



ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ - 1

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/Реферат</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881</i> Практичні: <i>д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTUxMTc1OTMzODgy?cjc=yq6c2ji</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Передові технології в електроприводі та електромеханічних системах-1» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки доктора філософії спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей: виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей; усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень; застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Предмет навчальної дисципліни – передові технології в електромеханічних системах та електроприводах, які включають в себе нові електромеханічні перетворювачі, засоби

силової електроніки, методи керування та обробки сигналів, а також проблематика сучасних наукових досліджень в області електромеханічних систем різного технологічного призначення.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (СК01) здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей; (СК02) здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; (СК04) здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; (СК05) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Знання: (РН01) передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Уміння: (РН04) планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; (РН05) глибоко розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти «Іноземною мовою для наукової діяльності», оскільки значна частина новітніх технологій описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Методи дослідження, формування та керування інтелектуальними енергетичними системами та комплексами», а також для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на **3 розділи**, а саме:

1. Сучасний стан розвитку електроприводів та електромеханічних систем.

Тема 1.1. Електромеханічні перетворювачі сучасних електромеханічних систем.

Тема 1.2. Сучасні засоби силової електроніки та топології силових перетворювачів електромеханічних систем.

Тема 1.3. Інформаційні технології та методи цифрової обробки сигналів в електромеханічних системах.

2. Передові методи керування в електромеханічних системах.

Тема 2.1. Основні наукові проблеми створення сучасних електромеханічних систем.

Тема 2.2. Сучасні структури керування процесами електромеханічного перетворення енергії.

Тема 2.3. Робастне та інваріантне керування в електромеханічних системах.

3. Електромеханічні системи в глобальній проблемі енерго та ресурсозбереження.

Тема 3.1. Проблема енерго та ресурсозбереження та роль електромеханічних систем в її вирішенні.

Тема 3.2. Електромеханічні системи електричних транспортних засобів.

Тема 3.3. Сучасні системи генерування електричної енергії на основі електромеханічних перетворювачів змінного струму.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Загірняк М.В., Клепиков В.Б., Ковбаса С.М., Михальський В.М., Пересада С.М., Садовой О.В., Шаповал І.А. Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення. Київ: НАН України, 2018. 310 с.

2. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, K. M. Ebrahimi Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Third edition. – CRC Press, 2018, –573p.

3. R. H. Kumar, A. Iqbal and N. C. Lenin, "Review of recent advancements of direct torque control in induction motor drives – a decade of progress," in IET Power Electronics, vol. 11, no. 1, pp. 1-15, 12 1 2018.

4. Методи робастного адаптивного керування електромеханічними системами з підвищеними динамічними та енергетичними показниками: звіт про НДР. НТУУ "КПІ". № ДР 0115U000381. Київ, 2017. 506 с.

5. Розробка енергоефективної електромеханічної системи електробусу на основі адаптивного векторно-керованого асинхронного електроприводу з акумуляторно-суперконденсаторним живленням: звіт про НДР / НТУУ "КПІ". № ДР 0117U004284. Київ, 2018. Том 1. 472 с.

6. Ковбаса С. М. Розвиток теорії бездавачевого векторного керування електромеханічними системами з асинхронними двигунами.: Дис. докт. техн. наук: 05.09.03. Київ. 2020.

Додаткові:

7. H. Abu-Rub High performance control of AC drives with MATLAB/Simulink models /H. Abu Rub, A. Iqbal, J. Guzinski. // John Wiley & Sons. –2012. –492p.

8. D. Xu, B. Wang, G. Zhang, G. Wang and Y. Yu, "A review of sensorless control methods for AC motor drives," in CES Transactions on Electrical Machines and Systems, vol. 2, no. 1, pp. 104-115, March 2018.

9. B. K. Bose. "Multi-Level Converters", Electronics 2015, 4, pp. 582-585.

10. J. Larminie, J. Lowry Electric vehicle technology explained. –WILEY. 2012. –328p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
---	--

з/п	(перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1,2	Електромеханічні перетворювачі сучасних електромеханічних систем. Література [1], [5].
3,4	Сучасні засоби силової електроніки та топології силових перетворювачів електромеханічних систем. Література [1], [5], [6].
5,6	Інформаційні технології та методи цифрової обробки сигналів в електромеханічних системах. Література [5], [6].
7,8	Основні наукові проблеми створення сучасних електромеханічних систем [1].
9–12	Сучасні структури керування процесами електромеханічного перетворення енергії. Література [1], [3], [4],[6].
13	Робастне, адаптивне та інваріантне керування в електромеханічних системах [1], [4].
14	Проблема енерго та ресурсозбереження та роль електромеханічних систем в її вирішенні. Література [1].
15, 16	Електромеханічні системи електричних транспортних засобів [2].
17	Сучасні системи генерування електричної енергії на основі електромеханічних перетворювачів змінного струму. Література [1], [4].
18	МКР

