



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

КЕРУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс магістратури, осінній семестр
Обсяг дисципліни	180 годин / 6 кредитів ECTS (54 години лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 108 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень та 1 лекція (2 години) 1 раз на 2 тижні 1 лабораторна робота (4 години) 1 раз на 2 тижні,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064 Лабораторні роботи: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, Ніконенко Євгеній Олексійович Практичні заняття: к.т.н. Волянський Роман Сергійович
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/1/c/NjlyMDY4NjgzMjM1

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Керування та автоматизація технічних систем» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей:

ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, ЗК08. Здатність працювати автономно та в команді, ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК013. Здатність демонструвати обізнаність та

вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, ФК19. Здатність до розуміння та практичного застосування основних положень сучасної теорії керування та засобів автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів.

Предмет навчальної дисципліни – проектування розподілених систем автоматизації, включаючи розробку графічних інтерфейсів для віддаленого моніторингу і керування, та інтеграції окремих елементів та підсистем за допомогою промислових мереж.

Результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, ПРН04. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем, ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу, ПРН23. Застосовувати положення сучасної теорії керування та засоби автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів з метою забезпечення ефективного керування їх режимними параметрами.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, уміннями та навичками зі створення логічних пристроїв на різній елементній базі, бути обізнаним у методах автоматичного керування, та знати основні засади автоматизованого електроприводу.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Контролери для систем автоматизації

- Тема 1.1. Історія розвитку промислового виробництва
- Тема 1.2. Загальні відомості про програмовані логічні контролери
- Тема 1.3. Програмовані логічні контролери
- Тема 1.4. Пристрої вводу-виводу
- Тема 1.5. Узгодження, обробка та фільтрація сигналів
- Тема 1.6 Апаратне резервування ПЛК та пристроїв вводу-виводу.
- Тема 1.7. Режим реального часу
- Тема 1.8. Робочий цикл ПЛК
- Тема 1.9. Час реакції ПЛК
- Тема 1.10. Операційна система
- Тема 1.11. Захист від впливу середовища

Розділ 2. Керування в системах автоматизації

- Тема 2.1. Контролери початкового рівня автоматизації
- Тема 2.2. Контролери нижнього рівня автоматизації

Тема 2.3 Модулі розширення

Тема 2.4. Контролери середнього рівня систем автоматизації підприємства

Тема 2.5. Контролери верхнього рівня систем автоматизації підприємства

Розділ 3. Програмування систем автоматизації

Тема 3.1 Мови програмування ПЛК

Тема 3.2 Інструменти програмування ПЛК

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. Посіб. – К: Нухт. – 2019. – 320с.
2. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів. Навч. Посібник. – К.: Ліра-К, 2021. – 376 с.
3. Король С.В. Програмовані логічні контролери-2: Методичні вказівки до курсового проекту. [Електронне видання] Київ: КПІ, 2019. – 44 с.

Допоміжна література

1. John Karl-Heinz, Tiegelkamp M. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems. Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision-Making Tools. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2021
2. С.В. Король Програмовані логічні контролери-1: Методичні вказівки до лабораторних робіт – К.: НТУУ «КПІ», 2021, – 68 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1.	Тема 1.1. Історія розвитку промислового виробництва Основні питання: поняття про кібер-фізичні системи та їх впровадження у виробництво, технології. Industry 4.0
2.	Тема 1.2. Загальні відомості про програмовані логічні контролери Основні питання: структура функції та області використання ПЛК
3.	Тема 1.3. Програмовані логічні контролери Основні питання: Типи ПЛК та їх характеристики. Архітектура ПЛК, переваги і недоліки різних архітектур. Технології компоновки ПЛК. Моноблочні, модульні, розподілені, багатопроцесорні архітектури логічних контролерів. Мезонінна технологія побудови контролерів. Режим “ведучий-ведений”
4.	Тема 1.4. Пристрої вводу-виводу Основні питання: Ввод аналогових сигналів: модулі вводу струму та напруги, термопари, термоперетворювачі опору, тензорезистори. Вивод аналогових сигналів. Ввод дискретних сигналів. Вивод дискретних сигналів. Ввод частоти, періоду та імпульсів. Модулі керування рухом.
5.	Тема 1.5. Узгодження, обробка та фільтрація сигналів

	Основні питання: Узгодження, масштабування, модифікація та лінеризація сигналів за допомогою перетворюючих пристроїв. Модуляція та демодуляція. Основи аналогової та цифрової фільтрації.
6.	Тема 1.6 Апаратне резервування ПЛК та пристроїв вводу-виводу. Основні питання: Загальні принципи резервування. Резервування каналів вводу-виводу інформації. Резервування процесорних модулів. Резервування джерел живлення. Оцінка надійності резервованих систем.
7.	Тема 1.7. Режим реального часу Основні питання: Режим реального часу, типи та особливості систем. Принципи побудови систем реального часу. Структура робочого циклу ПЛК. Системи скануючого типу, їх переваги. Розподіл часу робочого циклу та правила вимірювання його тривалості. Функція контролю часу робочого циклу. Час реакції ПЛК, правила розрахунку часу реакції. Заходи для зменшення часу реакції ПЛК. Склад, призначення, основні функції операційної системи логічних контролерів
8.	Тема 1.8. Робочий цикл ПЛК Основні питання: структура робочого циклу ПЛК. системи скануючого типу, їх переваги, розподіл часу робочого циклу та правила вимірювання його тривалості, функція контролю часу робочого циклу.
9.	Тема 1.9. Час реакції ПЛК Основні питання: Час реакції ПЛК, правила розрахунку часу реакції, заходи для зменшення часу реакції ПЛК
10.	Тема 1.10. Операційна система Основні питання: призначення операційної системи ПЛК, склад операційної системи ПЛК та призначення основних модулів.
11.	Тема 1.11. Захист від впливу середовища Основні питання: Характеристика промислового середовища. Міжнародні нормативи захисту персоналу від ураження електричним струмом та захисту електронних компонентів розміщених в середині пристрою від впливу вологи і пилу. Рівні захисту від проникнення твердих частинок. Рівні захисту від проникнення рідин.
12.	Тема 2.1. Контролери початкового рівня автоматизації Основні питання: Призначення контролерів початкового рівня, типові представники таких контролерів. Особливості контролерів початкового рівня.
13.	Тема 2.2. Контролери нижнього рівня автоматизації Основні питання: Призначення контролерів нижнього рівня автоматизації. Особливості контролерів нижнього рівня. Модулі розширення для контролерів нижнього рівня систем автоматизації. Підключення вхідних та вихідних ліній ПЛК. Технічні характеристики вхідних і вихідних ліній.
14.	Тема 2.3 Модулі розширення Основні питання: модулі розширення для контролерів нижнього рівня систем автоматизації, підключення вхідних та вихідних ліній ПЛК. технічні характеристики вхідних і вихідних ліній.
15.	Тема 2.4. Контролери середнього рівня систем автоматизації підприємства Основні питання: Призначення контролерів середнього рівня автоматизації. Особливості контролерів середнього рівня. Призначення контролерів верхнього рівня автоматизації. Особливості контролерів верхнього рівня.
16.	Тема 2.5. Контролери верхнього рівня систем автоматизації підприємства Основні питання: Призначення контролерів верхнього рівня автоматизації.

	Особливості контролерів верхнього рівня.
17.	Тема 3.1 Мови програмування ПЛК Основні питання: Мови стандартів МЕК 61131-3 та особливості їх використання при програмуванні ПЛК, зв'язок з фізичними пристроями. Функції спеціалізованих пакетів для програмування. Огляд універсальних пакетів для програмування ПЛК, їх основні функції і відмінності.
18.	Тема 3.2 Інструменти програмування ПЛК Основні питання: функції спеціалізованих пакетів для програмування, огляд універсальних пакетів для програмування ПЛК. функціональні можливості пакету, який планується для виконання, курсового проекту по кредитному модулю.

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Лабораторна робота №1. Автоматизація вуглевантажувального комплексу в програмному пакеті CoDeSys. Основні питання заняття: ознайомлення з принципами розробки, налаштування та тестування систем автоматизації за допомогою програмного середовища CodeSys
2	Лабораторна робота №2. Розробка та дослідження системи авоматизації виробництва керамічної плитки на основі EASY 700 Основні питання заняття: ознайомлення з принципами розробки, налаштування та тестування систем автоматизації за допомогою програмного середовища EasySoft. Вивчення особливостей роботи з лічильниками та часовими реле, принципів контролю стану автоматів захисту та контакторів.
3	Лабораторна робота №3. Реалізація системи автомтизації на основі контролера Alpha Основні питання заняття: ознайомлення з принципами розробки і тестування систем автоматизації за допомогою програмного середовища "Alpha Programing" та засвоєння на практичці процесу створення та налагодження програм на мові FBD
4	Лабораторна робота №4. Розробка і налагодження програми промислового контролера за допомогою вбудованого інтерфейсу Основні питання заняття: ознайомлення з принципами програмування ПЛК початкового рівня за допомогою передньої панелі, вивчення методи налаштування та тестування програм на ПЛК

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	38
2	Підготовка до лабораторних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до екзамену	30
	Усього	108

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) проводиться на лекції. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке відповідає в письмовій формі. МКР проводиться перед другою атестацією і присвячена принципам передачі даних через промислові мережі.

Політика та контроль

6. 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;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться 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 «Моделювання електромеханічних систем»;

- 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.

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

Поточний контроль: тестування, МКР, захист лабораторних робіт та РГР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені лабораторні роботи, 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:

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Лекційні заняття	Лабораторні роботи	МКР	Екзамен
9	28	13	50

Опрацювання лекційних занять

Ваговий бал 0,3. Максимальна кількість балів за опрацювання лекційних занять – 0.3 бала * 27 лекцій = 9 балів.

Критерії оцінювання

- | | |
|---|---------|
| - опрацювання лекції, надане впродовж тижня після заняття | 0,3 |
| -опрацювання лекції, надане із запізненням понад тиждень | 0...0,2 |
| -неопрацьована лекція | 0 |

Лабораторні заняття

Усі лабораторні роботи мають ваговий бал 7. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 7 балів * 4 робіт = 28 балів.

На лабораторних роботах студенти перевіряють працездатність написаних програм або схем відповідно до завдання. Для допуску до поточної лабораторної роботи необхідно мати протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Методичних вказівок. Також для допуску до лабораторної роботи (окрім 1-ї) необхідно захистити попередню. Студенти, що не захистили попередню лабораторну роботу можуть бути не допущені до виконання наступної. Лабораторні роботи виконуються бригадою.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

1. Виконання:
 - повне і вчасне виконання роботи – 4 бали;
 - неповне виконання роботи – 1-3 балів;
 - невиконання роботи – 0 балів;
2. Підсумковий бал (виконання та захист):
 - вчасний захист роботи на наступному занятті з повними відповідями на запитання (до 3-х запитань) – 3 бали;
 - вчасний захист роботи на наступному занятті з неповними відповідями на запитання (до 3-х запитань) – 2 бали;
 - невчасний захист роботи з повними відповідями на запитання – 1 бал;
 - невчасний захист роботи та незадовільні відповіді на запитання – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за МКР – 13.

Критерії оцінювання

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 13
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 7-12
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 3-6
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 1-2
- невиконання без поважних причин 0

На модульній контрольній роботі студент має надати розгорнуті письмові відповіді на 2 питання. Кожне з питань оцінюються від 0 до 6 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.

