

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/М/ОК6-2022
	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 ПЛАНУВАННЯ ТА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТІВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
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 2022р., протокол № 8

Завідувач кафедри

Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ
Гарант ОПП

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/М/ОК6-2022
	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-вимірювальна техніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		16 год.	4 год.
		Практичні	
		16 год.	2 год.
		Лабораторні	
		16 год.	8 год.
		Самостійна робота	
72 год.	106 год.		
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 40 % аудиторних занять, 60 % 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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Методи планування та обробки результатів експериментів» є вивчення на базі сучасного математичного апарату методів планування та 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 планування та обробки результатів експериментів сформувати у студентів практичні навички і уміння прийняття обґрунтованих і професійно-грамотних рішень в практиці розробки та експлуатації інформаційно-вимірювальних систем.

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу підручника є самостійна робота студентів з літературою, довідниками.

Основними завданнями вивчення дисципліни є набуття студентами знань, умінь і здатностей щодо побудови, експлуатації та розробки комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем з вимірювальним каналом, що використовує програмно-алгоритмічні методи обробки вимірювальної інформації.

У дисципліні «Методи планування та обробки результатів експериментів» вивчається сукупність операцій, здійснюваних над об'єктом досліджень з метою отримання інформації про його властивості. Одним з головних завдань експериментального дослідження є отримання і перевірка математичної моделі об'єкту, що описує у кількісній формі взаємозв'язок між вхідними і вихідними параметрами об'єкту. Другім завданням обробки отриманої в результаті експерименту інформації є завдання оптимізації, тобто знаходження такої комбінації впливаючих незалежних змінних, при якій вибраний показник оптимальності набуває екстремального значення.

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 планування експерименту дозволяє визначити похибки математичної моделі і оцінити її адекватність.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 4

К04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

К11. Здатність обирати та застосовувати придатні математичні методи, комп'ютерні технології, а також підходи до стандартизації та сертифікації для вирішення завдань в сфері метрології та інформаційно-виміральної техніки.

К13. Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментальної інформатики.

К14. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань метрології та інформаційно-виміральної техніки.

К17. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно-виміральної техніки та прикладного програмного забезпечення.

К18. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-виміральної техніки.

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

ПР01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

ПР02. Знати і розуміти основні поняття теорії вимірювань, застосовувати на практиці та при комп'ютерному моделюванні об'єктів та явищ.

ПР04. Вміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

ПР07. Вміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи метрологічної спрямованості, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

ПР08. Володіти сучасними методами та методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 5

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Планування експериментів.

Тема 1. Методологія та проведення експериментальних досліджень

Сутність, мета, функції наукового експерименту. Класифікація експериментів. Сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту. Системний підхід. Методологія експериментальних досліджень. Проведення експерименту. Типові помилки в проведенні експерименту. Робоче місце експериментатора та організація експерименту.

Тема 2. Матричні перетворення при обробці результатів експерименту.

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

Тема 3. Методи планування експериментів.

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

Тема 4. Вибір і застосування аналітичних, розрахункових та експериментальних методів проведення досліджень.

Методи проведення досліджень. Інтерпретація результатів досліджень. Методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

Змістовний модуль 2. Похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки. Робастні методи обробки даних.

Тема 5. Теоретичні основи та математичні методи обробки результатів експериментів.

Нормальний розподіл безперервних випадкових величин. Розподіл Стьюдента. Квантілі кривої розподілу і рівні значущості. Моменти розподілу. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу. Довірчі межі результату. Визначення коефіцієнта кореляції між двома вибірками.

Тема 6. Основи попередньої обробки експериментальних даних.

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

Тема 7. Комп'ютеризовані методи дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

Методика обробки експериментальних даних при непрямих вимірюваннях. Методика обробки експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях.

Тема 8. Робастні та непараметричні методи обробки даних.

Критерій χ^2 . Критерій Колмогорова-Смирнова. Критерії знаків і серій. Критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні. Ранговий критерій Сижела-Тьюки.

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 6

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	лекції	практичні	лабораторні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	лабораторні	самостійна робота
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Планування експериментів										
Тема 1. Методологія та проведення експериментальних досліджень	15	2	2	2	9	15	1			14
Тема 2. Матричні перетворення при обробці результатів експерименту	15	2	2	2	9	15	1			14
Тема 3. Методи планування експериментів	15	2	2	2	9	15			4	11
Тема 4. Вибір і застосування аналітичних, розрахункових та експериментальних методів проведення досліджень	15	2	2	2	9	15		1		14
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	60	8	8	8	36	60	2	1	4	53
Змістовий модуль 2. Похибки результатів вимірювань та їх компенсація шляхом алгоритмічної обробки. Робастні методи обробки даних										
Тема 5. Теоретичні основи та математичні методи обробки результатів експериментів	15	2	2	2	9	15	1			14
Тема 6. Основи попередньої обробки експериментальних даних	15	2	2	2	9	15	1			14
Тема 7. Комп'ютеризовані методи дослідження та опрацювання результатів вимірювань	15	2	2	2	9	15			4	11
Тема 8. Робастні та непараметричні методи обробки даних	15	2	2	2	9	15		1		14
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	60	8	8	8	36	60	2	1	4	53
ВСЬОГО	120	16	16	16	72	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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 7

