

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28-1- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк / 28

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, мехатроніки і  
робототехніки

28 серпня 2024 р., протокол № 6

Голова Вченої ради

 Андрій ТКАЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Методи обробки результатів експериментів»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»  
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні  
системи»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки  
кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Схвалено на засіданні кафедри  
метрології та інформаційно-  
вимірювальної техніки

26 серпня 2024 р., протокол № 8

Завідувач кафедри

 Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ  
Гарант ОПП

 Юрій ШАВУРСЬКИЙ

Розробник: д.е.н., к.т.н., професор кафедри метрології та інформаційно-  
вимірювальної техніки ЄФІМЕНКО Надія

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-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи обробки результатів експериментів» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** - вивчення на базі сучасного математичного апарату методів обробки результатів експериментів та набуття студентами необхідних знань пов'язаних з аналізом проблемних ситуацій і методів пошуку оптимальних рішень. На основі концептуальних моделей і методів обробки результатів експериментів сформувати у студентів практичні навички і уміння прийняття обґрунтованих і професійно-грамотних рішень в практиці розробки та експлуатації вимірювальних систем.

**Завданнями навчальної дисципліни** є набуття студентами знань, умінь і здатностей (компетентностей) щодо побудови, експлуатації та розробки комп'ютеризованих систем з вимірювальним каналом, що використовує алгоритмічні методи обробки вимірювальної інформації.

У дисципліні «Методи обробки результатів експериментів» викладена сукупність операцій, здійснюваних над експериментальними даними з метою отримання інформації про властивості об'єкту вимірювань. Одним з головних завдань обробки експериментальних даних є підвищення точності результатів вимірювання фізичних величин, що характеризують цей об'єкт.

В процесі вимірювань, подальшої обробки даних, а також формалізації результатів у вигляді математичної моделі, виникають похибки і втрачається частина інформації, що міститься в початкових даних. Застосування методів обробки експериментальних даних дозволяє визначити точність математичної моделі і судити про її адекватність.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» та освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи»:

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K13. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

K16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

K21. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

ПР06. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.

ПР12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

ПР14. Вміти організувати процедуру вимірювання, калібрування, випробувань при роботі в групі або окремо.

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

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

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

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

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

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

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

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

##### Змістовний модуль 1

#### Вимірювання, похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки

##### Тема 1. Види і методи вимірювань (К04, К16, К21)

Основні етапи вимірювальної процедури. Похибки вимірювань та оцінювання точності отриманих результатів. Дослідна перевірка приладів в лабораторних умовах і на виробничих об'єктах.

##### Тема 2. Нормальний розподіл безперервних випадкових величин (К13, К21)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Розподіл Стюдента. Квантилі кривої розподілу і рівні значущості. Моменти розподілу. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу. Довірчі межі результату. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.

В темах 1 та 2 вивчається:

1. Види і методи вимірювань. Основні етапи вимірювальної процедури
2. Похибки вимірювань та оцінювання точності отриманих результатів
3. Нормальний розподіл безперервних випадкових величин
4. Розподіл Стюдента
5. Квантилі кривої розподілу і рівні значущості
6. Моменти розподілу
7. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу
8. Довірчі межі результату
9. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками
10. Дослідна перевірка приладів в лабораторних умовах і на виробничих об'єктах

### **Тема 3. Основи попередньої обробки експериментальних даних з використанням інформаційних технологій (К04, К13)**

Аналітичне виключення систематичних похибок. Послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань. Аналітичний спосіб перевірки відповідності розподілу.

### **Тема 4. Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях (К13, К16)**

Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях. Програмна реалізація. Організація процедур вимірювання.

В темах 3 та 4 вивчається:

1. Основи попередньої обробки експериментальних даних з використанням інформаційних технологій
2. Аналітичне виключення систематичних похибок
3. Послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань
4. Аналітичний спосіб перевірки відповідності розподілу
5. Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях
6. Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях

## **Змістовний модуль 2**

### **Робастні методи обробки даних та планування експериментів**

#### **Тема 5. Робастні методи обробки даних (К04, К13)**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Непараметричні методи обробки даних. Критерій  $\chi^2$ . Алгоритм використання робостних методів. Інформаційно-вимірювальні системи.

