



ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНІСТЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
Статус дисципліни	Дисципліна професійної практичної підготовки
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	36 годин лекцій /18 практичні заняття/ реферат/4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. ПУШКАР Микола Васильович, 0675088258
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4808

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНІСТЬ» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки бакалаврів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є вивчення конструкції основних типів електромобілів, та інших електричних транспортних засобів (міського транспорту, безпілотних літальних апаратів, морського та річкового транспорт), основи теорії електромобільності.

Зміст кредитного модуля включає теоретичні відомості по будові електричних транспортних засобів різного типу, структурі електроприводів та основних технологічних схем сучасного електротранспорту.

Предмет навчальної дисципліни – передові технології в електричних транспортних засобах, основи електромеханічного перетворення енергії в електротранспорті .

Програмні результати навчання:

ПРО5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРО6. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати додатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР22. Знати і розуміти основи перетворення координат та принципів частотного та векторного керування електромеханічними системами.

ПР25. Знати способи підвищення ефективності алгоритмів керування електроприводами, електромеханічними системами, основи теорії електромобільності.

ПР27. Знати рівняння руху електроприводу для різних варіантів мас; методики розрахунку механічної частини електропривода; способів керування двигунами постійного та змінного струму; методів вибору електродвигунів за потужністю.

Фахові компетенції:

K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

K22. Здатність використовувати математичні методи та методи теорії автоматичного керування при дослідженні лінійних та нелінійних систем, проводити аналіз показників якості, синтезувати регулятори, складати та аналізувати структурні схеми систем автоматичного керування.

K25. Здатність здійснювати розрахунки механічної частини електропривода, механічних перехідних процесів, розраховувати параметри двигунів постійного та змінного струму, виконувати їх моделювання та аналіз.

K27. Здатність вирішувати комплексні практичні задачі, пов'язані з перетворенням енергії у відновлюваних джерелах та електричному транспорті.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати базові знання теорії конструкційних матеріалів, електричних машин і апаратів, теоретичної електротехніки, теорії автоматичного керування, теорії електроприводу, керування електроприводами. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля дають можливість студентам та майбутнім спеціалістам самостійно вирішувати комплексні практичні задачі, пов'язані з перетворенням енергії у електричному транспорті.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 4 розділи, а саме:

Розділ 1 ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОСТІ

Тема 1 Поняття про електромобільність, Історія електротранспорту

Тема 2 Причини використання електромобілів, екологічні аспекти електротранспорту.

Тема 3 Класифікація електричних транспортних засобів та гібридів

Розділ 2 ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Тема 4 Конструкція сучасних тролейбусів та електробусів

Тема 5 Конструкція сучасних трамваїв та вагонів метро. Електричний фунікулер.

Тема 6 Конструкція сучасних швидкісних потягів. Електровелосипеди та електросамокати. Персональний електротранспорт

Тема 7 Електромеханічна трансмісія. Конструкція електричної трансмісії суден. Система Azipod.

Розділ 3 ЕЛЕКТРОМОБІЛІ

Тема 8 Основні елементи електромобілів

Тема 9 Конфігурація трансмісії сучасних електромобілів

Тема 10 Повні гібриди HEV

Тема 11 Плаг-ін гібриди

Тема 12 Акумуляторний автомобіль (BEV). Електромобіль з підвищеним запасом ходу (RXBEV). Електромобіль з паливними елементами (FCBEV)

Тема 13 Акумулятори сучасних електромобілів

Тема 14 Заряджання акумуляторів для електромобілів. Стандарти зарядних станцій та режими роботи.

Тема 15 Рекуперація та накопичення електричної енергії в електротранспорті

Розділ 4 Літальні апарати з електричними двигунами

Тема 16 Електричний літак, безпілотні літальні апарати на електротязі.

