**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет** інженерії, транспорту та архітектури

**Кафедра** Машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФІТА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО

\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**СИЛАБУС**

Навчальна дисципліна **Методи та засоби експериментальних досліджень**

Освітньо-професійна програма **141 Електропобутова техніка**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

**Загальна інформація**

|  |  |
| --- | --- |
| **Позиція** | **Зміст інформації** |
| **Викладачі** | **Майдан Павло Сергійович** |
| **Профайл викладача** | <http://maees.khnu.km.ua/> |
| **E-mail викладача(ів)** | [maidanp@khmnu.edu.ua](mailto:maidanp@khmnu.edu.ua) |
| **Контактний телефон** | заповнюється за домовленістю |
| **Сторінка дисципліни в ІСУ** | <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=4916> |
| **Навчальний рік** | 2022-2023 |
| **Консультації** | **онлайн:** за необхідністю та попередньою домовленістю |

**Характеристика дисципліни**

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

**Анотація дисципліни**

Дисципліна «Методи та засоби експериментальних досліджень» є дисципліною прикладного спрямування, яка покликана закріпити та розвинути у здобувачів навичок використання сучасних інформаційних технологій, вимірювальних приладів, методів вимірювань та датчиків в науково-дослідній діяльності.

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

**Мета і завдання дисципліни**

***Мета дисципліни:*** надання здобувачеві 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**.

Здобувач, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: уміти виконувати збір та аналіз даних про існуюче обладнання та технології, методи розробки та розрахунки обладнання з заданими технологічними та функціональними властивостями відповідно до поставлених завдань; обирати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти фізичні, математичні та комп’ютерні моделі об’єктів дослідження, що відносяться до професійної діяльності; розробляти методики, організовувати та проводити експериментальні дослідження та аналізувати їх результати з метою розробки рекомендацій при втіленні процесів у виробництво; підготовлювати за результатами виконаних досліджень науково-технічні огляди, звіти, публікації.