### **Тема 6. Критерій показників вимірювання (K04, K16)**

Критерії Колмогорова-Смирнова. Критерії знаків і серій. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні. Ранговий критерій Сижела-Тьюки.

В темах 5 та 6 вивчається:

1. Робастні методи обробки даних
2. Непараметричні методи обробки даних. Критерій  $\chi^2$
3. Критерій Колмогорова-Смирнова
4. Критерії знаків і серій
5. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні
6. Ранговий критерій Сижела-Тьюки

### **Тема 7. Матричні перетворення при обробці результатів експерименту (K13, K21)**

Ортогональне планування експерименту. Плани повного факторного експерименту. Плани дробового факторного експерименту.

### **Тема 8. Рівняння регресії та методи оптимізації (K04, K16)**

Перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії, отриманої при обробці ПФЕ і ДФЕ. Ротатабельні плани. Методи оптимізації багатофакторного експерименту.

В темах 7 та 8 вивчається:

1. Матричні перетворення при обробці результатів експерименту
2. Ортогональне планування експерименту
3. Плани повного факторного експерименту
4. Плани дробового факторного експерименту
5. Перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії отриманих при обробці ПФЕ і ДФЕ
6. Ротатабельні плани.
7. Методи оптимізації багатофакторного експерименту.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістовні модулі	Кількість годин, денна форма					Кількість годин, заочна форма				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
2	3	4	5	6	7					
<b>Модуль 1</b>										
<b>Змістовний модуль 1. Вимірювання, похибки результати вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки</b>										
<b>Тема 1.</b> Види і методи вимірювань. Основні етапи вимірювальної процедури. Похибки вимірювань та оцінювання точності отриманих результатів. Дослідна перевірка приладів в лабораторних умовах і на виробничих об'єктах.	11	4	2	4	1	1	–	1	–	–
<b>Тема 2.</b> Нормальний розподіл безперервних випадкових величин. Розподіл Стюдента. Квантилі кривої розподілу і рівні значущості. Моменти розподілу. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу. Довірчі межі результату. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.	10	4	2	4	–	–	–	–	1	–
<b>Тема 3.</b> Основи попередньої обробки експериментальних даних з використанням інформаційних технологій. Аналітичне виключення систематичних похибок. Послідовність обчислень при обробці результатів прямих	11	4	2	4	1	1	–	–	–	1



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015						Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024			
	Випуск __	Зміни 0			Екземпляр № 1			Арк 28		

вимірювань. Аналітичний спосіб перевірки відповідності розподілу										
<b>Тема 4.</b> Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях. Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях. Програмна реалізація. Організація процедур вимірювання.	10	4	1	4	1	1	1	–	–	–
Модульний контроль 1	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–
<b>Разом змістовий модуль 1</b>	43	16	8	16	3	4	1	1	1	1
<b>Змістовний модуль 2. Робастні методи обробки даних та планування експериментів</b>										
<b>Тема 5.</b> Робастні методи обробки даних. Непараметричні методи обробки даних. Критерій $\chi^2$	11	4	2	4	1	1	1	–		–
<b>Тема 6</b> Критерій Колмогорова-Смирнова. Критерії знаків і серій. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні. Ранговий критерій Сижела-Тьюки	10	4	2	4	–	1	–	–	1	–
<b>Тема 7</b> Матричні перетворення при обробці результатів експерименту. Ортогональне планування експерименту. Плани повного факторного експерименту. Плани дробового факторного експерименту	11	4	2	4	1	1	–	–	–	1
<b>Тема 8.</b> Перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії, отриманої при обробці ПФЕ і ДФЕ. Ротатабельні плани. Методи оптимізації багатфакторного експерименту	10	4	1	4	1	1	–	1	–	–

