового зв'язку. Склад системи та її особливості. Супутникові орбіти, їхні параметри, класифікація, та особливості. Населеність орбіт. Конфігурації супутникових мереж зв'язку. Види розділення каналів. Структура системи супутникового зв'язку.

Тема 2. Супутникові системи та інтернет. Характеристики та сервіси відомих супутникових систем. Асиметричний (симплексний) та двосторонній (дуплексний) доступ до мережі. Структура інформаційного обслуговування. Параметри сигналів та систем супутникового зв'язку та телебачення. Обладнання для супутникового двостороннього зв'язку.

Змістовий модуль 2. Основи супутникової навігації. Розрахунок супутникових ліній зв'язку

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 5

Тема 3. Основи супутникової навігації. Загальні принципи супутникової навігації. Узагальнена структура супутникової навігаційної системи. Системи відліку часу в супутникових навігаційних системах (СНС) та їх синхронізація. Система глобального позиціонування GPS. Система глобального позиціонування ГЛОНАСС. Обладнання користувачів СНС.

Тема 4. Розрахунок супутникових ліній зв'язку. Побудова апаратури ШСЗ. Види шумів у супутниковій лінії зв'язку. Результируючий вплив шумів на якість зв'язку. Облік впливу реальних умов поширення радіохвиль. Антени супутникових систем зв'язку. Особливості побудови бортових ретрансляторів штучних супутників Землі (ШСЗ).

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Супутниковий зв'язок та інтернет								
Тема 1. Супутниковий зв'язок. Загальні поняття та параметри. Поділ на райони обслуговування та частотні діапазони. Переваги та недоліки супутникового зв'язку. Склад системи та її особливості. Супутникові орбіти, їхні параметри та особливості. Конфігурації супутникових мереж зв'язку. Види розділення каналів. Структура системи супутникового зв'язку.		10	8	20		2	2	36
Тема 2. Супутникові системи та інтернет. Характеристики та сервіси відомих супутникових систем. Асиметричний (симплексний) та двосторонній (дуплексний) доступ до мережі. Структура інформаційного обслуговування. Параметри сигналів та систем супутникового зв'язку та телебачення. Обладнання для супутникового двостороннього зв'язку.		6	8	20		-	-	34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 6

Разом за змістовий модуль 1	72	16	16	40	76	2	2	70
Змістовий модуль 2. Основи супутникової навігації. Розрахунок супутникових ліній зв'язку								
Тема 3. Основи супутникової навігації. Загальні принципи супутникової навігації. Узагальнена структура супутникової навігаційної системи. Системи відліку часу в супутникових навігаційних системах (СНС) та їх синхронізація. Система глобального позиціонування GPS. Система глобального позиціонування ГЛОНАСС.		8	8	20		2	4	30
Тема 4. Розрахунок супутникових ліній зв'язку. Побудова апаратури ШСЗ. Види шумів у супутниковій лінії зв'язку. Результуючий вплив шумів на якість зв'язку. Облік впливу реальних умов поширення радіохвиль. Антени супутникових систем зв'язку. Особливості побудови бортових ретрансляторів ШСЗ.		8	8	26		-	-	40
Разом за змістовий модуль 2	78	16	16	46	74	2	4	70
ВСЬОГО	150	32	32	86	150	4	6	140

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження фазованих антенних решіток	8	2
2	Дослідження алгоритмів оброблення сигналів в цифровій антенній решітці	8	
3	Дослідження модулів НВЧ тюнера	8	
4	Аналіз траєкторій польоту та робочих зон штучних супутників Землі з використанням програмного забезпечення NOVA	8	4
РАЗОМ		32	6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 7