Тема 17 Квадрокоптери та гелікоптери, основні вузли та схеми сучасних БПЛА

Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Iqbal Husain. *Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals*. CRC Press, London 2021, 498 p.
2. Гнатів, А. В. *Інфраструктура електромобілів : конспект лекцій [Електронний ресурс] / А. В. Гнатів, Щ. В. Аргун ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Харків, 2021. - 142 с.*
3. *Конструкція та динаміка електричного рухомого складу: підручник / С. В. Панченко, М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – Ч. 1. 280 с.*
4. Гнатів, А. В. *Прогресивні технології на автомобільному транспорті : конспект лекцій [Електронний ресурс] / А. В. Гнатів ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Харків, 2020. - 185 с.*
5. Islam, Md Rabiul. *Emerging Power Converters for Renewable Energy and Electric Vehicles: Modeling, Design, and Control*. CRC Press, London 2021, 419 p.
6. Ashok Kumar L., Albert Alexander S. *Power Converters for Electric Vehicles*. CRC Press, London 2021, 273 p.
7. *Рухомий склад міського електричного транспорту. Механічна частина : навч. посібник / В. Х. Далека, М. В. Хворост, В. І. Скуріхін, Д. І. Скуріхін. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 388 с.*

8. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design* / [E. Mehrdad, Y. Gao, A. Emadi та ін.]. – United States of America: CRC Press, 2014. – 424 с.

9. Допоміжна література

1. *Електронне та мікропроцесорне обладнання автомобілів: навч. посіб.* / Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 209 с.
2. *Басов, Г. Г. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу [Текст]: навч. посібник. Ч. 2* / Г. Г. Басов, С. І. Яцько. – Харків: Алект+, 2005. – 248 с.
3. *Теорія та конструкція рухомого складу високошвидкісного транспорту: Підручник* / С. В. Панченко, О. Б. Бабанін, А. О. Каграманян та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 362 с.
4. *Abramova O. Как устроена свинцово – кислотная батарея [Електронний ресурс] Olesya Abramova.* – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-201>.
5. *Abramova O. Аккумуляторы на основе никеля [Електронний ресурс] / Olesya Abramova.* – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-203>.
6. *Abramova O. Как устроен аккумулятор на основе лития? [Електронний ресурс] / Olesya Abramova.* – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-204>.
7. *Abramova O. Сравнительная таблица вторичных батарей 76 [Електронний ресурс] / Olesya Abramova.* – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-107>.
Abramova O. Как устроен суперконденсатор [Електронний ресурс] / Olesya Abramova. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-209>.
8. *M. C. Falvo, I. S. Bayram, "EV charging stations and modes: International standards"* - 2014, pp. 1064-1139.

Методична література

Навчальний контент

2. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Розділ 1 ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОСТІ Тема 1 Поняття про електромобільність, Історія електротранспорту
2	Тема 2 Причини використання електромобілів, екологічні аспекти електротранспорту.
3	Тема 3 Класифікація електричних транспортних засобів та гібридів
4	Розділ 2 ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