Додаткові (бонусні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 20 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Додаткові лекції» та «Завдання до лекцій».

Додаткові лекції. Самостійна робота студентів передбачає 4 додаткових лекцій, які студенти повинні опрацювати та законспектувати. За опрацювання однієї лекції вигляді у конспекту нараховується 0,5 бали. Максимальна кількість балів, що можна отримати за опрацювання додаткових лекцій складає 2 бали.

Завдання до лекцій. Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,5. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 9.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг має бути не менше 30 балів.

Екзамен передбачає надання відповідей на два теоретичних питання, кожна з яких оцінюється у 25 балів.

Критерії оцінювання відповідей

- відповідь надана у повному обсязі – 25 балів;
- відповідь є частково-повною – 10-24 балів;
- відповідь є неповною – 1-9 балів;
- відповідь не надана – 0 балів.

Питання на екзамен формуються відповідно до тем лекційних занять.

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, к.т.н. Волянським Р.С.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023)



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

Ідентифікація, спостереження, адаптивне керування в електромеханічних системах

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	180 годин / 6 кредитів ECTS (54 години лекцій, 18 годин практичних робіт, 108 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень та 1 лекція (2 години) 1 раз на 2 тижні 1 практична робота (2 години) 1 раз на 2 тижні,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. Пересада Сергій Михайлович, 0973847413 Практичні: д.т.н. Пересада Сергій Михайлович, 0973847413
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTY0ODg5NjE1NDgy?cjc=t5vsxms

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Ідентифікація, спостереження, адаптивне керування в електромеханічних системах» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей: (ЗК1) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК3) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК6) Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями; (ФК01) Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, (ФК02) Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології

та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, (ФК06). Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, (ФК19) Здатність до розуміння та практичного застосування основних положень сучасної теорії керування та засобів автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів.

Предмет навчальної дисципліни – методи і алгоритми адаптивного керування електромеханічними системами в умовах параметричної невизначеності і часткового вимірювання вектора стану об'єкта керування.

Результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

(ПРН02) Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні; (ПРН03) Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, (ПРН07) Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (ПРН09) Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності; (ПРН18) Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ПРН20) Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами;

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

Вивченню дисципліни «Ідентифікація, спостереження, адаптивне керування в електромеханічних системах» передують набуття здобувачем знань з технічної механіки, електричних машин, теорії автоматичного керування, автоматизованого промислового електроприводу та керування ним, робототехніка та мехатроніки. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти іноземними мовами, оскільки значна частина новітніх методів керування описується в іноземній науковій літературі. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого проходження практики на виконання магістерської дисертації.

2. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 4 розділи, а саме:

Розділ 1. Методи дослідження та синтезу електромеханічних систем

Тема 1.1. Вступ. Загальні відомості. Математичний опис багатовимірних нелінійних систем у просторі стану.

Тема 1.2. Основи сучасної теорії стійкості.

Тема 1.3. Стійкість адаптивних систем.

Тема 1.4. Синтез нелінійних керувань на основі другого методу Ляпунова.

Тема 1.5. Системи із спостерігачами стану.

Розділ 2. Спостерігачі механічних координат в електромеханічних системах

Тема 2.1. Спостерігач невідомого моменту навантаження для двигуна постійного струму.

Тема 2.2. Спостерігач кутової швидкості на основі інформації про кутове положення.

Тема 2.3. Спостерігач кутової швидкості повного та зниженого порядку для двигуна постійного струму.

Розділ 3. Спостерігачі стану в електромеханічних системах.

Тема 3.1. Спостерігачі електромеханічних об'єктів із гармонійним осцилятором.

Тема 3.2. Спостерігачі вектора потокозчеплення ротора зниженого та повного порядку.

Тема 3.3. Адаптивні до змін активного опору статорного та роторного кола спостерігачі вектора потокозчеплення ротора.

Розділ 4. Адаптивне та робастне керування координатами електродвигунів з використанням спостерігачів.

Тема 4.1. Бездавачеве керування електромеханічними координатами на основі натуральних властивостей стійкості.

Тема 4.2. Алгоритм частотного керування швидкістю асинхронних двигунів (АД) з натуральною орієнтацією по вектору потокозчеплення статора.

Тема 4.3. Пряме векторне керування струмово-керованим АД.

Тема 4.4. Пряме векторне керування моментом АД з максимізацією співвідношення момент-струм.

Тема 4.5. Асинхронний двигун при прямій орієнтації за вектором потокозчеплення ротора.

3. Навчальні матеріали та ресурси

1. Методи робастного адаптивного керування електромеханічними системами з підвищеними динамічними та енергетичними показниками: звіт про НДР. НТУУ "КПІ". № ДР 0115U000381. Київ, 2019. 506 с.

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

3. Пересада, С. М. Непряме векторне керування асинхронними двигунами з властивостями робастності та адаптації до змін активного опору ротора [Електронний ресурс] : монографія / Пересада С. М., Ковбаса С. М., Красношарпа Н. Д. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,96 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 174 с.

4. Marino R., Tomei P., Verrelli C., Induction Motor Control Design. Springer 2020. pp. 349.

5. Elis G. Observers in Control Systems. Academic Press. 2021.P.264

6. Peresada S. and Tonielli A. High-performance robust speed-flux tracking controller for induction motor // Int. Journal of Adaptive Control and Signal Processing. –2020. –Vol. 14. –P. 177–200.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
-------	--

1	Тема 1.1. Вступ. Загальні відомості. Математичний опис багатовимірних нелінійних систем у просторі стану.
2	Тема 1.2. Основи сучасної теорії стійкості.
3	Тема 1.3. Стійкість адаптивних систем.
4	Тема 1.4. Синтез нелінійних керувань на основі другого методу Ляпунова.
5	Тема 1.5. Системи із спостерігачами стану.
6	Тема 2.1. Спостерігач невідомого моменту навантаження для двигуна постійного струму.
7	Тема 2.2. Спостерігач кутової швидкості на основі інформації про кутове положення.
8	Тема 2.3. Спостерігач кутової швидкості повного та зниженого порядку для двигуна постійного струму.
9	Тема 3.1. Спостерігачі електромеханічних об'єктів із гармонійним осцилятором.
10	Тема 3.2. Спостерігачі вектора потокозчеплення ротора зниженого та повного порядку.
11	Тема 3.3. Адаптивні до змін активного опору статорного та роторного кола спостерігачі вектора потокозчеплення ротора.
12	Тема 4.1. Бездавачеве керування електромеханічними координатами на основі натуральних властивостей стійкості.
13	Тема 4.2. Алгоритм частотного керування швидкістю АД з натуральною орієнтацією по вектору потокозчеплення статора.
14	Тема 4.3. Пряме векторне керування струмово-керованим АД.
15	Тема 4.4. Пряме векторне керування моментом АД з максимізацією співвідношення момент-струм.
16	Тема 4.5. Асинхронний двигун при прямій орієнтації за вектором потокозчеплення ротора.
17	Тема 4.5. Робастність спостерігачів до параметричних збурень.
18	Модульна контрольна робота.

Практичні заняття

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Видача завдань на РГР. Загальні питання з моделювання динамічних систем.
2	Дослідження динамічних режимів спостерігача невідомого моменту навантаження для двигуна постійного струму.
3	Дослідження динамічних режимів спостерігача кутової швидкості на основі інформації про кутове положення.
4	Дослідження динамічних режимів спостерігача кутової швидкості повного та зниженого порядку для двигуна постійного струму.
5	Дослідження динамічних режимів спостерігача для електромеханічних об'єктів із гармонійним осцилятором.
6	Дослідження динамічних режимів спостерігачів вектора потокозчеплення ротора асинхронного двигуна зниженого та повного порядку.
7	Дослідження динамічних режимів адаптивних до змін активного опору статорного та роторного кола спостерігачів вектора потокозчеплення ротора.
8	Дослідження динамічних режимів систем бездавачевого керування електромеханічними координатами на основі натуральних властивостей стійкості.

9	Дослідження динамічних режимів систем векторного керування асинхронним двигуном при прямій орієнтації за вектором потокозчеплення ротора.
---	---

5. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	38
2	Підготовка до практичних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до екзамену	30
	Усього	108

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Проводиться одна модульна контрольна робота (МКР) Основні варіанти завдань.

1. Синтезувати адаптивний спостерігач вектора потокозчеплення асинхронного двигуна (АД), дослідити моделюванням його динамічні властивості для наступних варіантів:

1.а. Усі параметри АД відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається сталою.

1.б. Усі параметри АД, окрім активного опору статора, відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається такою, що змінюється повільно.

1.в. Усі параметри АД, окрім активного ротору, відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається такою, що змінюється повільно.

2. Синтезувати адаптивний спостерігач вектора струму статора синхронного двигуна (СД), дослідити моделюванням його динамічні властивості для наступних варіантів:

2.а. Усі параметри СД, окрім активного опору статора, відомі.

2.б. Усі параметри СД, окрім індуктивності статора, відомі.

2.в. Усі параметри СД, окрім індуктивності статора і активного опору статора, відомі.

Політика та контроль

6. 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;

- 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 «Електромеханічні системи електричних транспортних засобів»;

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

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

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

Семестровий контроль: екзамен.

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;
- робота на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Робота на практичних заняттях	МКР	Екзамен
18	9	23	50

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 0.6. Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0.6 бал * 27 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0.6;
- частково вірна відповідь – 0.1-0.5;
- невірна відповідь – 0;
- заохочення за активність на занятті чи вирішення додаткових завдань – 1.

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на всіх заняттях – 1 балів * 9 = 9 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0.5;
- незадовільна робота на занятті – 0.
- заохочення за активність на занятті чи вирішення додаткових завдань – 1.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 23.

Максимальний бал за МКР – 23.

Критерії оцінювання

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 15 – 22 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1-14 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «3 бали») або відсутність під час проведення роботи – 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 – екзамен

Необхідною умовою допуску до екзамену є відпрацьовані практичні заняття і виконана розрахунково-графічна робота. Екзамен є обов'язковим.

Екзаменаційна робота складається з теоретичного і практичного питань..

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену дорівнює 50 балів. Теоретичне і практичне питання оцінюються у 25 балів.

Система оцінювання теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-25 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18-22 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-17 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 9 балів) – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 23-25 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 18-22 балів;
- «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 15-17 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни здійснюється шляхом вирішення конкретних задач. Бажано, щоб під час лекцій студенти використовували комп'ютери для демонстрації теоретичних положень та їх практичного застосування.

Передбачається, що усі розглянуті приклади з використання систем ідентифікації, спостереження і адаптивного керування в електромеханічних системах будуть досліджені методом математичного моделювання з використанням моделюючих програм, які надаються студентам.

Теми, які виносяться на семестровий контроль

1. Теоретичні питання формуються відповідно до тем лекційних занять. Вони вміщують математичний синтез системи, доведення стійкості.

2. Задача (практичне запитання) полягає в дослідженні системи, яка синтезована в теоретичному питанні, шляхом моделювання. Студент має використати моделюючу програму, яку він розробляв на практичних заняттях, промодельовати, оформити графіки перехідних процесів і надати їх аналіз.

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 професором кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, д.т.н. Пересадою С. М.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № _10_ від 22.06.2023).



ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс магістратури, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS (54 години лекцій, 36 годин лабораторних робіт, 60 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень та 1 лекція (2 години) 1 раз на 2 тижні 1 лабораторна робота (4 години) 1 раз на 2 тижні,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064 Лабораторні роботи: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064 Землянухіна Ганна Юріївна, 0973875085
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5535

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Інтегровані системи автоматизації» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів наступних здатностей: (ЗК01) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, (ЗК02) Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, (ЗК05) Здатність приймати обґрунтовані рішення, (ЗК08) Здатність працювати автономно та в команді, (ФК14) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Предмет навчальної дисципліни – проектування розподілених систем автоматизації, включаючи розробку графічних інтерфейсів для віддаленого моніторингу і керування, та інтеграції окремих елементів та підсистем за допомогою промислових мереж.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

(ПРН03) Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, (ПРН05) Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах, (ПРН09) Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, (ПРН17) Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями з систем автоматизації, теорії керування та елементів автоматизованого електроприводу.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМИСЛОВИХ МЕРЕЖ .

Тема 1.1. Визначення, призначення та властивості промислових мереж

Тема 1.2. Основні робочі характеристики промислових мереж.

Розділ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ФІЗИЧНОГО РІВНЯ

Тема 2.1 Організація каналів зв'язку передачі даних.

Тема 2.2 Кодування інформації.

Тема 2.3 Стандарти послідовні інтерфейси.

Тема 2.4 Символьний спосіб обміну.

Тема 2.5 Бездротовий спосіб обміну.

Розділ 3 СТАНДАРТНІ ІНТЕРФЕЙСИ ТА ПРОТОКОЛИ

Тема 3.1 Інтерфейс AS-i.

Тема 3.2 Мережі MODBUS.

Тема 3.3 Рекомендації до проектування мереж MODBUS RTU/ASCII та MODBUS TCP/IP

Тема 3.4 Мережі PROFIBUS.

Тема 3.5 Розширені функції обміну даними між вузлами в PROFIBUS DP (DP-V1, DP-V2)

Тема 3.6 CAN протокол.

Тема 3.7 Протокол CANOpen.

Тема 3.8 Базові концепції конфігурування та адміністрування мережі CAN .

Тема 3.9. Специфікації профілів пристроїв CANOpen

Тема 3.10. Промисловий ETHERNET.

Тема 3.11. Протоколи транспортного рівня: Протоколи UDP та TCP.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. „Інтегровані системи автоматизації – 1”: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” за освітньою програмою – “Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.В. Король – К.: "КПІ ім. І. Сікорського", 2020, – 104 с.
2. Hugh Jack. Integration and Automation of Manufacturing Systems [Електронний ресурс] / Hugh Jack. 2019, - 593 p. – Режим доступу: jackh@gvsu.edu.
4. Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2019. – 268 с.
5. Zurawski, Richard. The industrial communication technology handbook / Richard Zurawski, editor. p. cm. — (The industrial information technology series): CRC Press, Taylor & Francis Group. 2020. – 879 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1-2	Тема 1.1. Визначення, призначення та властивості промислових мереж Визначення промислової мережі та їх градація. Функціональне призначення промислових мереж. Обмін даними. Загальні вимоги до промислових мереж. Історія розвитку та стандартизації промислових мереж. Промислові мережі в контексті моделі ISO OSI
3	Тема 1.2. Основні робочі характеристики промислових мереж Прикладні сервіси, інтерфейс прикладного рівня. Забезпечення каналом зв'язку між вузлами та методи доступу. Формування кадру та контроль за помилками. Топологія мережі та сегментація. Фізичні інтерфейси передачі даних. Маршрутизація. Транспортування даних.
4-5	Тема 2.1 Організація каналів зв'язку передачі даних Використання металевих кабелів: Фізичні властивості кабельної лінії передачі. Електричні характеристики кабельної лінії передачі. Відбиття сигналів та способи їх подолання. Типи електричних кабелів. Електричні шуми, завади та боротьба з ними. Заземлення екранів кабелів. Основні рекомендації до вибору, прокладки та монтажу електричних кабелів для промислових мереж. Передача інформації напругою та струмом. Використання оптоволоконного кабелю та бездротового зв'язку. Резервування промислових мереж
6	Тема 2.2 Кодування інформації Безпосередній спосіб передачі цифрових даних. Модуляція несучої (carrier modulation). Синхронна та асинхронна передача: Необхідність синхронізації. Символьна передача. Використання схем UART.
7-9	Тема 2.3 Стандарти послідовні інтерфейси Інтерфейс RS-232. Електричні характеристики. Типи роз'ємів. Призначення

	ліній інтерфейсу RS-232 C. Управління потоком даних. Інтерфейс RS-422A (EIA-422A). Інтерфейс RS-485 (EIA/TIA-485) Схеми з'єднання..Схеми узгодження. Забезпечення захисного зміщення. Інтерфейс «струмова петля» 20 мА (Current Loop, ІРІТС). Порівняльна характеристика стандартних послідовних інтерфейсів. Використання адаптерів-перетворювачів інтерфейсів: Типи адаптерів-перетворювачів. Управління адаптерами RS-232<->RS-485 з боку RS-232. Автоматичне управління адаптером RS-232<->RS-485
10	Тема 2.4 Символьний спосіб обміну Способи кодування символів. Принципи символьного обміну ASCII. Модемний обмін
11-12	Тема 2.5 Бездротовий спосіб обміну Питання стандартизації. Класифікація бездротових способів обміну: Стандарти IEEE 802.15. Стандарт IEEE 802.11. Стандарт IEEE 802.16. Технології бездротового зв'язку в промисловості. Особливості бездротових модемів з використанням мобільного зв'язку: Коротка характеристика мобільного зв'язку в Україні. Основні стандарти мобільного зв'язку
13	Тема 3.1 Інтерфейс AS-i Загальні відомості. Реалізація фізичного рівня. Принципи функціонування. Етапи роботи шини AS-i. Формат кадру AS-i. Швидкість відновлення даних. Профілювання Ведучих та Ведених. Автоматична адресація. AS-i V2.1 та V3. AS-i профілі
14-15	Тема 3.2 Мережі MODBUS Мережі MODBUS у контексті моделі OSI. Реалізація MODBUS на прикладному рівні: Формат MODBUS PDU. Формат основних функцій. Адресна модель MODBUS та доступ до даних. MODBUS Serial : Канальний рівень. MODBUS RTU. MODBUS ASCII. Реалізація фізичного рівня для MODBUS Serial. MODBUS TCP/IP: Комунікаційна архітектура MODBUS TCP/IP. Особливості реалізації протоколу.
16	Тема 3.3 Рекомендації до проектування мереж MODBUS RTU/ASCII та MODBUS TCP/IP: Послідовність розробки мереж MODBUS RTU/ASCII. Перенесення клієнтських запитів у мережах MODBUS RTU/ASCII. Послідовність розробки мереж MODBUS TCP/IP
17-18	Тема 3.4 МЕРЕЖІ PROFIBUS Мережі PROFIBUS у контексті моделі ISO та MEK. Реалізація фізичного рівня PROFIBUS DP. Реалізація фізичного рівня PROFIBUS PA (MBP). Реалізація канального рівня. Базові функції обміну даними між вузлами в PROFIBUS DP (DP-VO): Функція циклічного обміну даними процесу. Функції (сервіси) базових типів вузлів. Структура DP-циклу. Конфігурування та ініціалізація мережі.
19	Тема 3.5 Розширені функції обміну даними між вузлами в PROFIBUS DP (DP-V1, DP-V2) Версії DP-V1 та DP-V2. Ациклічний обмін даними процесу. Широкомовний обмін даними процесу. Ізохронний режим. Профілі в PROFIBUS DP: Технічна структура PROFIBUS. Загальні прикладні профілі. Специфічні прикладні профілі. Використання GSD для інтеграції пристроїв у мережу
20	Тема 3.6 CAN протокол CAN-стандарти та його опис у контексті моделі OSI Організація канального рівня. Комунікаційні сервіси. Формати кадрів обміну даними. Обробка помилок та боротьба з дефектами. Реалізація фізичного рівня. CAN-сумісні стандарти. Стандарт ISO 11898. Протоколи прикладного рівня для мереж CAN. Реалізація

	<i>CAN</i>
21	Тема 3.7 Протокол CANOpen <i>CANOpen у контексті моделі OSI. Особливості реалізації фізичного рівня. Базові принципи функціонування: Модель обміну. Комунікаційні сервіси. Основи функціонування сервісу PDO.</i>
22	Тема 3.8 Базові концепції конфігурування та адміністрування мережі CAN <i>Схема розподілення Ідентифікаторів за замовченням. Робота зі Словником Об'єктів. Структура словника об'єктів. Основи функціонування сервісу SDO. Типи передачі POB та об'єкт SYNC. Об'єкт Time Stamp. Об'єкт Emergency. Діагностичні сервіси NodeGuard та Heartbeat.</i>
23	Тема 3.9. Специфікації профілів пристроїв CANOpen <i>Профілі пристроїв у CANOpen. Профіль модулів вводу/виводу.</i>
24	Тема 3.10. Промисловий ETHERNET. Мережі Ethernet: <i>Загальні поняття. Структура кадру. Протоколи рівня IP: Протокол IP. Протокол ARP. Протоколи BOOTP та DHCP. Протоколи IGMP та IGMP-snooping. Методика NAT-трансляції.</i>
25	Тема 3.11. Протоколи транспортного рівня <i>Протоколи UDP та TCP. Модель сокетів. Промисловий Ethernet: Кабельні системи промислового виконання. Real Time Ethernet. Рішення RTE над TCP/IP. Рішення RTE над Ethernet. Рішення RTE з модифікацією Ethernet</i>
26	<i>МКР</i>
27	<i>Залікова робота</i>

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Лабораторна робота №1. Розробка та дослідження розподіленої системи автоматизації на основі мережі CAN. Основні питання заняття: ознайомлення з основами конфігурування розподілених систем автоматизації на основі мережі CAN та дослідження впливу конфігураційних параметрів на швидкість передачі інформації.
2	Лабораторна робота №2. Розробка та дослідження розподіленої системи автоматизації на основі мережі PROFIBUS DP. Основні питання заняття: ознайомлення з основами конфігурування розподілених систем автоматизації на основі мережі Profibus DP та дослідження впливу конфігураційних параметрів на швидкість передачі інформації.
3	Лабораторна робота №3. Інтеграція електроприводу Schneider Electric в систему автоматизації за допомогою мережі MODBUS Основні питання заняття: ознайомлення з системою автоматизації MachineStructure фірми Schneider Electrics, промисловим програмованим логічним контролером M221 Modicon та перетворювачем частоти Altivar 320, дослідження принципів конфігурування контролера в програмному забезпеченні Somachine Basic та реалізації режиму «Simple Start» у перетворювачі частоти, ознайомлення з протоколом передачі даних Modbus.
4	Лабораторна робота №4. Розподілена система автоматизації на основі мережі MODBUS з електроприводом ABB Основні питання заняття: ознайомлення з програмним забезпеченням фірми ABB для програмування логічних контролерів, промисловим програмованим логічним контролером ABB PM554 та перетворювачем частоти ABB ACS310, дослідження принципів конфігурування контролера в програмному забезпеченні CodeSys та налаштування перетворювача частоти за допомогою панелі оператора та програмного забезпечення DriveWindow Light 2, ознайомлення з протоколом передачі даних Modbus.
5	Лабораторна робота №5. Розробка людино-машинного інтерфейсу на основі PC-based графічних панелей Основні питання заняття: ознайомлення з принципами розробки людино-машинного інтерфейсу за допомогою програмного середовища Galileo, на практиці освоїти процес створення та тестування програмного інтерфейсу
6	Лабораторна робота №6 Розробка системи спостереження та контролю в програмному середовищі clearscada2017 Основні питання заняття: ознайомлення з загальними принципами створення і організації систем телеметрії на основі SCADA систем. Дослідження програмного забезпечення ClearSCADA2017 виробництва Scneider Electric; принципами побудови програми, створенням графічних об'єктів, базовим програмуванням в SCADA системах. Розробка спостереження та контролю в програмному середовищі ClearSCADA2017

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	14
2	Підготовка до лабораторних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	Усього	60

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) проводиться на лекції. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке відповідає в письмовій формі. МКР проводиться перед другою атестацією і присвячена принципам передачі даних через промислові мережі.