**Тематичний і календарний план вивчення дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **тижня** | **Тема лекції\*** | **Тема лабораторної роботи\*** | **Самостійна робота студентів** | | |
| **Зміст** | **Год.** | **Література** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
| **1** | Теоретичні дослідження. Завдання і методи теоретичного дослідження. Методики побудови розрахункових моделей систем. Попередній контроль математичної моделі. Аналітичні методи в наукових дослідженнях. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 13; 14] |
| **2** | Експериментальні дослідження. Класифікація, типи і завдання експерименту. Основні питання методології експериментальних досліджень. Розробка план-програми експерименту. Теорія подібності.  Види подоби. Числа подібності. Визначення мінімальної кількості вимірювань. | 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; 13; 14] |
| **3** | Форми представлення результатів експериментальних досліджень. Методи графічного зображення результатів експерименту. Методи підбору емпіричних формул. Апроксимація, інтерполяція і екстраполяція. Лінійна регресія. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 7; 8] |
| **4** | Поняття дисперсійного аналізу. Однофакторний дисперсійний аналіз. Двохфакторний дисперсійний аналіз. Повний факторний експеримент. Дробний факторний експеримент. Планування експерименту з метою опису досліджуваного об’єкта | ЛР 2.  Підключення датчиків для вимірювання прикладеного зусилля. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 7; 8] |
| **5** | Вимірювальні прилади. Датчики і перетворювачі. Діагностика та  контроль якості матеріалів; виробів та їх компонентів. Установки, інформаційні системи. Інформаційно-вимірювальні комплекси. Типи приладів та їх класифікація приладів за методами вимірювання. Диференціюючі прилади. Інтегруючий ланцюжок. Межі вимірюваних величин. Вибір ціни поділки. Логарифмічна шкала. Похибки. Способи виведення інформації. Параметри вимірювальних приладів. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 6; 7] |
| **6** | Методи вимірювання лінійних та кутових величин. Мікрометр. Оптіметр. Вимірювальний мікроскоп. Вимірювальний проектор. Компаратор. Катетометри. Нівелір. Далекомір. Локатор. Ехолот. Гоніометр. Коліматор. Бусоль. Кипрегель. Теодоліт. Секстант. Методи кутової орієнтації приладів. Магнітний компас. Гірокомпас. | ЛР 3. Підключення датчиків та вимірювання частоти обертання та моменту інерції. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 6; 7] |
| **7** | Методи визначення поверхні, витрати і часових проміжків. Експериментальні методи вимірювання кутових швидкостей. Методи визначення площі поверхні і об’єму. Методи визначення витрати рідин і газів. Методи визначення часових проміжків. Кварцові і квантові годинник. Таймери. Реле. Частотоміри. Методи дослідження малих переміщень. Датчики малих переміщень (тензодатчики, п’єзодатчики, Механотрон). Дистанційне вимірювання фізичних величин. Тахометри (індукційні, оптичні, стробоскопічні). Експериментальні методи вимірювання лінійних швидкостей. Радарні і лазерні спідометри. Балістичні маятники. Вимірювання прискорень. Акселерометри |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 6; 7] |
| **8** | Методи вимірювання коливань, сил і моментів інерції. Вимірювання і запис механічних коливань. Методи створення коливань. Акустичні прилади. Приймачі коливань і їх параметри. Методи звукозапису та звуковідтворення. Методи вимірювання сил і прилади на їх основі. Методи вимірювання маси, щільності і моменту інерції. | ЛР 4. Підключення датчиків струму. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 6; 7] |
| **9** | Методи створення і визначення тиску, вологості і в’язкості. Методи створення підвищеного і зниженого тиску. Компресори та насоси. Методи створення вакууму. Методи вимірювання тиску. Манометри та їх типи. Методи визначення тиску в потоках і витрати рідини. Трубки Піто, Прандтля і Вентурі. Методи вимірювання вакууму. Вимірювання парціального тиску. Мас-спектрометр. Методи та прилади вимірювання вологості. Гігрометри. Методи визначення в’язкості. Ротаційні і капілярні віскозиметри. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 7; 8] |
| **10** | Методи створення постійного і змінного струму. Джерела струму. Генератори постійного і змінного струму. Хімічні джерела струму. Електричні батареї та акумулятори. Термо-, фото- і радіоізотопні джерела струму. МГД-генератори | ЛР 5. Підключення датчиків для вимірювання температури | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10. Виконання індивідуального завдання. | 3 | Літ.: [1; 7; 8] |
| **11** | Температура та газова термометрія. Температура. Визначення температури. Газова та термодинамічна шкали температури. Міжнародна шкала температур ITS-90. Реперні точки. Газова термометрія: термометр Симона. Манометр, заповнений ртуттю або маслом. Диференціальний манометр. Конденсаційний термометр. Термометрія, заснована на ефектах теплового розширення рідин і твердих тіл. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **12** | Термометри опору та термоелектрична і оптична термометрія. Термометри опору: Електричний опір чистих металів Платинові і мідні термометри. Напівпровідникові термометри опору. Вугільні термометри. Термоелектрична термометрія. Термопари. Основні закони термоелектрики. Основні типи і області застосування термопар. Оптична термометрія. Пірометри | ЛР 6. Підключення датчиків для вимірювання теплопровідності. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **13** | Теплоємність та теплопровідність. Теплоємність. Визначення теплоємності. Температурна залежність теплоємності. Значення теплоємності в науці і промисловості. Методи вимірювання теплопровідності твердих тіл. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **14** | Класифікація помилок. Аналіз і обробка експериментальних даних. Класифікація помилок вимірів. Чому так важливо оцінити помилку вимірів? Класифікація помилок. Грубі помилки. Систематичні помилки. Причини виникнення систематичних помилок Випадкові помилки.  Огляд програмного забезпечення для виконання аналізу і обробки експериментальних даних. | ЛР 7. Підключення датчиків для вимірювання тиску в системі. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т14. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **15** | Аналіз результатів прямих вимірювань. Непрямі вимірювання. Аналіз результатів вимірювань випадкової величини. Розподіл результатів вимірювань випадкової величини. Розподіл Гаусса. Середньоквадратична помилка окремого вимірювання та середнього значення. Помилки непрямих вимірювань. Непрямі вимірювання. Функції випадкових величин. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т15. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **16** | Аналіз результатів спільних вимірів. Систематичні похибки. Логіка експерименту. Аналіз результатів спільних вимірів. Вимірювання функціональних залежностей. Систематичні похибки. Логіка експерименту. Експеримент і здоровий глузд. | ЛР 8. Підключення датчиків та вимірювання в’язкості. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т16. Виконання індивідуального завдання. | 4 | Літ.: [1; 9; 10] |
| **17** | Ймовірносно-статистичні методи обробки експериментальних даних. Випадкові величини. Аксіоми теорії ймовірностей. Генеральна і вибіркова сукупності. Розподіл випадкової величини, теоретичне і емпіричне розподілу, їх табличне і графічне представлення. Характеристики теоретичного та емпіричного розподілу випадкової величини. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. Захист лабораторних робіт та індивідуального завдання. | 6 | Літ.: [1; 11; 12] |
| **18** |  | Підсумкове заняття. Захист лабораторних робіт та індивідуального завдання. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. Захист лабораторних робіт та індивідуального завдання. | 6 | Літ.: [1; 11; 12] |

***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 здобувачів 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 здобувача 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, залік |
| Лабораторні роботи № | | | | | | | | Індивідуальне завдання | За рейтингом |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 1 |
| ВК: 0,6 | | | | | | | | 0,4 | 0 |

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

***Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка**  **ECTS** | **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 навиків. |
| B | 4,25-4,74 | 4 | **Добре** – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. |
| С | 3,75-4,24 | 4 | **Добре** – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. |
| D | 3,25-3,74 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. |
| E | 3,00-3,24 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00-2,99 | 2 | Незараховано | **Незадовільно** – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00-1,99 | 2 | **Незадовільно** – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни. |

**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**

1. 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.
2. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. — Суми: Університетська книга, 2011. — 224 с.
3. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. /С. Е. Важинський, Т І. Щербак.– Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.
4. Колесников О. В. Основи наукових досліджень. 2-гевид. випр.. та доп. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 144 с.

**Допоміжна література**

1. 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.

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

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

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

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

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

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

8. 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.

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

10. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства : учеб. пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина. – М. : КНОРУС, 2009. – 240 с.

11. Тихонов В.А. Основы научных исследований: теория и практика: учеб. пособие для вузов / В.А. Тихонов. – М. : Гелиос АРВ, 2006. – 350 с.

12. Тревис Д. LabVIEW для всех. - Под. ред. В. В. Шаркова, В. А. Гурьева. - ПриборКомплект, М.-2004 г.

13. Суранов А. Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

**Інформаційні ресурси**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.

2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php>

3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.

Розробник: к.т.н., доц. Павло МАЙДАН

*Погоджено:*

Зав. каф. МАЕЕС д.т.н., проф. Олег ПОЛІЩУК

Гарант ОПП «Машини та апарати легкої промисловості» к.т.н., доц. Світлана СМУТКО