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Супутниковий зв'язок та інтернет			
1	Супутниковий зв'язок. Усі навчальні елементи: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторного практикуму, оформлення звітів з лабораторних робіт. Опрацювання лекційного матеріалу. Порівняння характеристик орбіт штучних супутників Землі (ШСЗ). Геометричні параметри орбіт ШСЗ. Зони радіо покриття і радіо видимості та їх розрахунок.	20	36
2	Супутникові системи та інтернет. Основні характеристики космічних апаратів систем зв'язку, космічних платформ і засобів виводу на орбіту. Основні характеристики і склад наземного сегменту та сегменту управління ШСЗ. Види сигналів в мережах супутникового зв'язку.	20	34
Змістовий модуль 2. Основи супутникової навігації. Розрахунок супутникових ліній зв'язку			
3	Основи супутникової навігації. Вплив інтерференції і дифракції радіохвиль. Вплив шумів штучного походження на чуйність приймальних пристроїв станцій ШСЗ.	20	30
4	Розрахунок супутникових ліній зв'язку. Побудова апаратури ШСЗ. Особливості розрахунку енергетичних характеристик супутникових систем. Енергетичні рівняння для однієї супутникової радіолінії. Основні характеристики наземних радіоліній ШСЗ. Поняття профілю траси, види радіотрас. Особливості розрахунку енергетичних характеристик наземних радіоліній ШСЗ. Багатостанційний доступ з кодовим розділенням сигналів. Порівняльні характеристики методів багатостанційного доступу. Вимоги до бортових ретрансляторів та їх шумові характеристики. Особливості побудови бортових ретрансляторів ШСЗ. Гетеродинні ретранслятори, ретранслятори з однократним перетворенням та з модуляцією на борту. Багатостанційні ретранслятори. Приклади побудови ретрансляторів існуючих супутникових систем. Багатостанційний доступ з частотним розділенням сигналів. Характеристики і склад космічного сегменту. Основні особливості і недоліки. Вплив нелінійності вихідних підсилювачів на якість перетворення групового сигналу в системах з БДЧР. Пригнічення сигналів та поява нелінійних завад. Багатостанційний доступ з часовим розділенням сигналів. Структура циклів.	26	40
РАЗОМ		86	140

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 8

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання.

- Вербальні методи (лекція, пояснення)
- Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)
- Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)
- Дискусійний метод
- Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей).

9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання
- Перевірка виконання та захист лабораторних (практичних) робіт
- Експрес-тестування
- Залік.

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни або наприкінці семестру. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 9

організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	100
Підсумкова семестрова оцінка	100	100

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	100	100
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань		
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали):		
1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах	20	20
2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій	20	20
3. Інші види робіт (отримання сертифікатів за проходження курсів за темами, що стосуються дисципліни)	20	20
Разом за виконання завдань поточного контролю	100	100

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	10	
Участь у дискусії		
Виконання тестових завдань	50	50
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів		
Виконання та захист лабораторних робіт	40	50
...		
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	100	100

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 10

кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{НЗ}}$ – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

P_i – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

BK_i – ваговий коефіцієнт за виконання i -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$ – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35–49 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми¹. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 11

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Супутник	Satellite
2	Орбіта	Orbit
3	Геостаціонарна орбіта	Geostationary Orbit
4	Низька орбіта	Low Earth Orbit
5	Висока орбіта	High Earth Orbit

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 13 / 12

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
6	Наземна станція	Ground Station
7	Ретранслятор	Repeater
8	Антенa	Antenna
9	Модуляція	Modulation
10	Демодуляція	Demodulation
11	Частотний діапазон	Frequency Band
12	Смуґа пропускання	Bandwidth
13	Затримка сигналу	Signal Delay
14	Затухання сигналу	Signal Attenuation
15	Кодування	Encoding
16	Декодування	Decoding
17	Транспондер	Transponder
18	Бітова швидкість	Bit Rate
19	Шум	Noise
20	Інтерференція	Interference
21	Поляризація	Polarization
22	Супутниковий термінал	Satellite Terminal
23	Супутниковий модем	Satellite Modem
24	Супутниковий телефон	Satellite Phone
25	Супутниковий інтернет	Satellite Internet

12. Рекомендована література

Основна література

1. Ніколаєнко Б.А., Пелешок Є.В. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посібник. К.: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.
2. Срібна І.М., Є.І. Махонін, Власенко Г.М., Кирпач Л.А. Супутникові системи зв'язку і навігації. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2019. – 123 с.
3. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / Ушенко Ю.О., М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – 2021. – 308 с.
4. Proakis J.G. Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications. 4-th Edition. – New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 2006. – 1077 p.

Допоміжна література

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-22.06- 05.02/2/172.00.1/Б /ВК2.5-1-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 13 / 13</i>

1. Satellite communication Technology. – Edited by K. Miya. Tokyo, 2001. – 442. p.
2. Слюсар, В.И. Thuraya-1 сквозь призму технических новшеств. // Телемультимедиа. – 2001. - № 5(9). С. 13 – 18.
3. Довгий С.О., Савченко О.Я., Воробієнко П.П. та ін. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, економіка, управління, регулювання / За ред. С.О. Довгого. – К.: Український видавничий центр, 2002. – 520с.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

Файли дисципліни: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=4069>