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Модульний контроль 2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом змістовий модуль 2</b>	4	16	8	16	3	60	1	1	1	1
<b>ВСЬОГО</b>	<b>86</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Вимірювання, похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки</b>			
1	Похибки вимірювань. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу	2	2
2	Попередня обробка результатів вимірювання.	2	–
3	Застосування методів виключення результатів з грубими похибками	2	–
4	Обробка експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях	2	–
<b>Змістовний модуль 2. Робастні методи обробки даних та планування експериментів</b>			
5	Застосування робастних методів обробки результатів вимірювань	2	–
6	Перевірка гіпотези про однорідність двох груп даних	2	–
7	Основи проведення багатофакторних експериментів	2	–
8	Виконання багатофакторних експериментів на основі ортогонального планування	2	–
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>2</b>

### 6. Теми лабораторних занять

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Вимірювання, похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки</b>			
1	Похибки вимірювань. Статистичні оцінки вибіркового параметрів розподілу	4	–
2	Попередня обробка результатів вимірювання.	4	–
3	Застосування методів виключення результатів з грубими похибками	4	4
4	Обробка експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях	4	–
5	Застосування робастних методів обробки результатів вимірювань	4	4
<b>Змістовний модуль 2. Робастні методи обробки даних та планування експериментів</b>			
6	Перевірка гіпотези про однорідність двох груп даних	4	–
7	Основи проведення багатофакторних експериментів	4	–
8	Виконання багатофакторних експериментів на основі ортогонального планування	4	–
	<b>Разом</b>	<b>32</b>	<b>8</b>

## 6. Завдання для самостійної роботи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Вимірювання, похибки результаті вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки</b>			
1	Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.	0,5	0,5
2	Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.		-
3	Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.	0,5	-
4	Розгляд спрощеного обчислення вибіркового середньоквадратичного відхилення	0,5	-
5	Розгляд основних класів точності вимірювання	0,5	-
6	Розгляд функціонального зв'язку між похибкою вимірювання і значенням вимірюваної величини	-	0,5
7	Вивчення рівномірного розподілу, трикутного та арксинусоїдального законів розподілу	0,5	-
8	Методи обробки експериментальних даних при прямих, непрямих, сукупних і сумісних вимірюваннях.	0,5	-
<b>Змістовий модуль 2. Робастні методи обробки даних та планування експериментів</b>			
9	Знаходження при сукупних вимірюваннях результатів вимірювань 2-х і 3-х аргументів, їх середньоквадратичних відхилень і довірчих меж.	0,5	-
10	Застосування способів перевірки відповідності досвідченого розподілу нормальному за допомогою «W-критерію».		0,5
11	Вивчення методів виключення результатів з грубими помилками. Критерій Ірвіна. Критерій Романовського. Критерій Діксону. Критерій «3σ», Райта. Критерій Смирнова. Критерій Шовене.	0,5	-
12	Робастні та непараметричні методи обробки даних.	0,5	-
13	Застосування робастних методів обробки даних.	0,5	-
14	Застосування непараметричних методів перевірки однорідності двох груп вибірок по критерію Пірсону, по критерію Колмогорова-Смирнова, по ранговому критерію Манна-Уїтні і Вілкоксона.	0,5	0,5
15	Застосування непараметричного методу перевірки подібності розсіювання двох вибірок по критерію Сижела – Тьюки		-
16	Методи проведення багатофакторного експерименту та його оптимізації..	0,5	-
<b>РАЗОМ</b>		<b>6</b>	<b>2</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

1. Які є види вимірювань ?
2. В чому полягають урахування умов вимірювань?
3. Чим відрізняються статичні і динамічні вимірювання?
4. В чому полягає результат вимірювання?
5. Які є основні класи точності вимірювання?
6. Чим відрізняються однократні і багатократні вимірювання?
7. В чому полягають основні етапи вимірювальної процедури
8. Які є способи вираження похибки вимірювань?
9. Які є складові погрішності вимірювань
10. Якими є функціональні зв'язки між погрішністю вимірювання і значенням вимірюваної величини?
11. В чому полягають статична і динамічна складові погрішності вимірювань
12. В чому полягає розподіл вірогідності значень дискретної випадкової величини ?
13. В чому полягає закон розподілу безперервної випадкової величини?
14. В чому полягає нормальний розподіл безперервних випадкових величин?
15. Що таке розподіл Стюдента?
16. Що таке рівномірний розподіл, трикутний розподіл, арксинусоїдальний закон розподілу?
17. В чому полягають квантилі кривої розподілу і рівні значущості?
18. Що таке моменти розподілу?
19. В чому полягають статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу?
20. Що таке середнє арифметичне вибірки?
21. Що таке середньоквадратичне відхилення для вибірки?
22. Як відбувається спрощене обчислення вибіркового середньоквадратичного відхилення?
23. Як розраховується середньоквадратичне відхилення результату?
24. Як розраховуються довірчі межі результату?
25. Як відбувається обробка рівноточних спостережень?
26. Як розраховується коефіцієнт кореляції між двома вибірками?
27. Що таке нерівноточні спостереження?
28. В чому полягає попередня обробка експериментальних даних?
29. В чому полягають методи виключення результатів грубими погрішностями по критеріям Ірвіна, Романовського, Діксону, “3 $\sigma$ ”, Смирнова, Шовене ?
30. Як відбувається аналітичне виключення систематичних погрішностей?
31. Як відбувається експериментальне виключення систематичних погрішностей?
32. Що таке рандомізація?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