Політика та контроль

6. 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;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться 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 «Моделювання електромеханічних систем»;

- 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.

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

Поточний контроль: тестування, МКР, захист лабораторних робіт та РГР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені лабораторні роботи, 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:

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Тестування по лекціям	Лабораторні заняття	МКР
26	36	38

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 1. Максимальна кількість балів за тестування – 1 бала * 26 лекцій = 26 балів.

Критерії оцінювання

- | | |
|---|-----------|
| - опрацювання лекції, надане впродовж тижня після заняття | 1 |
| -опрацювання лекції, надане із запізненням понад тиждень | 0.1...0,5 |
| -неопрацьована лекція | 0 |

Лабораторні заняття

Ваговий бал 6. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 6 бали * 6 робіт = 36 бал.

На лабораторних роботах студенти перевіряють працездатність написаних програм або схем відповідно до завдання. Для допуску до поточної лабораторної роботи необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Методичних вказівок. Також для допуску до лабораторної роботи (окрім 1-ї) необхідно захистити попередню. Студенти, що не захистили попередню лабораторну роботу можуть бути не допущені до виконання наступної. Лабораторні роботи виконуються бригадою.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- вірно виконані всі необхідні розрахунки, написані програми та продемонстрована працездатність всіх програм (схем), вірні відповіді на запитання до захисту – 6 бали;

- вірно виконані всі необхідні розрахунки, написані програми та продемонстрована працездатність всіх програм (схем),, відповіді на питання до захисту мають неточності – 4-5,9 бали;
- виконані всі необхідні розрахунки, написані програми, але наявні деякі помилки або неточності, продемонстрована працездатність не всіх програм (схем), відповіді на питання до захисту мають неточності – 2-3,9 бали;
- не всі розрахунки та програми представлені, не продемонстрована працездатність програм (схем), відповіді на питання до захисту мають неточності – 0-1,9 балів;
- лабораторна робота не виконана або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за МКР – 38.

Критерії оцінювання

- | | |
|--|--------|
| – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) | 38 |
| – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) | 17-372 |
| – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) | 10-16 |
| – незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) | 1-9 |
| – невиконання без поважних причин | 0 |

На модульній контрольній роботі студент має надати розгорнуті письмові відповіді на 2 питання. Кожне з питань оцінюються від 0 до 19 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.

Додаткові (бонусні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 20 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Додаткові лекції» та «Завдання до лекцій».

Додаткові лекції. Самостійна робота студентів передбачає 4 додаткових лекцій, які студенти повинні опрацювати та законспектувати. За опрацювання однієї лекції вигляді у конспекту нараховується 0,5 бали. Максимальна кількість балів, що можна отримати за опрацювання додаткових лекцій складає 2 бали.

Завдання до лекцій. Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,5. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 9.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахована РГР та здані усі завдання до практичних занять. 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. Залікова робота проводиться на останньому лекційному занятті. Студент проходить тестування у середовищі Google Classroom. На тестування пропонується 100 тестових питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати 60 балів і вище. Час тестування зазвичай складає 100 хвилин, але може бути скоригований лектором та (або) викладачам, що приймає залік.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, к.т.н. Волянським Р.С.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023)



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних систем
та електроприводу

ФЕА

СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS (54 години лекцій, 36 годин лабораторних робіт, 60 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР/РГР
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень та 1 лекція (2 години) 1 раз на 2 тижні 1 лабораторна робота (4 години) 1 раз на 2 тижні,
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473; к.т.н., доцент Приймак Богдан Іванович, тел. 0681213423. Лабораторні: к.т.н., доцент Приймак Богдан Іванович, тел. 0681213423. Практичні заняття: д.т.н., професор, Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473.
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjE5NDkwODk1Mjk4?cjc=psq664s

2. Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Системи оптимального та інтелектуального керування» складено відповідно до освітньої програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» з освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни " Системи оптимального та інтелектуального керування " є підсилення у студентів наступних здатностей: ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення, ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, ЗК08. Здатність працювати автономно та в команді, ФК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних

проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електро-енергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних об'єктів та систем, ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем,

Предмет навчальної дисципліни – варіаційне числення; методи Ейлера, Ейлера-Пуассона, Лагранжа; принцип максимуму Понтрягіна; стратегії оптимального керування електроприводом; синтез енергооптимальних систем (мінімізація окремих видів втрат, максимізація ККД електроприводу); синтез систем електроприводу, оптимальних за швидкодією; фазі-логіка, штучні нейромережі (синтез та тренування).

Результати навчання:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем, ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні, ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах, ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах

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

Дисципліна " Системи оптимального та інтелектуального керування" потребує насамперед знань з дисциплін теорії автоматичного керування та систем автоматизованого електроприводу. Знання і навички, отримані студентами при вивченні дисципліни "Системи оптимального та інтелектуального керування", стануть їм у пригоді при виконанні випускної магістерської роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 2 розділи, а саме:

3. «Оптимізація в електромеханічних системах», до якого ввійшли питання визначення функціоналу та його основні властивості, вирішення задач на безумовний екстремум, синтезу оптимального керування процесами розмагнічування та намагнічування нерухомого векторно керованого асинхронного двигуна, вирішення варіаційних задач на умовний екстремум, оптимального керування системами позиційного електроприводу з обмеженням або мінімізацією теплових втрат та синтезу оптимального керування потокозчеплення ротору векторно-керованого асинхронного двигуна з умов мінімізації струму статора при заданому моменті та з умов максимізації ККД, стратегії оптимального керування моментом та швидкістю синхронного двигуна зі вбудованими у ротор постійними магнітами.

4. «Інтелектуальне керування в електромеханічних системах», до якого ввійшли питання нечітких множин та фазі-логіки, основ нечіткого керування динамічними об'єктами, практичної побудови фазі-регуляторів, реалізації типових фазі-регуляторів та нечітких САК, штучного нейрону та штучних нейронних мереж, навчання штучних нейронних мереж, основних типів штучних нейромереж, сфери їх перспективного застосування, основи теорії генетичних алгоритмів оптимізації.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Толочко О.І. Системи оптимального та інтелектуального керування в електромеханічних системах. Частина 1. Оптимальне керування в електромеханіці. Практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 117 с.

Додаткові:

2. Zak S.H. Systems and Control. Oxford University Press, 2023. – 770 p.
3. Глибовець М.М., Олецький О.В. Штучний інтелект. К.: Вид. дім “КМ Академія”, 2020. – 366 с.
4. Толочко О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: Навчальний посібник. – Київ: НТУ «КПІ» (електронне видання), 2021. – 150 с.
5. O.Tolochko. Energy Efficient Speed Control of Interior Permanent Magnet Synchronous Motor // Chapter in the free-open book “Applied Modern Control”, ISBN 978-1-78984-827-4, DOI: 10.5772/intechopen.80424, Published: February 13th 2019

5. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Розділ 1. ОПТИМІЗАЦІЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ Вступ. Мета дисципліни. Історія та основні напрями розвитку теорії оптимального керування. Література: [3], с. 9-19; СРС: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
2	Тема 1.1. Основні поняття і визначення. Функціонал та його основні властивості. Функціонал та його основні властивості. Постановка та класифікація задач оптимального керування. Критерії оптимальності. Література: [1], с. 563-566; [3], с. 26-33. СРС: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
3	Тема 1.2. Пошук екстремумів функцій. Класифікація задач і методів розв'язання мінімаксних задач. Безумовна та умовна одномірна та багатомірна мінімізація. Література: [3], с. 36-56. СРС: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
4	Тема 1.3. Синтез системи оптимального керування потокозчеплення ротору векторно-керованого асинхронного двигуна (АД) з умов мінімізації струму статора при заданому моменті та з умов максимізації ККД. Класифікація

	втрат в АД. Математичний опис АД в ортогональній системі координат, орієнтованій за вектором поточкозчеплення ротора. Постановка оптимізаційної задачі. Визначення енергетичних показників електроприводу. Синтез і математичне моделювання типової системи оптимального керування. Синтез системи оптимального керування. Порівняльний аналіз енергетичних показників. Література: [2], с. 19-32. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
5	Тема 1.4. Задача на безумовний екстремум. Рівняння Ейлера та Ейлера-Пуассона. Вивід рівняння Ейлера для найпростішого функціоналу. Теорема Лежандра. Окремі випадки методу Ейлера. Приклади застосування методу Ейлера. Література: [1], с. 566-569; [2], с. 34. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
6	Тема 1.5. Задача про брахістохрону. Постановка задачі. Розв'язання задачі методом Ейлера. Побудова оптимальних траєкторій. Порівняння часу пересування тіла по оптимальній та по лінійній траєкторіям. Література: [2], с. 5-18. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
7	Тема 1.6. Синтез оптимального керування процесами розмагнічування та намагнічування нерухомого векторно керованого асинхронного двигуна. Математичний опис каналу керування поточкозчепленням ротора векторно-керованого асинхронного двигуна. Постановка оптимізаційної задачі. Складання рівняння Ейлера та його розв'язання. Визначення мінімізованих втрат. Пошук оптимальних параметрів експоненціального та лінійного законів керування поточкозчепленням ротора. Література: [2], с. 34-52. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
7	Тема 1.6. Задача на умовний екстремум. Постановка задачі. Рівняння Ейлера-Лагранжа. Визначення Лагранжіана та Гамільтоніана. Приклади застосування методу Ейлера-Лагранжа. Література: [1], с. 569-574; [2], с. 34. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
8	Тема 1.7. Стратегії оптимального керування моментом та швидкістю синхронного двигуна зі вбудованими у ротор постійними магнітами. Математичний опис векторно-керованого синхронного двигуна з поверхневими та вбудованими у ротор постійними магнітами. Постановка та розв'язання оптимальних стратегій керування «Максимальний момент на ампер» та «Максимальний момент на ампер». Структурні способи реалізації оптимальних стратегій. Література: [2], с. 53-64. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
9	Тема 1.8. Оптимальне керування системами позиційного електроприводу з обмеженням або мінімізацією теплових втрат. Математичний опис позиційного електроприводу. Постановка задач оптимального керування: 1) енергооптимальна – мінімізація теплових втрат при заданому переміщенні та заданому часі його відпрацювання; 2) термінальна задача – найшвидше переміщення при обмежених теплових втратах; 3) максимальне переміщення за заданий час при обмеженні на теплові втрати. Складання рівнянь Ейлера-Лагранжа та їх розв'язання. Постановка задачі квазіоптимального керування з мінімізацією теплових втрат та її розв'язання. Література: [1], с. 572-575; [2], с. 65-78. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.