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Ознайомлення із сучасними електромеханічними системами на кафедрі автоматизації електромеханічних систем та електроприводу
2	Дослідження процесів керування двигуном постійного струму
3	Дослідження динамічних процесів, статичних та енергетичних характеристик в асинхронному векторно-керованому електроприводі. Моделювання. Література [3], [13] – [15].
4	Дослідження динамічних процесів, статичних та енергетичних характеристик в асинхронному векторно-керованому електроприводі. Експеримент.
5	Дослідження динамічних процесів, статичних та енергетичних характеристик в векторно-керованому електроприводі на основі синхронного двигуна з постійними магнітами. Література [3], [13] – [15].
6	Дослідження процесів при широтно-імпульсній модуляції.
7	Дослідження процесів при широтно-імпульсній модуляції в електромеханічних системах.
8	Захист реферату (презентація), залік
9	Захист реферату (презентація), залік

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість
------	------------------------	-----------

		годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	15
2	Підготовка реферату та презентації	20
3	Підготовка до МКР	10
4	Підготовка до заліку	15

Політика та контроль

7. 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 та практичних 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;

- правила захисту індивідуальних завдань: захист реферату з дисципліни здійснюється індивідуально у формі презентації перед аудиторією на останньому практичному занятті;

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

- 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 «Передові технології в електроприводі та електромеханічних системах-1»;

- 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.

-

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, робота на практичних заняттях.

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

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 після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- проведення досліджень на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).
- написання та захист реферату

Експрес-опитування	Робота на практичних заняттях	Реферат	МКР	Захист реферату
9	27	23	10	31

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 0.5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

0.5 бал * 18 = 9 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0.5;

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

9 балів * 3 = 27 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 3;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 2;

Індивідуальне семестрове завдання (реферат)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує реферат.

Максимальна кількість балів за виконання реферату – 23.

Критерії оцінювання

- повне і вчасне виконання без елементів плагіату (менше 10%) – 23 балів;
- неповне висвітлення теми реферату та/або наявність плагіату на рівні від 10 до 30 % – 15...22 бали;
- неповне висвітлення теми реферату та/або наявність плагіату на рівні від 30 до 50 % – 10...14 балів;
- неповне висвітлення теми реферату та/або наявність плагіату на рівні більше 50 % – 1...6 балів; – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 10.

Максимальний бал за МКР – 10.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) 9 – 10 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) - 5 – 8 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0 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. Необхідною умовою допуску до заліку є повний конспект лекцій, виконаний і захищений реферат. 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 бали студентом анулюються, а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною.

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань

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 певними недоліками) – 60 - 64 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вибір теми реферату

Тема реферату формується на першому занятті лектором та студентом так, щоб вона максимально наближалася до сфери інтересів теми дисертаційного дослідження студента та дозволила висвітлити сучасний стан технологій електромеханічних систем в цій сфері.

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Класифікація сучасних електромеханічних систем.
2. Структура сучасного електроприводу на основі двигунів змінного струму.
3. Основні типи силових перетворювачів електромеханічних систем.
4. Проблематика поточних наукових досліджень в області електромеханічних систем.
5. Застосування методів цифрової обробки сигналів в електромеханічних системах.

6. Місце та роль електромеханічних систем у вирішенні проблеми енерго та ресурсозбереження.
7. Основні шляхи підвищення енергетичної ефективності електромеханічних систем.
8. Основні методи керування електромеханічними перетворювачами змінного струму.
9. Системи векторного керування асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.
10. Системи векторного керування синхронними двигунами з постійними магнітами.
11. Системи векторного керування синхронними реактивними двигунами.
12. Електромеханічні системи на основі машини подвійного живлення.
13. Система генерування енергії на основі полеорієнтованого асинхронного генератора.
14. Система генерування енергії на основі синхронного генератора з постійними магнітами.
15. Система генерування на основі машини подвійного живлення.
16. Електромеханічні системи електричних транспортних засобів.
17. Енергоефективне керування електромеханічними перетворювачам змінного струму.
18. Гібридні джерела живлення для електромеханічних систем електричних транспортних засобів.
19. Типові характеристики та функції сучасних електроприводів змінного струму.
20. Електромеханічні системи та концепція Industry 4.0.

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, д.т.н. Ковбасою С. М.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол №14 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 22.06.2023)

¹Методичною радою університету— для загальноуніверситетських дисциплін.