

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГІЄЮ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РУХУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ»



Ступінь освіти	бакалавр
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Тривалість викладання	осінній семестр
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції :	2 год.
лабораторні:	1 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ
«ДП»
Кафедра, що викладає

<https://do.nmu.org.ua/course/index.php?categoryid=11>
Електропривода (ЕП)



Викладач:
Бешта Олександр Степанович
Член-кореспондент Національної академії наук України,
професор, доктор технічних наук,
професор кафедри ЕП

Персональна сторінка
https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/beshta_aa.php

E-mail:
beshtaa@nmu.one

1. Анотація до курсу

В автомобільній галузі існує чітка тенденція до переходу від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) до більш інтегрованих електродвигунів.

Курс лекцій зосереджений на основних компонентах електричних транспортних засобів, включаючи силові електронні перетворювачі, електричні машини, контролери електродвигунів і системи накопичення енергії.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей та ознайомлення з існуючими типами електромобілів, їх силовими агрегатами, та управління ними; набуття здобувачами вищої освіти теоретичних знань та практичних навичок для проведення аналізу витрат енергії на рух і перетворення енергії у системах силової частини електромобілів різної конфігурації з урахуванням кінематики, динаміки руху, профілю маршруту, інфраструктури території руху та інших факторів з урахуванням оптимізації алгоритмів їх управління.

Завдання курсу:

- Ознайомлення з конструктивними особливостями різних типів електромобілів і їх силових агрегатів;
- Ознайомлення з принципами побудови систем перетворення електричної енергії, функціональними та принциповими схемами керування ними;
- Вивчення принципів побудови систем електропривода, функціональних та принципових схем керування ним;
- Вивчення принципів побудови систем зберігання електричної енергії, функціональних та принципових схеми керування ними;
- Вивчення принципів і методів оцінки стану і рівня зарядженості системи зберігання електричної енергії;
- Вивчення принципів розподілу енергії на рух електромобіля в залежності від факторів впливу;
- Вивчення закономірностей впливу на питомі витрати енергії на рух і дистанцію пробігу електромобіля без підзарядження.

3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- знати конструктивні особливості різних типів електромобілів і їх силових агрегатів;
- розуміти принципи побудови систем перетворення електричної енергії, розуміти та аналізувати функціональні та принципові схеми керування ними;
- Розуміти принципи побудови систем електропривода, розуміти та аналізувати функціональні та принципові схеми керування ним;
- розуміти принципи побудови систем зберігання електричної енергії, розуміти та аналізувати функціональні та принципові схеми керування ними;
- уміти оцінювати стан і рівень зарядженості системи зберігання електричної енергії;
- розуміти принципи розподілу енергії на рух електромобіля в залежності від факторів впливу;
- уміти впливати на питомі витрати енергії на рух і дистанцію пробігу електромобіля без підзарядження.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1. Вступ. Загальні цикли водіння, середня щоденна дистанція руху автомобілів, дистанція одноразової подорожі, види електромобілів, електромобілі на акумуляторних батареях і гібриди, їх особливості. Плаг-ін гібрид і особливості його роботи. Гібрид на паливних комірках. Порівняння типів електромобілів.

2. Силові агрегати електромобіля. Трансмісія, варіанти трансмісії, основні компоновки силових агрегатів батарейних електромобілів і гібридів.

3. Режим рекуперації і системи гальмівної рекуперації. Принципи рекуперативного гальмування електропривода. Стратегія змішаного рекуперативного гальмування і системи змішаного рекуперативного гальмування

4. Системи живлення. Застосування DC/DC конверторів в електромобілі. Типи DC/DC конверторів, Buck/ Boost/ Buck-Boost конвертори, принципи їх роботи, топологія цих конверторів у електромобілях, принципи керування.

5. Системи живлення. Застосування DC/AC конверторів в електромобілі. Трифазний DC/AC інвертор електропривода електромобіля. Принципи широтно-імпульсної модуляції. Формування трифазної напруги змінної амплітуди і частоти. Керування інвертором. Режим рекуперації в інверторі.