10	Тема 1.9. Некласичне варіаційне числення. Принцип максимуму Понтрягіна. Поняття про принцип максимуму. Теорема Фельдбаума про n інтервалів. Рішення задачі синтезу лінійних систем, оптимальних за швидкодією. Література: [1], с. 575-589; [2], с. 79-85. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
11	Тема 1.10. Оптимальне за швидкодією керування системами позиційного електроприводу. Застосування принципу максимуму для синтезу оптимального за швидкодією керування позиційним електроприводом. Синтез закону оптимального керування. Синтез нелінійного регулятора положення. Структурний синтез задатчика положення. Література: [2], с. 86-91. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
12	Тема 1.11. Оптимальне за швидкодією гасіння коливань вантажу, підвішеного до механізму поступального руху. Математичний опис коливань вантажу, підвішеного до механізму поступального руху. Рівняння оптимізації руху механізму поступального переміщення з умов максимально швидкого демпфірування коливань підвішеного до нього вантажу. Література: [2], с. 92-109. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
13	Тема 1.12. Основні поняття про динамічне програмування Беллмана та аналітичне конструювання регуляторів. Література: [1], с. 623-627. CPC: Проробка лекційного матеріалу та рекомендованої літератури.
14	Розділ 2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ Тема 2.1. Нечіткі множини та фазі-логіка. Поняття про нечіткі множини, історія створення та розвитку їх теорії. Функція належності, основні типи функцій належності. Перетин, поєднання та заперечення фазі-множин. Т-норми та S-норми, параметризовані і непараметризовані оператори. Універсальний оператор для моделювання перетину та поєднання фазі-множин. Література: [4], с. 7-13. CPC: Застосування фазі-регуляторів для систем із запізненням Л.5, с. 150-156.
15	Тема 2.2. Основи нечіткого керування динамічними об'єктами. Нечітке керування динамічними об'єктами, структура та базові принципи побудови фазі-регуляторів. Поняття про фазіфікацію, інференцію та дефазіфікацію. Завдання та практична реалізація інференції. Агрегація, імплікація, акумуляція та оператори для їх реалізації. Методи дефазіфікації. Фазі-системи типу Мамдані. Література: [4], с. 13-22. CPC: Синтез фазі-регуляторів для систем із нелінійністю типу "люфт" Л.5, с. 174-181.
16	Тема 2.3. Питання практичної побудови фазі-регуляторів. Аспекти практичної побудови фазі-регуляторів. Параметричні та непараметричні ступені свободи фазі-блока. Етапи проектування нечітких регуляторів. Література: [4], с. 22-33. CPC: Синтез фазі-регуляторів для систем із нелінійністю типу "зона нечутливості" Л.5, с. 181-187.
17	Тема 2.4. Реалізація типових фазі-регуляторів та нечітких САК. Побудова типових фазі-регуляторів. Структури нечітких САК. Принципи побудови нечітких версій типових законів керування. Варіанти структурної організації систем автоматичного керування з фазі-регуляторами. Фазі-системи типу Мамдані та Сугено. Література: [4], с. 22-33.

	СРС: Синтез фазі-регуляторів для систем із нелінійністю типу "насичення" Л.5, с. 181-187.
18	Тема 2.5. Штучний нейрон та штучні нейронні мережі. Поняття про штучний нейрон. Історія штучних нейронних мереж, аналогія з мозком. Біологічний нейрон, його будова та функціонування. Порівняння машини фон Неймана та біологічної нейронної системи. Штучний нейрон та його компоненти. Передатні функції штучного нейрона. Поєднання штучних нейронів у нейронні мережі. Архітектури нейромереж, мережі прямого та зворотного поширення сигналу. Статичні та динамічні нейронні мережі. Література: [5], с. 18-25; [4], с. 7-10. СРС: Історія розвитку теорії штучних нейронних мереж. Задача навчання одношарового перцептрона. Л.4, с. 3-6, 21-23.
19	Тема 2.6. Навчання штучних нейронних мереж. Парадигми та правила навчання штучних нейронних мереж. Парадигма навчання з учителем, без учителя, змішана. Правила навчання Хебба та Хопфілда, дельта-правило, правило градієнтного спуску, навчання методом змагання. Оцінювання якості навчання нейромережі. Явище перенавчання нейронних мереж. Література: [5], с. 33-37; [4], с. 17-30. СРС: Навчання мереж прямого поширення сигналу. Л.4, с. 26-30.
20	Тема 2.7. Основні типи штучних нейромереж. Сфери перспективного застосування. Нейронні мережі прямої передачі сигналу – багатошаровий перцептрон. Мережі Кохонена, Хопфілда, Больцмана та Хемінга. Застосування штучних нейромереж у задачах обробки зображень, обробки сигналів, апроксимації функцій, оптимізації, для ідентифікації, оцінювання стану та керування динамічними об'єктами, в експертних системах та нейрокомп'ютерах. Література: [5], с. 31-73; с. 74-138. СРС: Приклад проектування нейронного регулятора швидкості. Л.4, с. 238-241.
21	Тема 2.8. Основи теорії генетичних алгоритмів оптимізації. Історія виникнення генетичних алгоритмів. Засади еволюційної теорії біологічних систем. Основні терміни в теорії генетичних алгоритмів – популяція, особина, хромосома, ген, генотип, фенотип, алель, локус, покоління. Функція пристосованості нащадків. Література: [5], с. 124-130. СРС: Оператори схрещування та мутації. Л.3, с. 133-134.

Лабораторні роботи

Основними завданнями циклу лабораторних занять є закріплення теоретичних знань з кредитного модуля, надбання студентами практичних навичок із проведення експериментальних досліджень, розрахунку параметрів інтелектуальних електромеханічних САР, дослідження їх властивостей.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Ознайомлення з лабораторними стендами та з порядком підготовки, виконання й захисту лабораторних робіт.	2
2	Дослідження екстремальної системи автоматичного керування електромеханічним об'єктом	8
3	Синтез та дослідження нечітких регуляторів для інтелектуального керування в електромеханічних системах	8
4	Вивчення штучних нейронних мереж для інтелектуального	8

	керування в електромеханічних системах	
5	Дослідження генетичних алгоритмів для задач оптимізації електромеханічних систем керування	8
	Разом	36

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	14
2	Підготовка до лабораторних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	Усього	60

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. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних 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 лабораторних робіт: допускається тільки індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.

Перескладання результатів МКР не передбачено; перескладання захисту лабораторних робіт відбувається, якщо результати захисту не задовільні.

- 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 "Інтелектуальне керування та оптимізація в електромеханічних системах";
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у середовищі Google Classroom) 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: робота на лекційних, практичних і лабораторних заняттях, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Загальна рейтингова оцінка студента **R** складається з балів, які отримані за роботу протягом семестру, а саме за:

- 1) опрацювання 27-ми лекцій (очна форма навчання – написання конспекту лекції, дистанційна форма навчання – відповіді на контрольні запитання до лекції);
- 2) роботу на 9-ти практичних заняттях;
- 3) виконання та захист 4-х лабораторних робіт;
- 4) написання МКР;
- 5) виконання та захист РГР;
- 6) складання екзамену;
- 7) заохочування та штрафування.

Лекційні заняття	Лабораторні роботи	МКР	РГР
27	24	24	25

Лекційні заняття

Ваговий коефіцієнт дорівнює 1. Максимальна кількість балів за всі 27 лекцій становить $1 \times 27 = 27$ балів.

Критерії оцінювання

- опрацювання лекції, надане впродовж тижня після заняття	1
-опрацювання лекції, надане із запізненням понад тиждень	0...0,5
-неопрацьована лекція	0

Лабораторні роботи

Ваговий коефіцієнт дорівнює 6. Максимальна кількість балів за 4 лабораторних роботи становить $4 \times 6 = 24$ балів.

Критерії оцінювання

1. Виконання:

-повне та вчасне виконання роботи	3
-відпрацювання пропущеної без поважної причини роботи	0
-штраф за поломку лабораторного обладнання	1...4
-штраф за запізнення чи порушення порядку	1...2

2. Підсумковий бал (виконання та захист):

-вчасний захист звіту при його оформленні до виконання наступної роботи	1...3
-вчасний захист звіту (до проведення екзамену)	0...2
-невчасний захист звіту (після проведення екзамену)	0

Модульна контрольна робота

Ваговий коефіцієнт дорівнює 24. Максимальна кількість балів за МКР становить $24 \times 1 = 24$ балів.

Критерії оцінювання

- повна відповідь (не менше 90% від потрібної інформації)	24
- достатньо повна відповідь (не менше 75% від потрібної інформації)	10...23
- неповна відповідь (не менше 60% від потрібної інформації)	2...9
- незадовільна відповідь (менше 60% від потрібної інформації)	0..1
- неявка без поважних причин	0

Розрахунково-графічна робота

Ваговий коефіцієнт дорівнює 25. Максимальна кількість балів за одну розрахунково-графічну роботу становить $25 \times 1 = 25$ балів.

Критерії оцінювання

-вчасний захист роботи у встановлений термін	1...25
-невчасний захист роботи до проведення екзамену	1...15
-невчасний захист роботи після проведення екзамену	0

За плагіат накладається штраф 10 балів та змінюється варіант завдання.

Штрафи за плагіат

За плагіат опрацювання лекційного заняття накладається штраф 0.5 балів.

За плагіат опрацювання практичного заняття накладається штраф 1 бал.

За плагіат звіту з лабораторної роботи накладається штраф 2 бали на кожного члена бригади та може змінюватися варіант роботи.

За плагіат МКР накладається штраф 4 бали та може змінюватися варіант завдання.

За плагіат РГР накладається штраф 8 балів та може змінюватися варіант завдання.

Умовою позитивної проміжної атестації є рейтинг студента на менший 50% від максимально можливого на час атестації.

Умовою отримання залыку є зарахування всіх лабораторних робіт та РГР, а також стартовий рейтинг не менший 60% від суми балів, отриманих у семестрі, тобто 60 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Загальна рейтингова оцінка R (сума балів)	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
40...59	Незадовільно
менше ніж 40	Недостатньо

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Постановка задачі оптимального керування.
2. Визначення функціоналу.
3. Критерії оптимальності.
4. Задача на визначення безумовного екстремуму. Рівняння Ейлера. Умови Лежандра.
5. Задача на визначення умовного екстремуму. Рівняння Лагранжа.
6. Принцип максимум Понтрягіна. Теорема Фельдбаума про n інтервалів.
7. Види втрат електроенергії в системах електроприводу.
8. Стратегії оптимального керування АД та СДПМ.
9. Оптимальне керування процесами намагнічування і розмагнічування векторно-керуваного АД.
10. Енергоефективне оптимальне керування позиційним електроприводом.
11. Керування позиційним електроприводом, оптимальне за швидкодією.
12. Оптимальне гасіння коливач вантажу, підвішеного на гнучкому канаті до візка кранового механізму.
13. Нечіткі множини та функція належності.
14. Основні типи функцій належності.
15. Операцій на фазі-множинах: перетин, поєднання та заперечення.
16. Система фазі-логіки типу Мамдані.
17. Система фазі-логіки типу Сугено.
18. Етапи нечіткого логічного виведення.
19. Основні методи дефазіфікації.
20. Схема штучного нейрона та його робота.
21. Основні типи функцій активації нейронів.

