

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
інформаційно-комп'ютерних
технологій

21 серпня 2025 р., протокол № 5

Голова Вченої ради

Тетяна НІКІТЧУК



РОБОЧА ПРОГРАМА

вибіркової навчальної дисципліни

«Новітні технології моделювання, оптимізації та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «доктор філософії»

Схвалено на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях

21 серпня 2025 р., протокол №8

Завідувач кафедри

Владислав ЧУХОВ

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

Житомир
2025 – 2026 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 14 / 2</i>

Робоча програма вибіркової навчальної дисципліни «Новітні технології моделювання, оптимізації та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях» затверджена Вченою радою факультету інформаційно-комп'ютерних технологій від 27 серпня 2025 р., протокол № 5.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
Модулів – 1	Лекції	
	32 год.	6 год.
Змістових модулів – 2	Практичні	
	32 год.	6 год.
Загальна кількість годин – 120	Лабораторні	
	__ год.	__ год.
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 4 самостійної роботи – 3,5	Самостійна робота	
	56 год.	108 год.
	Вид контролю: Залік	

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми здобуття вищої освіти – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є освоєння студентами методології та технології математичного моделювання при дослідженні, проектуванні й експлуатації радіотехнічних та телекомунікаційних сигналів та систем.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- навчитись обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для дослідження телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного вигаду;

- навчитись застосовувати сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютерних методів та технологій моделювання і обробки отриманих результатів у сфері телекомунікації та радіотехніки, інтерпретувати результати досліджень, оцінювати їх адекватність та ефективність;

- навчитись володіти пакетами аналітичного та імітаційного моделювання, а також середовищами розробки програмного та/або апаратного забезпечення за напрямком професійної діяльності.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; вміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом*: вміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; вміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/Г5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 5

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Моделювання та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях.

Тема 1. Створення моделі та методика моделювання. Методи моделювання. Побудова та властивості моделей. Методика комп'ютерного моделювання. Етапи побудови моделей. Аналітичне дослідження процесів і систем у телекомунікаціях.

Тема 2. Технології моделювання. Особливості комп'ютерного моделювання. Особливості натурального дослідження. Новітні технології комп'ютерного моделювання сигналів, телекомунікаційних пристроїв та систем.

Змістовний модуль 2. Дослідження процесів формування та оброблення сигналів.

Тема 1. Дослідження випадкових процесів з використанням статистичного моделювання. Особливості імітаційного статистичного дослідження. Моделювання телекомунікаційних сигналів. Похибки оцінки параметрів. Математичне моделювання процесів формування та оброблення сигналів в MathCad.

Тема 2. Методи оптимізації процесів та систем. Параметрична оптимізація. Оптимізація телекомунікаційних пристроїв та систем. Дослідження телекомунікаційних мереж. Оцінка якості послуг телекомунікаційних мереж. Моделювання комп'ютерних мереж. Види топології мереж. Складання та дослідження моделей мереж з використанням Cisco Packet Tracer.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 6

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Моделювання та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях								
Тема 1. Створення моделі та методика моделювання. Методи моделювання. Побудова та властивості моделей. Методика комп'ютерного моделювання. Етапи побудови моделей. Аналітичне дослідження процесів і систем у телекомунікаціях	30	8	8	14				
Тема 2. Технології моделювання. Особливості комп'ютерного моделювання. Особливості натурального дослідження. Новітні технології комп'ютерного моделювання сигналів, телекомунікаційних пристроїв та систем.	30	8	8	14				
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	60	16	16	28	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Дослідження процесів формування та оброблення сигналів								
Тема 1. Дослідження випадкових процесів з використанням статистичного моделювання. Особливості імітаційного статистичного дослідження. Моделювання телекомунікаційних сигналів. Похибки оцінки параметрів. Математичне моделювання процесів формування та оброблення сигналів в MathCad.	30	8	8	14				
Тема 2. Методи оптимізації процесів та систем. Параметрична оптимізація. Оптимізація телекомунікаційних пристроїв та систем. Дослідження телекомунікаційних мереж. Оцінка якості послуг телекомунікаційних мереж. Моделювання комп'ютерних мереж. Види топології мереж. Складання та дослідження моделей мереж з використанням Cisco Packet Tracer.	30	8	8	14				
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	60	16	16	28	-	-	-	-
ВСЬОГО	120	32	32	56	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 7