33. В чому полягає оптимізація правильності вимірювань
34. В чому полягає загальна форма представлення результатів технічних вимірювань ?
35. В чому полягають особливості представлення результату одноразового вимірювання ?
36. Як відбувається послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань
37. В чому полягає аналітичний спосіб перевірки відповідності до розподілу нормального за допомогою «W-критерію»?
38. Як відбувається визначення довірчої межі загальної погрішності результату вимірювання?
39. Як відбувається запис результату прямого вимірювання
40. В чому полягають особливості обробки експериментальних даних при прямих нерівноточних вимірювань?
41. Що таке лінійна регресія?
42. В чому полягає послідовність обчислень при обробці непрямих вимірювань?
43. Як відбувається перевірка відсутності кореляції між результатами спостережень при непрямих вимірюваннях
44. Як визначаються результати непрямого вимірювання
45. В чому полягає залежність погрішності результату непрямого вимірювання від погрішності аргументів?
46. Як визначаються довірчі межі погрішності результату непрямого вимірювання
47. Що таке критерій нікчемних приватних погрішностей ?
48. В чому полягає використання принципу Лежандра при обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях?
49. В чому полягає методика отримання нормальних рівнянь при використанні принципу Лежандра ?
50. Як відбувається вирішення системи нормальних рівнянь?
51. Як розраховується середньоквадратичне відхилення результатів сукупних або сумісних вимірювань
52. Як розраховуються довірчі межі випадкової погрішності результатів сукупних або сумісних вимірювань?
53. В чому полягають робастні методи обробки даних ?
54. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критерію Пірсона  $\chi^2$  ?
55. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критерію Колмогорова-Смирнова?
56. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критеріям знаків і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

серій?

57. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по ранговому критерію Манна-Уїтні і Вілкоксона ?

58. В чому полягає перевірка подібності розсіювання двох вибірок по ранговому критерію Сижела ?

59. В чому полягає ортогональне планування експерименту ?

60. В чому полягають плани повного факторного експерименту ?

61. В чому полягають плани дробного факторного експерименту?

62. Як відбувається перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії?

63. В чому полягає ортогональний центрально-композиційний план другого порядку?

64. В чому полягають рототабельні плани ?

65. В чому полягає рототабельний ортогональний центрально-композиційний план ?

66. Як відбувається оптимізація методом крутого сходження по поверхні відгуку ?

67. Що таке композиційні плани Бокса-Уїлсона ?

68. В чому полягає метод послідовного сімплекс-планування?

## 8. Методи навчання

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

Результат навчання	Методи навчання
ПРО6	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Результат навчання	Методи навчання
	(анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
<i>ПР14</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)</li> </ul>
<i>ПР12</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого</li> </ul>



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Результат навчання	Методи навчання
	матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
<i>ПР06</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul>
<i>ПР12</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Самооцінювання та взаємооцінювання</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul>
<i>ПР14</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Результат навчання	Методи контролю
	індивідуальних завдань – Самооцінювання та взаємооцінювання – Перевірка виконання завдань модульного контролю – Екзамен

## 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, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми навчання.

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.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни.