22. Основні типи нейронних мереж.
23. Принципи та правила навчання нейронних мереж.
24. Метод навчання нейронних мереж прямого поширення.
25. Здатність нейронних мереж до узагальнення.
26. Перевірка якості навчання мережі.
27. Явище перенавчання нейронної мережі.
28. Отримання динамічної системи на основі нейронної мережі прямого поширення.
29. Алгоритм роботи класичного генетичного алгоритму.
30. Основні генетичні оператори.

8) 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)

склали професор кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу,

д.т.н. Толочко О.І. .

і доцент кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу,

к.т.н. Приймак Б.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол

№ 11 від __21__ червня 2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № __10__ від __22__ червня 2023 р.)



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	210 годин / 7 кредитів ECTS (72 години лекцій, 18 годин практичних занять, 120 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	2 лекції (4 години) 1 раз на тиждень, 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на 2 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881 Практичні: д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881 Лабораторні: д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTkxMzgzMdMyOTU3?cjc=shymmal

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Електромеханічні системи електричних транспортних засобів» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей: ЗК01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення, ЗК09. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням, ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування,

автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Предмет навчальної дисципліни – електромеханічні системи електричних транспортних засобів, 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 електричних транспортних засобів.

Результати навчання:

ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні, ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти базовим рівнем англійської мови, 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 проходження практики на виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

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

Розділ 1. Загальні відомості про електричні транспортні засоби

Тема 1.1. Вступ. Історія розвитку ЕТЗ. Вплив на оточуюче середовище та перспективи розвитку. Типи та класифікація електричних транспортних засобів.

Тема 1.2. Електричні двигуни та джерела живлення електричних транспортних засобів.

Тема 1.3. Основи двигунів внутрішнього згорання та трансмісій.

Тема 1.4. Гібридні транспортні засоби. Класифікація, основні схеми та режими роботи.

Тема 1.5. Електричні транспортні засоби з живленням від паливних елементів.

Розділ 2. Електричні транспортні засоби з кінематичною парою кочення

Тема 2.1. Теоретичні основи формування тягового та гальмівного зусиль в колісних транспортних засобах.

Тема 2.2. Теоретичні основи створення тягового зусилля в кінематичній парі кочення. Поняття про ABS/ASR.

Тема 2.3. Функціональна схема ЕТЗ з батарейним чи суперконденсаторним живленням. Особливості функціонування повністю електричних транспортних засобів.

Тема 2.4. Робота електромеханічних систем ЕТЗ в режимі рекуперації. Проблема збереження та використання енергії рекуперації.

Тема 2.5. Електричні транспортні засоби з живленням від гібридних джерел електроенергії.

Тема 2.6. Силкові DC-DC перетворювачі для електричних транспортних засобів.

Тема 2.7. Розрахунок потужності приводного електродвигуна для ЕТЗ.

Тема 2.8. Розрахунок параметрів джерела живлення ЕТЗ.

Тема 2.9. Електромеханічні системи тролейбусів.

Тема 2.10. Електромеханічні системи трамвайних вагонів.

Тема 2.11. Підсистема автоматизації пасажирських транспортних засобів.

Тема 2.12. Алгоритми керування координатами асинхронних тягових двигунів ЕТЗ

Тема 2.13. Алгоритми керування координатами синхронних двигунів з постійними магнітами.

Тема 2.14. Реалізація функцій круїз контролю, обмеження швидкості, утримання на схилі та ASR засобами тягового електроприводу.

Розділ 3. Основи розробки електромеханічних систем електричних транспортних засобів

Тема 3.1. Уніфікована функціональна схема електроприводу на базі автономного інвертора напруги на IGBT/MOSFET транзисторах.

Тема 3.2. Проектування силової частини перетворювача частоти.

Тема 3.3. Методи та елементна база для вимірювання струму та напруги.

Тема 3.4. Вимірювання кутової швидкості та положення за допомогою фото імпульсного датчика швидкості та резольвера.

Тема 3.5. Основні поняття про блоки живлення власних потреб. Бортова мережа та DC-DC перетворювачі.

Тема 3.6. Загальні поняття про електромагнітну сумісність. Правила розташування силових та сигнальних провідників. Методи підвищення завадостійкості та захист елементів електромеханічних систем.

Тема 3.7. Проектування апаратної частини керуючого контролера.

Тема 3.8. Широтно-імпульсна модуляція в системах керування ЕТЗ.

Тема 3.9. Особливості архітектури програмного забезпечення для систем керування ЕТЗ.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Методи робастного адаптивного керування електромеханічними системами з підвищеними динамічними та енергетичними показниками: звіт про НДР. НТУУ "КПИ". № ДР 0115U000381. Київ, 2019. 506 с.

2. Розробка енергоефективної електромеханічної системи електробусу на основі адаптивного векторно-керованого асинхронного електроприводу з акумуляторно-суперконденсаторним живленням: звіт про НДР / НТУУ "КПИ". № ДР 0117U004284. Київ, 2021. Том 1. 472 с.

3. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, K. M. Ebrahimi Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Third edition. – CRC Press, 2019, –573p.

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

5. J. Larminie, J. Lowry Electric vehicle technology explained. –WILEY. 2021. –328p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
------	---

п	
Розділ 1. Загальні відомості про електричні транспортні засоби	
1	Тема 1.1. Вступ. Історія розвитку ЕТЗ. Вплив на оточуюче середовище та перспективи розвитку. Типи та класифікація електричних транспортних засобів.
2	Тема 1.2. Електричні двигуни та джерела живлення електричних транспортних засобів.
3	Тема 1.3. Основи двигунів внутрішнього згорання та трансмісій.
4	Тема 1.4. Гібридні транспортні засоби. Класифікація, основні схеми та режими роботи.
5	Тема 1.5. Електричні транспортні засоби з живленням від паливних елементів.
Розділ 2. Електричні транспортні засоби з кінематичною парою кочення	
6	Тема 2.1. Теоретичні основи формування тягового та гальмівного зусиль в колісних транспортних засобах.
7	Тема 2.2. Теоретичні основи створення тягового зусилля в кінематичній парі кочення. Поняття про ABS/ASR.
8	Тема 2.3. Функціональна схема ЕТЗ з батарейним чи суперконденсаторним живленням. Особливості функціонування повністю електричних транспортних засобів.
9	Тема 2.4. Робота електромеханічних систем ЕТЗ в режимі рекуперації. Проблема збереження та використання енергії рекуперації.
10	Тема 2.5. Електричні транспортні засоби з живленням від гібридних джерел електроенергії.
11	Тема 2.6. Силкові DC-DC перетворювачі для електричних транспортних засобів.
12	Тема 2.7. Розрахунок потужності приводного електродвигуна для ЕТЗ.
13	Тема 2.8. Розрахунок параметрів джерела живлення ЕТЗ.
14	Тема 2.9. Електромеханічні системи тролейбусів.
15	Тема 2.10. Електромеханічні системи трамвайних вагонів.
16	Тема 2.11. Підсистема автоматизації пасажирських транспортних засобів.
17	Тема 2.12. Алгоритми керування координатами асинхронних тягових двигунів ЕТЗ
18	Тема 2.13. Алгоритми керування координатами синхронних двигунів з постійними магнітами.
19	Тема 2.14. Реалізація функцій круїз контролю, обмеження швидкості, утримання на схилі та ASR засобами тягового електроприводу.
Розділ 3. Основи розробки електромеханічних систем електричних транспортних засобів	
21	Тема 3.1. Уніфікована функціональна схема електроприводу на базі автономного інвертора напруги на IGBT/MOSFET транзисторах.
22	Тема 3.2. Проектування силової частини перетворювача частоти. Розрахунок та вибір силових елементів ланки постійного струму перетворювача.
23	Тема 3.2. Проектування силової частини перетворювача частоти. Поняття драйверів силових ключів. Основні конфігурації драйверів. Розрахунок та вибір.
24	Тема 3.2. Проектування силової частини перетворювача частоти. Основні варіанти побудови схемотехнічних рішень автономних інверторів напруги.
25	Тема 3.3. Методи та елементна база для вимірювання струму та напруги. Датчики струму та напруги на основі ефекту Холла. Розрахунок, вибір та

	застосування.
26	Тема 3.3. Методи та елементна база для вимірювання струму та напруги. Гальванічно розв'язані датчики струму і напруги на основі інтегральних схем.
27	Тема 3.4 Вимірювання кутової швидкості та положення за допомогою фото імпульсного датчика швидкості та резольвера.
28	Тема 3.5. Основні поняття про блоки живлення власних потреб. Бортова мережа та DC-DC перетворювачі.
29	Тема 3.6. Загальні поняття про електромагнітну сумісність. Правила розташування силових та сигнальних провідників. Методи підвищення завадостійкості та захист елементів електромеханічних систем.
30	Тема 3.7. Проектування апаратної частини керуючого контролера. Вибір мікроконтролера та конфігурування його виводів. Живлення та генерування тактової частоти. Узгодження рівнів сигналів.
31	Тема 3.7. Проектування апаратної частини керуючого контролера. Організація підсистеми дискретного вводу виводу, підключення периферійних модулів.
32	Тема 3.7. Проектування апаратної частини керуючого контролера. Організація комунікаційних інтерфейсів.
33	Тема 3.8. Широтно-імпульсна модуляція в системах керування ЕТЗ. Широтно-імпульсна модуляція в колах постійного струму. Керування Н-мостом.
34	Тема 3.8. Широтно-імпульсна модуляція в системах керування ЕТЗ. Скалярна та векторна широтно-імпульсна модуляція для автономних інверторів напруги.
35	Тема 3.9. Особливості архітектури програмного забезпечення для систем керування ЕТЗ. Структура програмного забезпечення реального часу. Синхронізація процесів керування та обробки сигналів.
36	Тема 3.9. Особливості архітектури програмного забезпечення для систем керування ЕТЗ. Обробка та формування сигналів в електромеханічних системах електричних транспортних засобів. Особливості реалізації захисних функцій та телеметрії.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Видача завдання на курсовий проект
2	Розрахунок потужності двигуна електричного транспортного засобу
3	Розрахунок потужності та конфігурації акумуляторної батареї
4	Розрахунок ємності та конфігурації батареї суперконденсаторів
5	Розрахунок запасу ходу електричного транспортного засобу з різними конфігураціями енергообміну
6	Розрахунок основних елементів силового перетворювача електричних транспортних засобів.
7	Розрахунок основних елементів керуючого контролера тягового електроприводу.
8	Ознайомлення з дослідними зразками тягових електроприводів, їх елементною базою.
9	Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	50
2	Підготовка до практичних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до екзамену	30
	Усього	120

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Проводиться одна модульна контрольна робота (МКР) Основні варіанти завдань.

1. Розкрити призначення блоків функціональної схеми перетворювача частоти.
2. Розкрити функціональну схему та особливості роботи електромобіля.
3. Розкрити функціональну схему та особливості роботи тролейбуса.
4. Розкрити функціональну схему та особливості роботи трамвайного вагону.
5. Пояснити основні формули, що описують зусилля, що діють на транспортний засіб.
6. Методика розрахунку потужності тягового двигуна.
7. Методика розрахунку параметрів акумуляторної батареї.
7. Методика розрахунку параметрів суперконденсатора.