5. Теми практичних та лабораторних занять

№ з/п	Назва теми практичного заняття	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Основи проведення багатофакторних експериментів	2	-
2	Виконання багатофакторних експериментів	2	-
3	Виконання багатофакторних експериментів на основі ортогонального планування	2	-
4	Використання статистичних гіпотез при обробці результатів експериментів	2	1
5	Робастні методи обробки результатів вимірювань	2	1
6	Непрямі вимірювання та обробка їх результатів	2	-
7	Апроксимація функціональних залежностей на основі експериментальних даних	2	-
8	Сумісні вимірювання та обробка їх результатів	2	-
РАЗОМ		16	2

№ з/п	Назва теми лабораторного заняття	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Основи проведення багатофакторних експериментів	4	4
2	Виконання багатофакторних експериментів на основі ортогонального планування	4	-
3	Перевірка статистичних гіпотез щодо властивостей експериментальних даних	4	-
4	Методи апроксимації функціональних залежностей та обробка результатів сумісних вимірювань	4	4
РАЗОМ		16	8

6. 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 нормального законів

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 8

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 експериментального розподілу нормальному за допомогою «W-критерію».

9. Вивчення методів виключення результатів з грубими помилками. Критерій Ірвіна. Критерій Романовського. Критерій Діксону. Критерій “3σ”, 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. Застосування непараметричного методу перевірки подібності розсіювання двох вибірок по критерію Сижела – Тьюки.

13. Методи проведення багатофакторного експерименту та його оптимізації.

14. Побудова планів повного та дробового факторних експериментів.

15. Розглянути більш детально метод послідовного сімплекс-планування

16. Побудувати план другого порядку для прикладу на основі ортогонального центрального симетричного композиційного плану і перевірити значущість коефіцієнтів рівняння регресії

17. В чому полягає розподіл вірогідності значень дискретної випадкової величини ?

18. В чому полягає закон розподілу безперервної випадкової величини?

19. В чому полягає нормальний розподіл безперервних випадкових величин?

20. Що таке розподіл Стьюдента?

21. Що таке рівномірний розподіл, трикутний розподіл, нормальний закон розподілу?

22. В чому полягають квантілі кривої розподілу і рівні значущості?

23. Що таке моменти розподілу?

24. В чому полягають статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу?

25. Що таке середнє арифметичне вибірки?

26. Що таке середньоквадратичне відхилення для вибірки?

27. Як відбувається спрощене обчислення вибірового середньоквадратичного відхилення?

28. Як розраховується середньоквадратичне відхилення результату?

29. Як розраховуються довірчі межі результату?

30. Як відбувається обробка рівноточних спостережень?

31. Як розраховується коефіцієнт кореляції між двома вибірками?

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 9

32. Що таке нерівноточні спостереження?
33. В чому полягає попередня обробка експериментальних даних?
34. В чому полягають методи виключення результатів грубими погрішностями по критеріям Ірвіна, Романовського, Діксону, “3 σ ”, Смирнова, Шовене ?
35. Як відбувається аналітичне виключення систематичних погрішностей?
36. Як відбувається експериментальне виключення систематичних погрішностей?
37. Що таке рандомізація?
38. Як відбувається послідовність обчислень при обробці результатів прямих вимірювань?
39. В чому полягає аналітичний спосіб перевірки відповідності до розподілу нормальному за допомогою «W-критерію»?
40. Як відбувається визначення довірчої межі загальної похибки результату вимірювання?
41. Як відбувається запис результату прямого вимірювання?
42. В чому полягають особливості обробки експериментальних даних при прямих нерівноточних вимірювань?
43. Що таке лінійна регресія?
44. В чому полягає послідовність обчислень при обробці непрямих вимірювань?
45. Як відбувається перевірка відсутності кореляції між результатами спостережень при непрямих вимірюваннях?
46. Як визначаються результати непрямих вимірювання?
47. Як розраховується середньоквадратичне відхилення результатів сукупних або сумісних вимірювань?
48. Як розраховуються довірчі межі випадкової погрішності результатів сукупних або сумісних вимірювань?
49. В чому полягають робастні методи обробки даних ?
50. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критерію Пірсона χ^2 ?
51. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критерію Колмогорова-Смирнова?
52. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по критеріям знаків і серій?
53. В чому полягає перевірка однорідності двох груп вибірок по ранговому критерію Манна-Уїтні і Вілкоксона ?
54. В чому полягає перевірка подібності розсіювання двох вибірок по ранговому критерію Сижела ?
55. В чому полягає ортогональне планування експерименту ?
56. В чому полягають плани повного факторного 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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 10

57. В чому полягають плани дробового факторного експерименту?