6. Електропривод електромобіля. Типи електричних машин для електромобілів. Електропривод на основі колекторних машин постійного струму. Електропривод на основі електричних машин змінного струму. Електропривод на основі безколекторної машини постійного струму

7. Електропривод електромобіля. Електропривод на основі синхронних машин з постійними магнітами. Електропривод на основі реактивних машин. Електропривод на основі асинхронних машин

8. Системи зберігання електричної енергії. Акумуляторні батареї: електрохімічний ряд, електрохімічні процеси, види АКБ. Параметри акумуляторних батарей. Порівняння акумуляторних батарей за параметрами, переваги і недоліки різних видів АКБ. Принципи компоновки модулів.

Суперконденсатори: види, переваги і недоліки. Компоновки систем зберігання енергії, переваги і недоліки різних компоновок. Системи менеджменту стану комірок АКБ (BMS).

9. Системи зберігання електричної енергії. Методи оцінки стану АКБ, поняття State of charge (SOC), State of health (SOH). Зарядно-розрядні характеристики. Деградація АКБ. Методи оцінки SOC і SOH, переваги і недоліки.

10. Енергетика електромобіля. Розподіл енергії, енергія руху, складові сил опору руху, стандартні тестові цикли руху, ефективний рух.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота №1 – Введення стенда Lukas-Nulle в експлуатацію

Лабораторна робота №2 – Вимірювання параметрів високовольної батареї

Лабораторна робота №3 – Системні реле високої напруги акумуляторної батареї електромобіля

Лабораторна робота №4 - Інвертор

Лабораторна робота №5 – Електродвигун

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Технічні засоби навчання.

Дистанційна платформа MOODLE, MS Teams.

Під час виконання лабораторних робіт використовується дидактичне обладнання фірми Lukas-Nulle.

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
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2. Лабораторні роботи захищаються або: 1) за контрольними запитаннями до кожної з робіт по 8 балів за кожну роботу; або: 2) за тестами на усі лабораторні роботи з максимальною сумою балів 40.

Максимальна сума балів за лабораторні роботи **складає 40 балів.**

6.3. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі наприкінці семестру контрольних тестових завдань. За усі правильні відповіді студент отримує **максимально 60 балів.**

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

$$ПО = \frac{2}{5} СБ_{\text{лр}} + \frac{3}{5} СБ_{\text{т}},$$

де $СБ_{\text{лр}}$ – сума балів за здачу лабораторних робіт; $СБ_{\text{т}}$ – сума балів за теоретичну частину.

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.

Залік оцінюється максимально у 100 балів. При цьому лабораторні роботи складають 40 балів з цих 100.

У 60 балів оцінюються тести по лекціях. Їх можна виконати за посиланням <https://do.nmu.org.ua/mod/quiz/view.php?id=152565>. Всього може бути 5 спроб по 3,5 години кожна. В тестах 200 запитань.

У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оціню-**

вання (залік) під час сесії. Якщо здобувач не здав тести по лабораторним роботам і теоретичній частині лекцій на платформі MOODLE, він отримує незадовільну підсумкову оцінку з дисципліни.

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:

- Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт за ОПП «Електромобільність та енергетична інфраструктура» студентами спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / О.С Бешта, О.О

Бешта, Т.О Халаїмов, А.Ю Лобода; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 331 с.
<https://do.nmu.org.ua/course/section.php?id=84630>

- Advanced Electric Drive Vehicles/Ali Emadi, © 2015 by Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business.
- Electric Drives and Electromechanical Systems Copyright © 2006, Richard Crowder. Published by Elsevier.

Додаткові:

- Theoretical Analysis of the Effect of Traction Parameters on Electric Vehicle Energy Consumption and Driving Range/ Wawrzyniec Gołębiewski, TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE – 2016, Vol. 16, No. 1, 5–129.
- Abdelhakim Haddoun, Mohamed Benbouzid, Demba Diallo, Rachid Abdessemed, Jamel Ghouili, et al.. Comparative Analysis of Control Techniques for Efficiency Improvement in Electric Vehicles. IEEE VPPC'07, Sep 2007, Arlington, United States. pp.629-634. hal-00527620.
- The State-of-The-Art of Power Electronics Converters Configurations in Electric Vehicle Technologies/Kiran Maroti Pandav, Sanjeevikumar Padmanaban, Mahajan Sagar Bhaskar Ranjana, F. Blaabjerg; 2772-3704/© 2021 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Інформаційні ресурси:

- Література на сайті кафедри електропривода:
<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/>