

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

31 серпня 2022 р., протокол № 7

Голова Вченої ради

Олексій ГРОМОВИЙ



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

30 серпня 2022 р., протокол № 8

Завідувач кафедри

Юрій Подчашинський Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ

Юрій Подчашинський

Юрій Подчашинський

Розробник: д.т.н., проф., завідувач кафедри метрології та інформаційно-
вимірювальної техніки ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій

Житомир
2022 – 2023 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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
		5-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 год. самостійної роботи студента – 2,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	4 год.
		Практичні	
		16 год.	2 год.
		Лабораторні	
		32 год.	8 год.
		Самостійна робота	
40 год.	106 год.		
Вид контролю: екзамен.			

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

для денної форми навчання – 67 % аудиторних занять, 33 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання 12 % аудиторних занять, 88 % самостійної та індивідуальної 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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета 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 сформувані у студентів практичні навички і уміння прийняття обґрунтованих і професійно-грамотних рішень в практиці розробки та експлуатації вимірювальних систем.

Основними завданнями вивчення 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»:

К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

К13. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

К16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

К21. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

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

ПРО6. 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.

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 4

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1

Вимірювання, похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки

Лекція 1. 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.

Лекція 2. 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.

В лекціях 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

Лекція 3. Основи попередньої обробки експериментальних даних з використанням інформаційних технологій. Аналітичне виключення систематичних похибок. Послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань. Аналітичний спосіб перевірки відповідності розподілу.

Лекція 4. Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях. Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях. Програмна реалізація. Організація процедур вимірювання.

В лекціях 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

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 5

Змістовний модуль 2

Робастні методи обробки даних та планування експериментів

Лекція 5. Робастні методи обробки даних. Непараметричні методи обробки даних. Критерій χ^2 .

Лекція 6. Критерій Колмогорова-Смирнова. Критерії знаків і серій. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні. Ранговий критерій Сижела-Тьюки.

В лекціях 5 та 6 вивчається:

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

Лекція 7. Матричні перетворення при обробці результатів експерименту. Ортогональне планування експерименту. Плани повного факторного експерименту. Плани дробового факторного експерименту.

Лекція 8. Перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії, отриманої при обробці ПФЕ і ДФЕ. Ротатабельні плани. Методи оптимізації багатofакторного експерименту.

В лекціях 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 багатofакторного 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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/6

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістовні модулі	Кількість годин, денна форма					Кількість годин, заочна форма				
	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні роботи	Самостійна робота
2	3	4	5	6	7					
Модуль 1										
Змістовний модуль 1. Вимірювання, похибки результаті вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки										
Тема 1. Види і методи вимірювань. Основні етапи виміральної процедури. Похибки вимірювань та оцінювання точності отриманих результатів. Дослідна перевірка приладів в лабораторних умовах і на виробничих об'єктах.	15	4	2	4	5	15	–	2	–	13
Тема 2. Нормальний розподіл безперервних випадкових величин. Розподіл Стюдента. Квантілі кривої розподілу і рівні значущості. Моменти розподілу. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу. Довірчі межі результату. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.	15	4	2	4	5	15	–	–	–	15
Тема 3. Основи попередньої обробки експериментальних даних з використанням інформаційних технологій. Аналітичне виключення систематичних похибок. Послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань. Аналітичний спосіб перевірки відповідності розподілу	15	4	2	4	5	15	2	–	4	9
Тема 4. Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях.	15	4	2	4	5	15	–	–	–	15

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- 2022
	Екземляр № 1	Арк 14/7

Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях. Програмна реалізація. Організація процедур вимірювання.										
Разом змістовий модуль 1	60	16	8	16	20	60	2	2	4	52
Змістовний модуль 2. Робастні методи обробки даних та планування експериментів										
Тема 5. Робастні методи обробки даних. Непараметричні методи обробки даних. Критерій χ^2	15	4	2	4	5	15	2	–	4	9
Тема 6 Критерій Колмогорова-Смирнова. Критерії знаків і серій. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні. Ранговий критерій Сижелатьюки	15	4	2	4	5	15	–	–	–	15
Тема 7 Матричні перетворення при обробці результатів експерименту. Ортогональне планування експерименту. Плани повного факторного експерименту. Плани дробового факторного експерименту	15	4	2	4	5	15	–	–	–	15
Тема 8. Перевірка значущості коефіцієнтів і адекватності рівняння регресії, отриманої при обробці ПФЕ і ДФЕ. Ротатабельні плани. Методи оптимізації багатофакторного експерименту	15	4	2	4	5	15	–	–	–	15
Разом змістовий модуль 2	60	16	8	16	20	60	2	–	4	54
ВСЬОГО	120	32	16	32	40	120	4	2	8	106

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 8

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
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	–
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	–
	Разом	16	2

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Похибки вимірювань. Статистичні оцінки вибірових 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
6	Перевірка гіпотези про однорідність двох груп даних	4	–
7	Основи проведення багатофакторних експериментів	4	–
8	Виконання багатофакторних експериментів на основі ортогонального планування	4	–
	Разом	32	8