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

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

60. В чому полягають рототабельні плани ?

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

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

63. Що таке композиційні плани Бокса-Уїлсона ?

64. В чому полягає метод послідовного сімплекс-планування?

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні семестрові завдання виконуються у формі розрахункової роботи.

Завдання 1. Обробка результатів рівноточних багатократних вимірювань

В результаті рівноточних багатократних вимірювань фізичної величини отримано результати вимірювань. Будемо рахувати, що систематична похибка відсутня. Потрібно надати точкові та інтервальні оцінки випадкової складової похибки вимірювань фізичної величини.

Послідовність виконання завдання:

1. Обчислити оцінку дійсного значення фізичної величини (середньоарифметичне значення, середньгеометричне значення та медіану результатів вимірювань).

2. Обчислити оцінку випадкової похибки проведених вимірювань (дисперсію та середньквадратичне значення отриманих результатів вимірювань відносно оцінки фізичної величини з п.1).

3. Визначити закон розподілу результатів вимірювань на основі побудови гістограми.

4. Перевірити результати вимірювань на наявність грубих помилок за будь-якими трьома критеріями з списку: критерій Ірвіна, критерій Романовського, критерій Диксона, критерій 3 сігма, критерій Смирнова, критерій Шовене. Виключити з вибірки виявлені результати з грубими помилками.

5. Повторити пп. 1-3 після виключення грубих помилок.

6. Обчислити межі довірчого інтервалу випадкової похибки для ймовірності $p=0,95$ та закону розподілу, визначеного в пп. 3 та 5.

Вказані в пп. 1-6 провести в ручному режимі. Також для цих обчислень

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 11

скласти програму розрахунків та отримати результати. Порівняти результати ручного розрахунку та роботи програми, зробити висновки.

Завдання 2. Обробка результатів сумісних вимірювань

В результаті сумісних вимірювань отримано результати вимірювань двох фізичних величин x та y , що пов'язані між собою лінійною функціональною залежністю. Будемо рахувати, що систематична похибка відсутня. Потрібно обчислити оцінки параметрів a і b лінійної залежності $y=ax+b$, та визначити точність цих оцінок.

Оцінки обчислити за методом найменших квадратів та за методом оцінок на основі ортогональної регресії. Для проведення розрахунків скласти програму. Також оцінити параметри лінійної залежності графічним методом.

Порівняти отримані результати двох варіантів розрахунків та графічної оцінки, зробити висновки.

8. Методи навчання

Методи навчання:

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.

На лекційних заняттях: розповідь, пояснення, демонстрація, бесіда, дискусія. На лабораторних заняттях: пояснення, розв'язування ситуаційних задач, виконання індивідуального варіанту завдання. Самостійна робота студента: вивчення розділів основної і допоміжної літератури, реферати, повідомлення, науково-пошукові, дослідницькі проекти.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, практична робота, вправи. За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний,

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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 12

аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний. За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Методи контролю

Методи контролю:

МО1 – оцінювання роботи під час аудиторних занять;

МО2 – виконання 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.

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

10. Розподіл балів

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

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Змістовий модуль №2				
T5	T6	T7	T8	100
10	10	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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 13

Шкала оцінювання

За шкалою ЄКТС	За національною шкалою	Бали
	Екзамен	
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FХ	Незадовільно	35-59
F		0-34

11. 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. Нечаєв В.П., Берідзе Т.М., Кононенко В.В., Рябушенко Н.В., Брадул О.М. Теорія планування експерименту : Навч. посібник. – К. : Кондор, 2009. – 232с.
3. Антонюк В.С., Полонський Л.Г., Аверченков В.І., Малахов Ю.А. Методологія наукових досліджень : навч. посібник. – К. : НТУУ "КПІ", 2015. – 276 с.
4. Безвесільна О. М., Подчашинський Ю.О. Наукові дослідження в галузі автоматизації та приладобудування. Проектування та моделювання комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем : підручник. – К. : НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського; Ж.: Державний університет "Житомирська політехніка", 2021. – 896с.
5. Безвесільна О. М., Подчашинський Ю.О., Тимчик Г.С. Наукові дослідження в галузі вимірювання механічних величин : Підручник. – Ж. : ЖДТУ, 2011. – 976с.
6. Нечаєв В.П. Теорія планування експерименту. Кондор, 2009. – 232 с.

Допоміжна література

7. Бутко М.П., Бутко І.М., Дітковська М.Ю., Мурашко М.І., Олійченко І.М. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях : Підручник. – К. : ЦУЛ, 2016. – 360 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/М/ОК6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 14

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

9. Конспект лекцій з курсу «Планування і обробка результатів експерименту». Харків. Нац. унт міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Л. А. Назаренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 163 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

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