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;
- 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 «Системи керування електричних транспортних засобів»;

- 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 (PCO)

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

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 25 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;
- робота на практичних заняттях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Робота на практичних заняттях	МКР	Екзамен
18	18	14	50

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 0.5. Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0.5 бала * 36 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0.5 бала;
- частково вірна відповідь – 0.1-0.4 балів;
- невірна відповідь – 0 балів;

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –2. Максимальна кількість балів на всіх заняттях – 2 бали * 9 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття –2;

- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0.1-1.9;
- незадовільна робота на занятті – 0.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 14.

Максимальний бал за МКР – 14.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) – 14 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) - 1 - 13 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 – екзамен

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Екзамен містить дві складові: теоретичну та практичну. **Теоретична складова** направлена на перевірку набутих в результаті вивчення освітнього компонента знань студентів у вигляді двох теоретичних запитань за лекційним матеріалом семестру. Максимальна кількість балів за кожне запитання складає 15 балів. **Практична складова** передбачає перевірку набутих студентами умінь проєктувати та перевіряти відповідно до умов завдання з розробки систем електричних транспортних засобів. Кожному студенту надається окрема практична задача відповідно до умов якої необхідно скласти схему електричну принципову, або розрахувати параметри/визначити характеристики підсистеми обробки сигналів електромеханічних систем. Максимальна кількість балів за задачу складає 20 балів.

Критерії оцінювання теоретичної складової

- повна відповідь на запитання – 15 балів;
- повна відповідь з незначними неточностями – 12-14 балів.
- неповна відповідь на запитання або суттєві неточності – 7-11 балів.
- відповідь менше 50 % або невірна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання практичної складової

- вірно розв'язана задача з усіма необхідними поясненнями – 20 балів;
- хід розв'язку вірний, проте допущені помисли в підрахунках – 17-19 балів;
- хід розв'язку загалом вірний, проте допущені неточності – 10-16 балів;
- невірний розв'язок – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Загальні відомості про електричні транспортні засоби.
2. Переваги та недоліки електричних транспортних засобів.

3. Функціональна схема векторно-керованого асинхронного електроприводу. Призначення елементів.
4. Функціональна схема векторно-керованого асинхронного електроприводу. Опис роботи.
5. Основні відмінності між схемами перетворювачів для систем частотного та векторного керування.
6. Залежність перевантажувальної здатності перетворювачів від сфери їх застосування.
7. Електромеханічна система тролейбуса з асинхронним двигуном.
8. Електромеханічна система трамвайного вагону на основі двигунів змінного струму.
9. Електромеханічні системи електробусів.
10. Методика розрахунку параметрів акумуляторної батареї.
11. Методика розрахунку параметрів суперконденсатора.
12. Методика розрахунку потужності тягового двигуна.
13. Пояснити основні формули, що описують зусилля, що діють на транспортний засіб.
14. Загальні відомості про накопичувачі енергії електричних транспортних засобів.
15. Гібридні джерела живлення електричних транспортних засобів.
16. Основи теорії руху колісних транспортних засобів.
17. Алгоритми керування тяговими асинхронними двигунами.
18. Алгоритми керування тяговими синхронними двигунами.
19. Проблема рекуперації енергії в тяговому електроприводі.
20. Ослаблення поля в тяговому електроприводі.
21. Сучасні електромеханічні перетворювачі електричних транспортних засобів.
22. Напівпровідникові пристрої для силових перетворювачів електромеханічних систем електричних транспортних засобів.
23. Використання комунікаційних інтерфейсів в електричних транспортних засобах.
24. Основні відомості про транспортний комунікаційний стандарт SAE J1939.
25. Пояснити на прикладах, в яких механізмах необхідно застосовувати системи частотного, векторного бездатчикового, та векторного датчикового керування.
26. Основні відомості про фото-імпульсні датчики швидкості.
27. Основні способи передачі сигналів від фото імпульсних датчиків швидкості.
28. Обробка сигналів від фото-імпульсних датчиків швидкості на апаратному рівні.
29. Обробка сигналів від фото-імпульсних датчиків швидкості на програмному рівні.
30. Основні відомості про датчики струму.
31. Принцип роботи датчиків струму з використанням ШІМ.
32. Датчики струму на основі опторозв'язаних інтегральних схем.
33. Пояснити принцип роботи датчиків струму та напруги на ефекті Холла.
34. Кондиціонування сигналів від датчиків струму.
35. Програмна обробка сигналів від датчиків струму.
36. Основні відомості про датчики напруги.
37. Кондиціонування сигналів від датчиків постійної та змінної напруги.
38. Варіанти побудови зарядного кола ємності фільтра ланки постійного струму.
39. Вибір зарядного реле та резистора.
40. Розрахунок ємності фільтра ланки постійного струму.
41. Розрахунок гальмівного резистора.
42. Обґрунтувати, в яких випадках необхідно встановлювати гальмівний резистор.
43. Розрахунок ключа клампера.
44. Розрахунок та вибір вхідного випрямляча.
45. Призначення фільтру радіочастот.
46. Призначення вихідного фільтру перетворювачів частоти.
47. Пояснити призначення зарядного кола ємності фільтра ланки постійного струму.

48. Розрахунок та вибір силових ключів інвертора.
49. Пояснити що таке «інтелектуальний силовий модуль».
50. Пояснити переваги та недоліки схем силових частини, які побудовані на дискретних елементах та з використанням «інтелектуальних модулів».
51. Пояснити призначення драйверів.
52. Основні схеми захисту інверторів.
53. Пояснити принцип роботи драйверів з «плаваючими» конденсаторами.
54. Використання опторозв'язки в колах імпульсів керування ключами інвертора.
55. Пояснити принцип роботи імпульсних джерел живлення.
56. Пояснити необхідність підключення входу джерела живлення системи керування перетворювача до ланки постійного струму.
57. Які функції покладені на керуючий контролер перетворювача частоти?
58. Пояснити, чому в сучасних електроприводах в основному застосовуються цифрові сигнальні процесори.
59. Функціональна схема типового керуючого контролера.
60. Дати опис мінімального набору сигналів, які необхідні для керування перетворювачем частоти.
61. Особливості проектування мікропроцесорних систем керування електроприводами.
62. Розділення аналогових і цифрових сигналів.
63. Організація схем дискретних виходів.
64. Організація схем дискретних входів.
65. Аналогові входи перетворювачів частоти.
66. Реалізація аналогового виходу перетворювача частоти.
67. Організація комунікаційного інтерфейсу RS-485
68. Організація комунікаційного інтерфейсу CAN
69. Організація живлення контролера.
70. Особливості застосування лінійних та імпульсних регуляторів напруги.
71. Особливості застосування DC-DC перетворювачів.
72. Захист перетворювачів та двигунів від перегріву.
73. Зовнішні підключення перетворювачів.
74. Скалярна широтно-імпульсна модуляція.
75. Векторна широтно-імпульсна модуляція.
76. Особливості проектування перетворювачів для систем векторного керування.
77. Вибір драйверів для силових ключів IGBT.
78. Пояснити призначення блокуючих конденсаторів на виводах живлення мікросхем.
79. Пояснити необхідність розділення цифрової та аналогової «землі»
80. Пояснити необхідність гальванічної розв'язки між силовою та керуючою частинами.

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 №11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № №10 від 22.06.2023 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.



КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	150 годин / 5 кредитів ECTS (36 години лекцій, 18 годин практичних робіт, 96 годин СРС)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Бур'ян Сергій Олександрович, 0508403155 Практичні заняття: к.т.н., доцент Бур'ян Сергій Олександрович, 0508403155
Розміщення курсу	https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1771

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Керування процесами» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей: ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Предмет навчальної дисципліни – методи синтезу регуляторів для систем керування технологічними координатами гідравлічних, теплових та інших процесів, що в свою чергу є запорукою отримання якісного вихідного продукту.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна: ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні; ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах;

ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

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

Дисципліна потребує знань перетворення структурних схем, складання структурних схем за диференційними рівняннями, синтез типових законів регулювання, визначення стійкості лінійних систем, синтезу нелінійних законів регулювання, визначення стійкості нелінійних систем, частотного та векторного керування асинхронними електродвигунами, нейронних мереж і оптимізація.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до керування процесами

- Тема 1.1. Поняття про процеси та керування ними
- Тема 1.2. Класифікація стратегій керування процесами
- Тема 1.3. Ієрархія процесів керування
- Тема 1.4. Принципи побудови математичних моделей процесів

Розділ 2. Динаміка процесів

- Тема 2.1. Математичні моделі процесів у вигляді передавальних функцій та їх аналіз
- Тема 2.2. Динаміка процесів першого та другого порядку
- Тема 2.3. Динаміка складних процесів
- Тема 2.4. Отримання емпіричних моделей процесів

Розділ 3. Замкнені системи керування процесами

- Тема 3.1. Регулятори та зворотні зв'язки при керуванні процесами
- Тема 3.2. Інструментарій для організації керування процесами
- Тема 3.3. Надійність та безпека керування процесами
- Тема 3.4. Динаміка та стійкість замкнених систем керування процесами
- Тема 3.5. Принципи налаштування регуляторів
- Тема 3.6 Стратегії керування процесами на рівні технологічного блоку
- Тема 3.7 Частотний аналіз та проектування систем керування процесами
- Тема 3.8 Випереджаюче керування процесами

Розділ 4. Передові технології керування процесами

- Тема 4.1. Вдосконалені стратегії керування одноконтурними процесами
- Тема 4.2. Дискретизація, фільтрація та керування
- Тема 4.3. Керування багатоконтурними процесами та процесами з багатьма змінними
- Тема 4.4. Оптимізація у режимі реального часу
- Тема 4.5. Прогнозне керування процесами
- Тема 4.6. Моніторинг процесів
- Тема 4.7. Групове керування процесами

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Seborg, Dale E. Process dynamics and control / Dale E. Seborg ... [et al.] – 5th ed., 2019.
2. Instrumental fundamentals for process control / by Douglas O.J. deSa. 2020.
3. Process Control: Modeling, Design and Simulation / by B. Wayne Bequette. – 2021.

