

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра Машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФІМ

Олександренко В.П.

30

08

2020 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Вимірювальні прилади та методи вимірювань**

Освітньо-наукова програма **Галузеве машинобудування**

Рівень вищої освіти **третій (доктор філософії)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладачі	Майдан Павло Сергійович
Профайл викладача	http://maees.khnu.km.ua/?page_id=556
Е-мэй викладача(ів)	gugenot@i.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7279
Навчальний рік	2020-2021
Консультації	Очі: вівторок, 3-а пара, 3-111; четвер, 3-а пара, 3-111; онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестро-вого контролю			
		Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проєкт	Курсова робота	Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
В	Д	4	120	54	36	18	-	-	66	-	-	+	-

Анотація дисципліни

Дисципліна «Вимірювальні прилади та методи вимірювань» є дисципліною прикладного спрямування, яка покликана закріпити та розвинути у здобувачів наукового ступеня доктор філософії навичок використання сучасних інформаційних технологій, вимірювальних приладів, методів вимірювань та датчиків в науково-дослідній діяльності.

Дисципліна викладається для аспірантів денної форми навчання. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни: надання аспіранту основних навиків та знань, достатніх для оволодіння методами дослідження різноманітних механізмів та машин, з використанням сучасних методів вимірювання.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок із моделювання різних технологічних процесів, вибору засобів експериментальних досліджень, з обробки результатів експериментальних досліджень.

Очікувані результати навчання.

Аспірант, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **вміти** самостійно визначати та вирішувати задачі інноваційного характеру, в тому числі при виконанні кваліфікаційної роботи; **застосовувати** нормативні і довідникові дані, а також результати власних досліджень для прийняття обґрунтованих рішень; **знати** та застосовувати існуючі технічні засоби і математичні методи, що використовуються в процесі експериментальних досліджень; **знати** основні принципи і методології постановки експерименту та обробки результатів експерименту із використанням сучасних інформаційних технологій, а також вміти використовувати їх на практиці, обробляти результати експериментів та інтерпретувати їх; **вміти** використовувати отримані під час наукових досліджень результати і закономірності при проектуванні, виготовленні, експлуатації, ремонті вузлів даних машин та механізмів.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекцій*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6
1	Методи експериментальних досліджень. Класифікація, типи і завдання експерименту.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С. 7-9
2	Методологія експерименту. Однофакторний дисперсійний аналіз. Двохфакторний дисперсійний аналіз.	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Постановка задач експериментальних досліджень та вибір факторів та видача завдання на виконання індивідуального завдання.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С. 9-11, [2] С. 16-25
3	Розробка плану-програми експерименту. Повний факторний експеримент. Дробний факторний експеримент. Планування експерименту з метою опису досліджуваного об'єкта.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.11-13, [2] С. 16-25
4	Обробка результатів вимірювань. Загальні положення про вимірювання. Класифікація похибок.	ЛР 2. Підключення датчиків для вимірювання прикладеного зусилля.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.13-21
5	Обробка результатів вимірювань. Оцінка випадкових похибок прямих вимірювань. Оцінка випадкових похибок непрямих вимірювань.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.21-26
6	Імовірісно-статистичні	ЛР 3. Підключення	Опрацювання	3	Літ.: [1]

	методи обробки експериментальних даних. Випадкові величини. Аксиоми теорії ймовірностей. Генеральна і вибіркова сукупності.	датчиків та вимірювання частоти обертання та моменту інерції.	теоретичного матеріалу з Т6. Виконання індивідуального завдання.		С.33-41
7	Імовірісно-статистичні методи обробки експериментальних даних. Розподіл випадкової величини, теоретичний і емпіричний розподіл, їх табличне і графічне представлення. Характеристики теоретичного та емпіричного розподілу випадкової величини.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.41-49
8	Вимірювання різних фізичних та механічних величин. Резисторні чутливі елементи і датчики. Види резисторних чутливих елементів. Схеми вимірювання з подільниками напруги. Мостові схеми.	ЛР 4. Підключення датчиків струму.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.49-58
9	Індуктивні чутливі елементи та датчики. Види індуктивних чутливих елементів. Трансформаторні чутливі елементи. Мости змінного струму для вимірювань індуктивності.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.58-64
10	Ємнісні чутливі елементи і датчики. Конструкції ємнісних чутливих елементів. Вимірювальні схеми з ємнісними чутливими елементами.	ЛР 5. Підключення датчиків для вимірювання температури	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10. Виконання індивідуального завдання.	3	Літ.: [1] С.64-67
11	Активні електродинамічні датчики. П'єзоелектричні чутливі елементи.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11. Виконання індивідуального завдання.	4	Літ.: [1] С.64-67
12	Вимірювання видовжень. Тензорезистори. Схеми вимірювання з тензорезисторами.	ЛР 6. Підключення датчиків для вимірювання теплопровідності.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12. Виконання індивідуального	4	Літ.: [1] С.67-70

