

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЦІ



Ступінь освіти	доктор філософії
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Тривалість викладання	1 курс аспірантури
Заняття:	Осінній та весняний семестр
Лекції (год/тижд.):	2
лабораторні заняття (год/тижд.):	не передбачені
Підсумковий контроль	Тест
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=4139>
Кафедра, що викладає Електропривода

Викладач:



Балахонцев Олександр Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електропривода

Персональна сторінка:
<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/balahontsev.php>
E-mail: Balakhontsev.o.v@nmu.one

1. Анотація до курсу

Проведення експериментів – обов’язкова складова будь-якого повноцінного дослідження. Адже існують явища природи, технологічні процеси, технічні системи, які майже неможливо описати за допомогою апріорних аналітичних моделей. Це, наприклад, явища, пов’язані із електромагнітним полем в реальних об’єктах, наприклад, електродвигунах. До таких відносяться і складні механічні системи, в яких присутні рух рідини або багатьох часток; хімічні, теплові явища, які погано описуються математичними моделями. Тому для пошуку деяких оптимальних умов, наприклад, параметрів технологічного процесу, конструкції пристрою, необхідне проведення експериментів.

На відміну від випадку із моделюванням, експериментатор завжди обмежений в ресурсах. Неможливо «перебрати» усі фактори (змінні) на усіх рівнях і визначити, таким чином, найкраще їх сполучення. Кожний експеримент – це витрати часу, коштів та ресурсів. Тому досягти бажаною мети – оптимуму – необхідно за якомога меншої кількості дослідів. Саме цьому навчає дисципліна «Планування

експерименту» - вибір умов дослідів і їх послідовне здійснення, побудова моделей для визначення напрямку руху.

Курс є універсальним і може бути корисним для фахівців широкого спектру технічних спеціальностей. Особливістю дидактичного підходу є вивчення абстрактних концепцій за принципом «від простого до складного», на основі конкретних прикладів (case studies).

Особлива увага в курсі приділена обробці експериментальних даних. Регресійний аналіз, оцінка адекватності моделей, розрахунок значимості факторів і оцінка похибки експериментів є «must have» будь-якого дослідника, який претендує на достовірність отриманих результатів.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо планування, здійснення і обробки результатів експериментів в галузі електромеханіки

Завдання курсу:

- ознайомити слухачів із базовими концепціями експериментальних досліджень: фактори і критерій оптимізації, поверхня (функція) відгуку, регресійна модель;
- набути навички складання експериментальних планів, повного та дробового факторного експериментів;
- оволодіти методами проведення експерименту і інтерпретації його результатів;
- навчитись розраховувати коефіцієнти регресії, оцінювати адекватність моделей та значимість коефіцієнтів;
- набути навички обробки експериментальних даних, зокрема, визначати точність і довірчий інтервал отриманих результатів.

3. Результати навчання:

Вміти вирішувати професійні задачі з проектування, дослідження та експлуатації електромеханічних систем.

Оволодіти глосарієм термінів з галузі обробки експериментальних даних, регресійного аналізу та математичної статистики.

Бути здатним визначити критерій оптимізації та фактори, що на нього впливають, і спланувати експериментальні дослідження для досягнення екстремуму найшвидшим шляхом.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

- 1. Галузі і задачі планування експерименту. Основні визначення**
- 2. Параметр оптимізації і фактори**
 - 2.1. Види і вимоги до параметрів оптимізації.
 - 2.2. Кількісні і якісні параметри. Шкала бажаності Харрінгтона
 - 2.3. Про задачі з кількома параметрами оптимізації
 - 2.4. Узагальнений параметр оптимізації
 - 2.5. Фактори і вимоги до них
- 3. Методи пошуку екстремуму**
 - 3.1. Поняття поверхні відгуку. Функції для одного і декількох параметрів.
 - 3.2. Кроковий принцип. Метод Гаусса-Зейделя і градієнтний метод
 - 3.3. Вибір моделі: лінійна, нелінійні, поліноміальні моделі
- 4. Факторний експеримент**
 - 4.1. Повний факторний експеримент виду 2^k і його властивості
 - 4.2. Мінімізація кількості дослідів
 - 4.3. Дробовий факторний експеримент, дробова репліка
 - 4.4. Генеруючі співвідношення і визначні контрасти
- 5. Імплементация і експерименту**
 - 5.1. Прийняття рішень після побудови моделі процесу
 - 5.2. Інтерполяція і екстраполяція
 - 5.3. Рух по градієнту
 - 5.4. Інтерпретація результатів експерименту
- 6. Обробка результатів експерименту**
 - 6.1. Метод найменших квадратів
 - 6.2. Регресійний аналіз
 - 6.3. Перевірка адекватності моделі і значимості коефіцієнтів
 - 6.4. Матричний підхід до регресійного аналізу

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Лекційні матеріали доступні на платформі дистанційного навчання Moodle. Лекції здійснюються за допомогою додатку MS Teams.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	Відмінно/ Excellent
75-89	Добре/ Good
60-74	Задовільно/ Satisfactory
0-59	Незадовільно/ Fail

6.2. Лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Кожна із 6 робіт оцінюється по 10-бальній шкалі (тобто максимальна сума балів за лабораторні роботи складає 60 балів).