Модульний контроль здійснюється у формі модульної контрольної роботи. Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми навчання</b>	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми навчання</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

### 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	48	-
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	12	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): –участь у конференціях, семінарах або інших наукових заходах; –презентація інноваційних ідей на тему, що вивчається; –участь у наукових студентських конференціях (написання тези доповідей та презентація доповіді на конференції); –публікація наукових статей; участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах	до 20	-
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### 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, участь у дискусії	16	-
Виконання та захист лабораторних робіт	32	-
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>48</b>	<b>-</b>

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:

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

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);

$ВК_i$  – 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.

#### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр
Виконання завдань модульного контролю 1	20
Виконання завдань модульного контролю 2	20
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>

Зарахування балів за виконання завдань модульного контролю здійснюється за умови, що здобувач вищої освіти набрав не менше 60% від максимальної кількості балів, які передбачені для даного виду контролю.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання виконав завдання модульного контролю і з урахуванням отриманих балів за поточний контроль 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 денної форми навчання під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 20 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 15–19 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми<sup>1</sup>. 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 14 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<sup>1</sup>.

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».

<sup>1</sup> Положення щодо вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, не поширюється на останній семестр навчання на всіх рівнях вищої освіти.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

## Шкала оцінювання

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

## 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1.	Адаптивна ідентифікація	Adaptive identification
2.	Адекватність математичної моделі	Adequacy of the mathematical model
3.	Алгоритм	Algorithm
4.	Аналітичне моделювання	Analytical modeling
5.	Аналогове моделювання	Analog modeling
6.	Безперервне моделювання	Continuous simulation
7.	Випадковий сигнал	Random signal
8.	Взаємна кореляційна функція	Mutual correlation function
9.	Декомпозиція системи	Decomposition of the system
10.	Детермінована математична модель	Deterministic mathematical model
11.	Достовірність математичної моделі	Reliability of the mathematical model
12.	Економічність математичної моделі	Economy of the mathematical model
13.	Елемент	Element
14.	Зв'язок	Communication
15.	Ідентифікація	Identification
16.	Імітаційна математична модель	Simulation mathematical model
17.	Інформаційна модель	Information model
18.	Інформаційний параметр сигналу	Information parameter of the signal
19.	Кількісні фактори	Quantitative factors



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
20.	Кількість інформації	Amount of information
21.	Комп'ютерне моделювання	Computer simulation
22.	Кореляційна функція	Correlation function
23.	Макетування	Layout
24.	Математичне моделювання	Mathematical modeling
25.	Математична модель	Mathematical model
26.	Модель	Model
27.	Моделювання	Modeling
28.	Наочність математичної моделі	Clarity of the mathematical model
29.	Натурне моделювання	Natural modeling
30.	Об'єкт моделювання	Modeling object
31.	Об'єктно-орієнтований підхід	Object-oriented approach
32.	Похибка	Error
33.	Програма схемотехнічного моделювання	Circuit modeling program
34.	Псевдовипадкова бінарна послідовність	A pseudo-random binary sequence
35.	Системний аналіз	System analysis
36.	Синтез	Synthesis
37.	Система комп'ютерної математики	System of computer mathematics
38.	Стохастична математична модель	Stochastic mathematical model
39.	Структурно-алгоритмічний підхід	Structural and algorithmic approach
40.	Структура системи	System structure
41.	Структурна математична модель	Structural mathematical model
42.	Структурна оптимізація	Structural optimization
43.	Теоретичні математичні моделі	Theoretical mathematical models
44.	Технічна система	Technical system
45.	Топологічний опис	Topological description
46.	Точність математичної моделі	Accuracy of the mathematical model
47.	Фізичне моделювання	Physical modeling
48.	Формалізація	Formalization
49.	Функціональна математична модель	Functional mathematical model
50.	Цільова функція	Objective function

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
51.	Цифрове моделювання	Digital modeling
52.	Чисельний метод	Numerical method
53.	Чисельний метод інтегрування	Numerical method of integration
54.	Чисельний метод диференціювання	Numerical method of differentiation

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Математичні та програмні засоби моделювання інформаційно-вимірювальних систем : навч. посібник / Подчашинський Ю.О., Чепюк Л.О., Воронова Т.С., Лугових О.О., Шавурська Л.Й. – Житомир : Житомирська політехніка, 2024. – 264 с.