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовний модуль 1. Моделювання та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях			
1	Моделювання телекомунікаційних сигналів	8	
2	Моделювання та параметрична оптимізація телекомунікаційних пристроїв	8	
Змістовний модуль 2. Дослідження процесів формування та оброблення сигналів			
3	Моделювання роботи пристрою радіомоніторингу	8	
4	Дослідження структури комп'ютерної мережі	8	
РАЗОМ		32	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 8

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
Модуль 1			
Змістовний модуль 1. Моделювання та дослідження процесів і систем у телекомунікаціях			
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практикуму, оформлення звітів з практичних робіт. Обґрунтування вибору середовища моделювання. Методика складання моделей. Аналітичне моделювання.	14	
2	Програмні пакети для комп'ютерного моделювання НВЧ пристроїв. Моделювання телекомунікаційних пристроїв приймання та передавання даних.	14	
Змістовний модуль 2. Дослідження процесів формування та оброблення сигналів			
1	Методи обробки експериментальних даних. Апроксимація даних. Лінійне програмування. Похибки та властивості математичних алгоритмів. Моделювання в середовищі Multisim.	14	
2	Технічні показники якості послуг. Властивості дротових мереж. Моделювання покриття бездротових мереж. Дослідження безпроводних мереж. Оптимізація структури телекомунікаційних мереж. Оптимізація радіоелектронних сигналів систем зв'язку.	14	
РАЗОМ		56	

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 14 / 9</i>

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

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

9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання.
- Експрес-тестування.
- Перевірка виконання та захист лабораторних робіт.
- Перевірка виконання завдань модульного контролю.
- 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 організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 10

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	
Підсумкова семестрова оцінка	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	
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	
2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій	20	
3. Інші види робіт (отримання сертифікатів за проходження курсів за темами, що стосуються дисципліни)	20	
Разом за виконання завдань поточного контролю	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	
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів		
Виконання та захист лабораторних робіт	40	
...		
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	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 кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 11

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

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 виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і набрав у сумі 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 виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і набрав 60 балів або більше та 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 виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і за поточний контроль у сумі 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 програми. 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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 14 / 12</i>

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.

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».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 13

Шкала оцінювання

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

11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Моделювання систем	System modeling
2	Оптимізація процесів	Process optimization
3	Аналіз даних у реальному часі	Real-time data analysis
4	Автоматизація процесів	Process automation
5	Великий масив даних	Big Data
6	Машинне навчання	Machine learning
7	Алгоритм оптимізації	Optimization algorithm
8	Система зв'язку	Communication system
9	Радіочастотний спектр	Radio frequency spectrum
10	Мережа наступного покоління (5G/6G)	Next-generation network (5G/6G)
11	Інтернет речей	Internet of Things (IoT)
12	Цифрова трансформація	Digital transformation
13	Штучний інтелект	Artificial intelligence
14	Системна інтеграція	System integration
15	Мережеве моделювання	Network modeling
16	Оптимізація трафіку	Traffic optimization
17	Хмарна інфраструктура	Cloud infrastructure
18	Віртуалізація мережевих функцій	Network function virtualization (NFV)
19	Програмно-орієнтовані мережі	Software-defined networking (SDN)
20	Моделювання антенних систем	Antenna system modeling

12. Рекомендована література

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-22.06- 05.02/2/G5.00.1/ PhD /BK1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 14 / 14

Основна література

1. Ніколюк П. К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Вінниця: ДонНУ, 2023. – 228 с.
2. Уривський Л.О., Мошинська А.В., Осипчук С.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 202 с.
3. Інтелектуальне моделювання нелінійних динамічних процесів в керуванні, кібербезпеці, телекомунікаціях: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна. – Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Дніпро, НТУ «ДП», 2020. – 531 с.
4. 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.

Допоміжна література

1. Антонюк А.О. Моделювання систем: навч. посіб. – Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. – 412 с.
2. Виклюк Я. І., Камінський Р. М., Пасічник В. В. Моделювання складних систем: посібник. - Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 404 с.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://www.mathcad.com/en/try-and-buy/mathcad-express-free-download>