			завдання.		
13	Вимірювання переміщення. Аналогові датчики переміщення. Датчики приросту відстані з стрибкоподібною зміною сигналів. Датчики переміщення з цифровим кодуванням. Інші методи вимірювання переміщень.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Виконання індивідуального завдання.	4	Літ.: [1] С.70-81
14	Вимірювання кута повороту. Аналогові датчики кута повороту пристосовані для вимірювання великих кутових переміщень (до 360° і більше). Цифрові датчики кута повороту. Вимірювання частоти обертання і кутової швидкості.	ЛР 7. Підключення датчиків для вимірювання тиску в системі.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т14. Виконання індивідуального завдання.	4	Літ.: [1] С.81-84
15	Вимірювання сили. Вимірювання обертового моменту і потужності. Вимірювання тиску газу і рідини.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т15. Виконання індивідуального завдання.	4	Літ.: [1] С.84-88
16	Вимірювання коливань. Будова та принцип дії датчиків поздовжніх коливань. Система з точним настроюванням для вимірювання прискорень. Сильно демпферна система для вимірювання швидкості. Датчики прискорення.	ЛР 8. Підключення датчиків та вимірювання в'язкості.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т16. Виконання індивідуального завдання.	4	Літ.: [1] С.91-100
17	Вимірювальні системи. Вимірювальні системи. Основні положення будови віртуального вимірювального комплексу. Інтерфейсні пристрої. Програмне забезпечення. Точність та швидкодія інтерфейсних приладів.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. Захист лабораторних робіт та індивідуального завдання.	6	Літ.: [1] С.100-105
18	Аналого-цифрове перетворення сигналів. Сучасні АЦП. АЦП послідовного наближення. АЦП паралельного наближення. АЦП послідовно-паралельного наближення.	Підсумкове заняття. Захист лабораторних робіт.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т18. Захист лабораторних робіт та індивідуального завдання.	6	Літ.: [1] С.105-108

Примітка: * Лекції, проводяться по дві години, лабораторні заняття по чотири години, крім підсумкового заняття; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Аспірант зобов'язаний відвідувати лекції та лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До занять студент має підготуватись за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань аспірантів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється написанням контрольної роботи; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач та захисту лабораторних робіт і написанням контрольної роботи. Оцінка, яка виставляється за лабораторну роботу, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання завдання.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання аспіранта денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Лабораторні роботи №								Індивідуальне завдання	залік
1	2	3	4	5	6	7	8	1	1
ВК: 0,4								0,6	0

Умовні позначення: Т - тема дисципліни; ВК - ваговий коефіцієнт, ІЗ - індивідуальне завдання.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

Оцінка ЕКТС	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання
A	4,75-5,00	5	Зараховано Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок. Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
B	4,25-4,74	4	
C	3,75-4,24	4	
D	3,25-3,74	3	
E	3,00-3,24	3	
FX	2,00-2,99	2	Незараховано Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.
F	0,00-1,99	2	

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Поняття наукового знання (знання, пізнання, поняття, мислення, наукова ідея, гіпотеза, закон, теорія, методологія).
2. Методи емпіричних досліджень (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент).
3. Методи теоретичних досліджень (ідеалізація, метод формальної логіки, гіпотеза і пропозиція).
4. Теорія, вимоги, що висуваються до побудови нової теорії, єдність теорії і практики.
5. Вибір теми досліджень. Загальні відомості.
6. Обґрунтування актуальності теми досліджень.
7. Науково-технічна інформація і її аналіз.
8. Робота з літературою і складання огляду по темі.