2. Безвесільна О. М. Наукові дослідження в галузі автоматизації та приладобудування. Проектування та моделювання комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем : підручник, затверджений Вченою радою Державного університету "Житомирська політехніка" / О. М. Безвесільна, Ю. О. Подчашинський. – Київ : ДП «Редакція інформаційного бюлетеня «Офіційний вісник Президента України», 2021. – 896 с.

3. Пасічник В. В. Моделювання складних систем / В. В. Пасічник, Я. І. Виклюк, Р. М. Камінський. – Львів : Новий світ, 2021. – 404 с.

4. Рябенький В. М. Моделювання пристроїв обробки цифрових сигналів / В. М. Рябенький, Л. В. Солобутко. – К. : Кондор, 2021. – 352 с.

5. Павлиш В. А. Основи біотехнічних систем та їх моделювання / В. А. Павлиш, Л. К. Гліненко. – Львів : Львівська політехніка, 2020. – 380 с.

6. Онисик С. Б. Моделювання об'єктів керування. Поняття. Тлумачення. Моделі. Дослідження / С. Б. Онисик. – Львів : Львівська політехніка, 2019. – 300 с.

7. Заяць В. М. Методи, алгоритми та програмні засоби для моделювання і аналізу динаміки складних об'єктів і систем на основі дискретних моделей / В. М. Заяць. – Львів : Новий світ-2000, 2020. – 400 с.

8. Лупенко С. А. Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах / С. А. Лупенко. – Львів : Магнолія, 2021. – 344 с.

9. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб. / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередников, В. В. Трейтяк. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.

10. Моделювання та оптимізація систем : підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов. – Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

11. Кузьмичов А. І. Ймовірнісне та статистичне моделювання в Excel для прийняття рішень : навч. посібник / А. І. Кузьмичов, Н. Г. Бишовець, Г. В. Куценко та ін. – К. : Ліра К, 2019. – 300 с.

### *Допоміжна література*

1. Гліненко Л. К., Сухонос О. Г. Основи моделювання технічних систем: Навчальний посібник. – Львів: Вид-во «Бескид Біт», 2003. – 176 с.

2. Томашевський В. М. Моделювання систем: підруч. для студ. ВНЗ / за заг. ред. М. З. Згуровського. – К. : Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.

3. Кветний Р. Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень : навч. Посібник / Р. Н. Кветний, І. В. Богач, О. Р. Бойко та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 193 с.

4. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навч. посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

5. Гліненко Л. К. Основи моделювання технічних систем: навч. посіб. для студ. ВНЗ / Л. К. Гліненко, О. Г. Сухонос. – Львів : Бескид Біт, 2003. – 176 с.

6. Лебідь Р. Д. Математичні методи в моделюванні систем: навч. посіб. для студ. втузів / Р. Д. Лебідь, І. А. Жуков, М. М. Гузій. – К. : КМУЦА, 2000. – 158 с.

7. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – К. : Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.

8. Шматок С. О. Автоматизоване проектування систем керування на основі MATLAB : навч. посібник / С. О. Шматок, Ю. О. Подчашинський. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 172 с.

9. Бутко І. М. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях / І. М. Бутко, М. Ю. Дітковська, М. П. Бутко. – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 360 с.

10. Федосов Б. Т. Моделювання електромеханічних систем : навч. посібник / Б. Т. Федосов, С. Г. Чорний, В. П. Щокін. – К. : Кондор, 2018. – 204 с.

11. Програмування і математичне моделювання: підручник для студ. вищих навч. закл. / І. О. Хвищун ; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. — Київ : Ін Юре: Видавничий центр Львівського національного університету ім. Івана Франка, 2007. — 544 с.

12. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур ; за ред. М. С. Сегеди ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — 2-ге вид. — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013. — 608 с.

13. Стоцько З. А. Моделювання технологічних систем / З. А. Стоцько. – Львів : Львівська політехніка, 2013. – 188 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК28- 1-2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Матеріали з дисципліни «Методи обробки результатів експериментів» кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»»: <http://learn.ztu.edu.ua>.