6.3. Теоретична частина оцінюється за результатами задачі наприкінці кожної чверті двох контрольних тестових завдань, кожне з яких містить 25 запитань. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 2 бали (тобто максимальна оцінка за теоретичну частину – 100 балів).

6.4. Підсумкова оцінка за курс (за 100-бальною шкалою):

$$ПО = \frac{\frac{100}{60} СБ_{\text{лр}} \cdot 4 + СБ_{\text{т}} \cdot 5}{4 + 5},$$

де $СБ_{\text{лр}}$ – сума балів за задачу лабораторних робіт; $СБ_{\text{т}}$ – сума балів за теоретичну частину; 60 – максимальна сума балів за лабораторні роботи; 100 – максимальна кількість балів за теоретичну частину; 4 – кількість годин на тиждень лабораторних робіт; 5 – кількість годин на тиждень лекцій.

6.5. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування з теоретичної частини та лабораторних робіт складатиме не менше 60 балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка»".
http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять.

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові:

1. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): Навч. Посібник. – Львів: Світ, 2001. -232с.
2. Теорія планування експерименту. В. Кононенко, В. Нечаев, Т. Беридзе. – Видавництво «Кондор», 2005. – 232 с.
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента в электромеханике /Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 255с.
4. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Адлер Ю.П. и др. – М.: Наука, 1971. – 283 с.
5. Андрущенко О.А. Основи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв і електромеханічних систем. Конспект лекцій. – Одеса: ОНПУ, 2011. – 114 с.
6. Ивоботенко Б.А., Ильинский Н.Ф., Копылов И.П. Планирование эксперимента в электромеханике. - М.: Энергия, 1975. - 184 с.
7. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции. Круг Г.К., Сосулин Ю.А., Фатуев В.А. М.: Наука, 1977.
8. Шенк Ч. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972.
9. Методы научных исследований и организации эксперимента: Уч. Пособие / К.П. Власов. СГПИ, СПб, 2000.
10. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М.: Мир, 1969. — 395 с.

Додаткові:

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. –480с.
2. Кордонский Х.Б. Приложение теории вероятностей в инженерных расчетах. – М.: Л.: Физматгиз, 1963. – 435с.
3. Основы научных исследований// Крутов В.И., Грушко Н.М., Попов В.В. и

- др. – М.: Высш. Шк., 1989. –400с.
4. Вейнгер А.М. и др. Проектирование электроприводов. / Под ред. А.М. Вейнгера. Свердловск, Уральское кн. изд-во, 1980. – 160 с.
 5. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. Дж.-О. Ким, Ч.У. Мюллер, У.Р. Клекка и др.; Под. Ред. КС Енюкова. -М.: Финансы и статистика, 1989. — 215 с.
 6. Gary W. Oehlert. A First Course in Design and Analysis of Experiments. (2010). Электронный ресурс. Доступно за посиланням https://www.academia.edu/11316527/A_First_Course_in_Design_and_Analysis_of_Experiments
 7. Zitzler, E. Evolutionary Algorithms for Multiobjective Optimization: Methods and Applications. Электронный ресурс. Доступно за посиланням <https://sop.tik.ee.ethz.ch/publicationListFiles/zitz1999a.pdf>
 8. Chapman and Hall. Handbook on Design and Analysis of Experiments (2011). Электронный ресурс. Доступно за посиланням http://www.ru.ac.bd/stat/wp-content/uploads/sites/25/2019/03/502_06_00_Dean-Handbook-of-design-and-analysis-of-experiments-2015.pdf
 9. Montgomery, Douglas C. Design and analysis of experiments. Электронный ресурс. Доступно за посиланням <http://faculty.business.utsa.edu/m-anderso/STA4723/readings/Douglas-C.-Montgomery-Design-and-Analysis-of-Experiments-Wiley-2012.pdf>
 10. Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели: Учебное пособие. — СПб: Издательство «Лань», 2015. - 320 с

Інформаційні ресурси:

1. Design of experiments on Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Design_of_experiments
2. Design of experiments at MathWorks.com <https://www.mathworks.com/help/stats/design-of-experiments-1.html>
3. Statistics and Machine Learning Toolbox – tutorial videos at MathWorks.com https://www.mathworks.com/support/search.html?fq=aset_type_name:video%20category:stats/index&page=1
4. Вікіпедія. Планування експерименту. [Посилання](#)
5. Вікіпедія. Градієнтний спуск. [Посилання](#)
6. Вікіпедія. Машинне навчання. [Посилання](#)