9. Планування експерименту.
10. Планування багатофакторного експерименту.
11. Методи оптимізації при плануванні експерименту.
12. Статистичні методи обробки експериментальних даних.
13. Кореляційний аналіз результатів вимірювань.
14. Оцінити можливі напрямки автоматизації процесу дослідження технічних систем.
15. Представлення технічних систем для автоматичного схемотехнічного проектування і дослідження.
16. Надати приклади схем заміщення механічних систем з двополюсними компонентами.
17. Інтегральні змінні. Перетворення змінних.
18. Диференційні змінні. Перетворення змінних.
19. Принцип побудови вхідної мови описування схем. Блочно-ієрархічне представлення.
20. Що таке експеримент в дослідницькій діяльності?
21. Які етапи необхідно реалізувати для проведення експерименту?
22. Які експерименти знаходять часте застосування в галузі машинобудування?
23. Що таке пошуковий, лабораторний, натурний, простий, складний, речовинний, модельний експеримент?
24. У чому полягає принципова відмінність однофакторного експерименту від багатофакторного?
25. Що таке технологічний експеримент?
26. Що повинен включати в себе план експерименту?
27. Яким статистичними вимогам повинні відповідати результати експериментальних досліджень?
28. Викладіть методику визначення числа паралельних дослідів.
29. Для чого реалізують метрологічну оцінку засобів вимірювання?
30. Для чого робиться перевірка адекватності теоретичної залежності?
31. Що закладено в методику оцінки наявності промахів результатів вимірювання?
32. Як визначити розрахунковий критерій Фішера?
33. Виконання будь умови є підтвердженням адекватності теоретичної залежності?
34. Для чого оцінюють величину множинного коефіцієнта кореляції?
35. Якими методами вирішується нелінійна цільова функція?
36. Назвіть відомі Вам варіанти реалізації точкової апроксимації?
37. У чому полягає локальна лінійна апроксимація?
38. Як реалізують методику рішення задачі умовної багатовимірної оптимізації?

Методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

1. Методи та засоби експериментальних досліджень : навч. посіб. / Г.Б. Параска, Д.В. Прибега, П.С. Майдан. – Київ : Кондор-Видавництво, 2017. – 138 с.

Рекомендована література

Основна література

2. Кошовий, М.Д. Оптимальне планування експерименту при дослідженні технологічних процесів, приладів і систем: навч. посіб./ [М.Д. Кошовий, О.М. Костенко, О.В. Заболотний та ін.]. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 161 с.

3. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. — Суми: Університетська книга, 2011. — 224 с.

4. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. /С. Е. Важинський, Т.І. Щербак.– Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.

5. Колесников О. В. Основи наукових досліджень. 2-ге вид. випр. та доп. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 144 с.

Допоміжна література

6. Основы научных исследований : учебник для техн. вузов / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; под ред. В. И. Крутова, В.В. Попова. – М. : Высш. шк., 1989. – 400 с.

7. Плановский А.Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / А.Н. Плановский, П.И. Николаев. – М. : Химия, 1987. – 496 с.

8. Зайдель А.М. Ошибки измерений физических величин / А.М. Зайдель. – Л. : Наука, 1974. – 108 с.

9. Савчук В.П. Обработка результатов измерений. Физическая лаборатория : учеб. пособие для студентов вузов / В.П. Савчук. – Одесса : ОНПУ, 2002. – Ч. I. – 54 с.

10. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк. – М. : Мир, 1972. – 381 с.

11. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е.Н. Львовский. – М. : Высш. школа, 1982. – 224 с.

12. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшинский. – М. : Наука, 1971. – 192 с.

13. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов : учеб. пособие / А.А. Спиридонов, Н.Г. Васильев. – Свердловск : Издание УПИ им. С. М. Кирова, 1975. – 140 с.

14. Валеев С.Г. Регрессионное моделирование при обработке данных. – Казань : ФЭН, 2001. – 296 с.

15. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства : учеб. пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина. – М. : КНОРУС, 2009. – 240 с.
16. Тихонов В.А. Основы научных исследований: теория и практика: учеб. пособие для вузов / В.А. Тихонов. – М. : Гелиос АРВ, 2006. – 350 с.
17. Тревис Д. LabVIEW для всех. - Под. ред. В. В. Шаркова, В. А. Гурьева. - ПриборКомплект, М.:2004. – 508 с.
18. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

Розробник:



к.т.н., доц. Майдан П.С.

Погоджено:

Завідувач кафедри машин і апаратів,
електромеханічних та енергетичних систем



д.т.н., доц. Поліщук О.С.

Гарант ОНП «Галузеве машинобудування»

д.т.н., проф. Скиба М.Є.