	<i>Тема 4 Конструкція сучасних тролейбусів та електробусів</i>
5	<i>Тема 5 Конструкція сучасних трамваїв та вагонів метро. Електричний фунікулер.</i>
6	<i>Тема 6 Конструкція сучасних швидкісних потягів. Електровелосипеди та електросамокати. Персональний електротранспорт</i>
7	<i>Тема 7 Електромеханічна трансмісія. Конструкція електричної трансмісії суден. Система Azipod.</i>
8	Розділ 3 ЕЛЕКТРОМОБІЛІ <i>Тема 8 Основні елементи електромобілів</i>
9	<i>Тема 9 Конфігурація трансмісії сучасних електромобілів</i>
10	<i>Тема 10 Повні гібриди HEV</i>
11	<i>Тема 11 Плаг-ін гібриди</i>
12	<i>Тема 12 Акумуляторний автомобіль (BEV). Електромобіль з підвищеним запасом ходу (RXBEV). Електромобіль з паливними елементами (FCBEV)</i>
13	<i>Тема 13 Акумулятори сучасних електромобілів</i>
14	<i>Тема 14 Заряджання акумуляторів для електромобілів. Стандарти зарядних станцій та режими роботи.</i>
15	<i>Тема 15 Рекуперація та накопичення електричної енергії в електротранспорті</i>
16	<i>Розділ 4 Літальні апарати з електричними двигунами</i> <i>Тема 16 Електричний літак, безпілотні літальні апарати на електротязі.</i>
17	<i>Тема 17 Квадрокоптери та гелікоптери, основні вузли та схеми сучасних БПЛА</i>
18	МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<i>Практичне заняття №1. Розрахунок спорядженої та повної маси електричного транспортного засобу</i>
2	<i>Практичне заняття № 3 Визначення необхідної потужності тягового електродвигуна тролейбуса, трамвая чи електробуса. Вибір електричного двигуна.</i>
3	<i>Практичне заняття № 3. Розрахунок потужності та вибір двигунів та батарей для персонального електричного транспорту (електровелосипед, SEGWAY)</i>
4	<i>Практичне заняття № 4. Розрахунок теплових параметрів тягового електродвигуна</i>
4	<i>Практичне заняття № 4. Розрахунок та побудова характеристик тягового асинхронного електродвигуна</i>
5	<i>Практичне заняття № 5. Розрахунок та побудова характеристик тягового електродвигуна постійного струму</i>
6	<i>Практичне заняття № 6. Побудова динамічної характеристики електричного транспортного засобу. Визначення динамічного фактору.</i>
7.	<i>Практичне заняття № 7 Визначення розгонних властивостей електричного транспортного засобу)</i>

8	Практичне заняття № 8 Розрахунок прохідності електричного ТЗ під час руху під уклон
9	Практичне заняття № 9 Розрахунок та вибір двигуна для квадрокоптера

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	18
2	Підготовка до практичних занять	36
2	Підготовка до МКР	2
3	Підготовка до заліку	10
	Разом	66

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*

- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів;*

- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Автоматизований електропривод»;*

- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

3. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування на лекціях, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: залік

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента за роботу в семестрі складається з балів, отриманих за:

1 Написання конспекту лекцій (всього 36 балів за 18 лекцій):

- повний конспект лекції – 2 бал за кожну лекцію;
- неповний конспект лекції – 1 балів за кожну лекцію;
- штрафні бали за порушення порядку – мінус 2 бали за кожне порушення.

2. Модульна контрольна робота: Кількість МКР – 1 тривалістю 1 академічну годину кожна. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює 22 . Критерій оцінювання МКР наступний:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 22 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 16-20 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

3. Практичні заняття . Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 2 бали * 9 занять= 18 балів.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Після кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Критерії оцінювання

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 2 бали;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 1 бал;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 0,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 0,25 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

4. Реферат. На виконання реферату надається 10 тижнів. Після цього студент здає реферат на перевірку, отримує бали за оформлення та допускається до захисту. За кожен день запізнення здачі реферату на перевірку знімається 0,5 бали із максимальної кількості балів, що можна отримати за реферат, але не більше 10. Реферат перевіряється на плагіат, допустимим для зарахування є показник не більше 30% плагіату.

Максимальна кількість балів за реферат дорівнює 24. Нарахування балів

- «відмінно», повністю оригінальна робота, яка цілком розкриває зміст заданої теми, та здана вчасно – 24 балів;
- «дуже добре», робота, яка містить до 30% плагіату або запозичень, або розкриває зміст з незначними неточностями, або повністю оригінальна робота, але здана на перевірку невчасно. – 20-22 балів;
- «добре», Робота має більше 30% запозичень, але містить повну відповідь з незначними неточностями – 14-18 балів;
- «задовільно», робота має більше 30% запозичень, але містить неповну відповідь з значними неточностями – 8-12 балів;

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому набрані студентом раніше бали анулюються, а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною.

Завдання контрольної роботи складаються з чотирьох теоретичних запитань відповідно до тематики робочої навчальної програми.

Кожне запитання залікової роботи оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання.

Критерії оцінювання заліку

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 95 - 100 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 85-94 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 75-84 бали;

- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 65-74 балів;
- «достатньо», неповна відповідь, але не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з суттєвими недоліками) – 60 - 64 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА Пушкарем М.В.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 15.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)