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 9

7. Завдання для самостійної роботи

1. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.
2. Розгляд спрощеного обчислення вибіркового середньоквадратичного відхилення
3. Розгляд основних класів точності вимірювання
4. Розгляд функціонального зв'язку між похибкою вимірювання і значенням вимірюваної величини
5. Вивчення рівномірного розподілу, трикутного та арксинусоїдального законів розподілу
6. Методи обробки експериментальних даних при прямих, непрямих, сукупних і сумісних вимірюваннях.
7. Знаходження при сукупних вимірюваннях результатів вимірювань 2-х і 3-х аргументів, їх середньоквадратичних відхилень і довірчих меж.
8. Застосування способів перевірки відповідності досвідченого розподілу нормальному за допомогою «W-критерію».
9. Вивчення методів виключення результатів з грубими помилками. Критерій Ірвіна. Критерій Романовського. Критерій Діксону. Критерій “3 σ ”, Райта. Критерій Смирнова. Критерій Шовене.
10. Робастні та непараметричні методи обробки даних.
11. Застосування робастних методів обробки даних.
12. Застосування непараметричних методів перевірки однорідності двох груп вибірок по критерію Пірсону, по критерію Колмогорова-Смирнова, по ранговому критерію Манна-Уїтні і Вілкоксона.
13. Застосування непараметричного методу перевірки подібності розсіювання двох вибірок по критерію Сижела – Тьюки.
14. Методи проведення багатофакторного експерименту та його оптимізації..

8. Індивідуальні 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

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 10

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 вибіркового 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 σ ”, Смирнова, Шовене ?
30. Як відбувається аналітичне виключення систематичних погрішностей?
31. Як відбувається експериментальне виключення систематичних погрішностей?
32. Що таке рандомізація?
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 нормальному 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

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 11

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 критетій 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 Пірсону χ^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 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 центральньо-композиційний план другого порядку?
64. В чому полягають рототабельні плани ?
65. В чому полягає рототабельний ортогональний центральньо-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?

9. Методи навчання

Методи навчання:

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- 2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 14/ 12</i>

- МН1 – вербальні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);
- МН2 – наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- МН3 – практичні (різні види вправ та завдань, виконання розрахунків, практики);
- МН4 – пояснювально-ілюстративний (передбачає надання готової інформації викладачем та її засвоєння студентами);
- МН5 – репродуктивний, в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком;
- МН6 – метод проблемного викладу;
- МН7 – частково-пошуковий (евристичний);
- МН9 – дискусійний метод;
- МН10 – метод активного навчання (проведення ділових ігор, ігрового проектування);
- МН11 – ситуаційний метод, рішення кейсових завдань.

10. Методи контролю

Методи контролю:

- МО1 – оцінювання роботи під час аудиторних занять;
- МО2 – виконання лабораторних та практичних завдань;
- МО3 – поточне тестування;
- МО4 – виконання аудиторної контрольної роботи;
- МО5 – захист індивідуального завдання;
- МО6 – екзамен.

Контрольні заходи включають поточний та підсумковий модульний контроль в тому числі у вигляді модульних контрольних робіт.

Засоби діагностики успішності навчання – поточний та підсумковий модульний контроль. Форма проведення поточного контролю: усне опитування, вирішення ситуаційних задач, тестовий контроль, виконання лабораторної та практичної роботи. Форма проведення підсумкового контролю: модульні контрольні роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних та практичних занять для перевірки рівня підготовки студента до виконання конкретної роботи. Форма проведення поточного контролю: усне опитування, вирішення ситуаційних задач, тестовий контроль, виконання лабораторної та практичної роботи. Оцінюється вхідний, проміжний, кінцевий рівень знань студента.

Форма підсумкового контролю успішності навчання – екзамен

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- 2022
	Екземпляр № 1	Арк 14/ 13

11. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота			
Змістовий модуль №1			
T1	T2	T3	T4
10	10	15	15

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль №2				
T5	T6	T7	T8	100
10	15	15	10	

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою	Екзамен	Бали
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

12. Рекомендована література

Основна література

1. Безвесільна О.М., Подчашинський Ю.О. Методи планування та обробки результатів експериментів : підручник. – К. : НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського; Ж.: Державний університет "Житомирська політехніка", 2021. – 232 с.

2. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.І., Івахів О.В., Бойко Т.Г. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин : Підручник. – Л. : Бескид Біт, 2008. – 618с.

3. Яцук В.О., Малачівський П.С. Методи підвищення точності вимірювань : Підручник. – Л. : Бескид Біт, 2008. – 368с.

4. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю. Основи теорії невизначеності вимірювань : навч. посібник. – вид. стер. – Херсон : Олді-плюс, 2018. – 224 с.

5. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський С.Т. Непевність результатів вимірювань, контролю та випробувань : підручник. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 352 с.

6. Кухарчук В.В., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Г., Грабко В.В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник. – стереотип. вид. – Херсон : Олді-плюс, 2020. – 538 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- 2022
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 14/ 14</i>

7. Володарський Э.Т., Кашева Л.О. Статистична обробка даних : навч. посібник. – К. : КНАУ, 2008. – 308с.

8. Прокопенко І. Г. Статистична обробка сигналів : навч. посібник. – К. : НАУ, 2011. – 220 с.

9. Нечаєв В.П., Берідзе Т.М., Кононенко В.В., Рябушенко Н.В., Брадул О.М. Теорія планування експерименту : Навч. посібник. – К. : Кондор, 2009. – 232с.

Додаткова література

10. Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посібник. – 5-те вид., випр. та доп. – К. : Цул, 2010. – 424с.

11. Глеч С.Г., Ледяєв С.Ф., Ольшанська І.В. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посібник. – Севастополь : СевНТУ, 2011. – 176 с.

12. Головня Р.М., Коваль В.О., Луциков О.В. Збірник завдань з теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів : навч. посібник. – Ж. : ЖДТУ, 2011. – 140 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://www.osvita.ua>
2. <https://bookname.com.ua>
3. <https://www.pcblibraries.com>
4. <https://www.ebooks.com>