Додаткова література

5. Process Control Systems: Application, Design, Adjustment / by F.G. Shinskey
6. Process Control Fundamentals [Електронний ресурс]: Instrumentation & Control: Process Control Fundamentals – Електрон. дані (1 файл). – 73 с. – Режим доступу: <http://www.paccontrol.com/download/Process%20Control%20Fundamentals.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1-2	Розділ 1. Вступ до керування процесами Тема 1.1. Поняття про процеси та керування ними Загальні відомості про процеси. Типові проблеми, що виникають при керуванні процесами. Приклад процесу – процес змішування речовин. Тема 1.2. Класифікація стратегій керування процесами Типові стратегії керування процесами. Приклад складного процесу – процес дистиляції. Література: [1, с. 2-5].
3-4	Тема 1.3. Ієрархія процесів керування Тема 1.4. Принципи побудови математичних моделей процесів Література: [1, с. 8-13].
5-6	Розділ 2. Динаміка процесів Тема 2.1. Математичні моделі процесів у вигляді передавальних функцій та їх аналіз Застосування перетворення Лапласа у керуванні процесами. Передавальні функції типових процесів. Властивості передавальних функцій процесів. Тема 2.2. Динаміка процесів першого та другого порядку Вхідні сигнали типових процесів. Динаміка процесів першого порядку. Лінеаризація нелінійних моделей процесів. Література: [1, с. 40-79].
7-8	Розділ 3. Замкнені системи керування процесами Тема 3.1. Регулятори та зворотні зв'язки при керуванні процесами Вступ до замкнених систем керування. Основні способи керування замкненими системами. Застосування ПІД-регуляторів. Релейні регулятори. Динаміка процесів з регуляторами. Література: [1, с. 134-145].
9-10	Тема 3.4. Динаміка та стійкість замкнених систем керування процесами Представлення процесів у вигляді структурних схем. Передавальні функції замкнених систем керування процесами. Стійкість замкнених систем керування процесами. Література: [1, с. 183-200].
11-12	Тема 3.5. Принципи налаштування регуляторів Показники якості замкнених систем керування процесами. Налаштування коефіцієнтів регуляторів. Регулятори з двома ступенями свободи. Он-лайн налаштування регуляторів. Література: [1, с. 210-228].
13-14	Розділ 4. Передові технології керування процесами Тема 4.1. Вдосконалені стратегії керування одноконтурними процесами Каскадне керування процесами. Компенсація технологічних затримок процесів. Інференційне керування. Нелінійне керування процесами. Література: [1, с. 289-306].
15-16	Тема 4.2. Дискретизація, фільтрація та керування

	Дискретизація процесів та відновлення сигналів. Обробка сигналів та їх фільтрація. Z-перетворення для цифрових систем. Налаштування цифрових ПІД-регуляторів. Література: [1, с. 316-335].
17-18	Тема 4.3. Керування багатоконтурними процесами та процесами з багатьма змінними Взаємодія різних процесів та різних контурів керування. Створення пари регульованих величин. Налаштування багатоконтурної системи з ПІД-регулятором. Стратегії для керування системами з багатьма змінними. Література: [1, с. 341-359].

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття №1. Математичні моделі процесів у вигляді передавальних функцій та їх аналіз. Складання математичних моделей типових процесів у середовищі Matlab/Simulink. Література: [1, с. 40-79].
2-3	Практичне заняття №2-3. Моделювання типових процесів, що описуються аперіодичними ланками. Література: [1, с. 81-91].
4-5	Практичне заняття №4-5. Динаміка процесів першого та другого порядку. Дослідження процесу другого порядку у середовищі Matlab/Simulink. Література: [1, с. 81-91].
6-7	Практичне заняття №6-7. Регулятори та зворотні зв'язки при керуванні процесами. Моделювання замкненої системи керування процесом. Модульна контрольна робота 1. Література: [1, с. 134-145].
8-9	Практичне заняття №8-9. Розробка системи керування тепловим процесом. Моделювання режимів роботи системи. Література: [1, с. 134-145].
10-11	Практичне заняття №10-11. Динаміка та стійкість замкнених систем керування процесами. Дослідження динаміки та стійкості різних технологічних процесів. Література: [1, с. 183-200].
12-13	Практичне заняття №12-13. Середовище для розробки систем керування гідравлічними процесами – SimHydraulics. Створення простих моделей керування насосними установками. Література: [1, с. 183-200].
14-15	Практичне заняття №14-15. Середовище для розробки систем керування гідравлічними процесами – SimHydraulics. Створення гідромереж. Література: [1, с. 183-200].
16-17	Практичне заняття №16-17. Вдосконалені стратегії керування одноконтурними процесами. Модульна контрольна робота №2. Література: [1, с. 289-306].
18	Залікова контрольна робота.

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	26
2	Підготовка до практичних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до екзамену	30
	Усього	96

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами навичок самостійного вирішення поставлених задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) розбивається на дві контрольні роботи тривалістю в одну годину. Контрольні роботи проводяться на практичних заняттях. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке відповідає в письмовій формі. Перша контрольна робота проводиться в кінці другого розділу і присвячена теоретичним та практичним питанням цього розділу. Студенти повинні продемонструвати можливість самостійно отримати математичний опис заданого процесу у вигляді функціональної схеми. Друга контрольна робота проводиться в кінці вивчення третього розділу. На цій МКР студенти повинні продемонструвати уміння самостійно синтезувати систему автоматичного керування заданим технологічним процесом.

Політика та контроль

6. 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;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться 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;

• 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.

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

Поточний контроль: тестування, МКР, виконання завдань до практичних занять.

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

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:

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР);

Тестування по лекціям	Практичні заняття	МКР 1	МКР 2	Екзамен
9	18	11	11	51

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 0.5. Максимальна кількість балів за тестування – 0.5 бал * 18 лекцій = 9 балів.

Тестування проводиться у системі дистанційного навчання Moodle та доступне протягом 2 робочих днів після завершення поточної лекції. У деяких випадках термін проходження тестування може бути продовжений лектором. Тривалість проходження одного тестування – 10 хвилин. Кількість спроб – одна. У деяких випадках, що пов'язані з технічними проблемами студентів, може надатися повторна спроба на окремі тестування.

Кожне тестування містить 10 запитань різного формату (вибір правильного варіанту з переліку; вірно/невірно; визначити відповідність; чисельна відповідь; вибір пропущених слів; перетаскування на зображення тощо).

Критерії оцінювання

- запитання типу «вибір правильного варіанту з переліку», «вірно/невірно», «чисельна відповідь» оцінюються однозначно: вірна відповідь – 0,05 бал, невірна відповідь – 0 балів;

- запитання, на які немає однієї конкретної відповіді, типу «визначити відповідність», «вибір пропущених слів», «перетаскування на зображення» оцінюються у відповідності до кількості елементів у тесті (наприклад, якщо треба вставити 4 слова у текст, то студент отримає по 0,025 балів за одне правильне вставлене слово, а за всі 4 правильно вставлені слова отримає відповідно 0,1 бал) – невірна відповідь – 0 балів, частково вірна відповідь – 0,01-0,09 балів, вірна відповідь 0,1 бал.

Практичні заняття

Ваговий бал –1. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 1 бал * 18 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).

Перше практичне заняття, зазвичай, поводитьься коли лекційний матеріал ще не начитаний, тому його тематика не пов'язана з конкретними темами дисципліни, а направлена на перевірку логічного мислення студентів та можливості інтуїтивно, без знать методів синтезу, складати схеми для простих логічних задач.

Критерії оцінювання

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 1 бал;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 0,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 0,8 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 0,2 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за одну МКР – 11. Максимальний бал за 2 МКР складає 22 балів.

Критерії оцінювання

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4-6 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 2-3 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 0-2 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) або відсутність під час проведення роботи – 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.

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Екзамен містить дві складові: теоретичну та практичну. **Теоретична складова** направлена на перевірку набутих в результаті вивчення освітнього компонента знань студентів у вигляді двох теоретичних запитань за лекційним матеріалом семестру. Максимальна кількість балів за кожне запитання складає 15 балів. **Практична складова** передбачає перевірку набутих студентами умінь проєктувати та перевіряти відповідно до умов завдання з розробки систем електричних транспортних засобів. Кожному студенту надається окрема практична задача відповідно до умов якої необхідно скласти схему електричну принципову, або розрахувати параметри/визначити характеристики підсистеми обробки сигналів електромеханічних систем. Максимальна кількість балів за задачу складає 21 бал.

Критерії оцінювання теоретичної складової

- повна відповідь на запитання – 15 балів;
- повна відповідь з незначними неточностями – 12-14 балів.
- неповна відповідь на запитання або суттєві неточності – 7-11 балів.
- відповідь менше 50 % або невірна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання практичної складової

- вірно розв'язана задача з усіма необхідними поясненнями – 21 балів;
- хід розв'язку вірний, проте допущені помисли в підрахунках – 17-20 балів;
- хід розв'язку загалом вірний, проте допущені неточності – 10-16 балів;
- невірний розв'язок – 0 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, к.т.н. Бур'яном С.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол №11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № №10 від 22.06.2023 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.



Комплектні електроприводи змінного струму

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	120 годин / 4 кредитів ECTS (36 години лекцій, 18 годин практичних робіт, 66 годин СРС)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064 Практичні роботи: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTA2MDU0NTg2MDcy?cjc=jf3raf5

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Комплектні електроприводи змінного струму» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів наступних здатностей: (ЗК01) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, (ЗК02) Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, (ЗК05) Здатність приймати обґрунтовані рішення, (ЗК08) Здатність працювати автономно та в команді, (ФК14) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, (ФК19) Здатність до розуміння та практичного застосування основних положень сучасної теорії керування та засобів автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів.

Предмет навчальної дисципліни – комплектні електроприводи, їх налаштування та використання для різних промислових застосувань

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

(ПРН03) Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, (ПРН05) Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах, (ПРН09) Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, (ПРН17) Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями теорії електроприводу та керування ним, теорії керування та автоматизації, елементів автоматизованого електроприводу.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Розділ 1. Приводи змінного струму для машинобудівного обладнання

Тема 1.1. Перетворювач частоти ACS55

Тема 1.2. Перетворювач частоти ACS150

Тема 1.3. Перетворювач частоти ACS350

Розділ 2. Стандартні приводи змінного струму

Тема 2.1. Перетворювач частоти ACS550

Тема 2.2. Перетворювач частоти ACH550

Розділ 3. Промислові приводи змінного струму

Тема 3.1. Перетворювач частоти ACS800

Тема 3.2. Перетворювач частоти ACS850

4. Навчальні матеріали та ресурси

● **Основна література**

1. User manual ACS55.
2. User manual ACS150.
3. User manual ACS350.
4. User manual ACS550.
5. User manual ACH550.
6. User manual ACS800.
7. User manual ACS850.
8. Bose B. K. Power Electronics and Variable Frequency Drives. –IEEE Press, 2021. –639p.

Допоміжні інформаційні ресурси

1. www.abb.com

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ Лекція 1. Ціль вивчення дисципліни та її зміст. Коротка історія розвитку перетворювальної техніки ABB.
Тема 1.1. Перетворювач частоти ACS55	
2	Лекція 1 Загальні відомості про ACS55. Налаштування DIP-перемикачів. Призначення та налаштування регульованих потенціометрів. Завдання на СРС: Вибір провідників для підключення живлення та керуючих клем.
3	Лекція 2. Схема підключення живлення та двигуна. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Керування швидкістю асинхронного двигуна. Індикація станів перетворювача. Завдання на СРС: Правила монтажу перетворювача ACS55. Основні умови експлуатації перетворювача ACS55.
Тема 1.2. Перетворювач частоти ACS150	
4	Лекція 1. Загальні відомості про ACS150 Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Опис панелі керування. Прикладний макрос ABB Стандарт. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос послідовного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос цифрового потенціометра. Схема підключення. Приклади застосування. Завдання на СРС: Прикладний макрос 3-х провідного керування. Схема підключення. Приклади застосування.
5	Лекція 2. Прикладний макрос ручного/автоматичного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Програмування перетворювача у розширеному режимі параметрів. Групи параметрів 01-99 Завдання на СРС: Групи параметрів 12 - «Фіксовані швидкості», 13 - «Аналогові входи», 14 - «Релейні виходи», Групи параметрів 31 - «Автоматичне скидання», 32 - «Контроль», 33 - «Інформація», Повідомлення про відмови, що формує привод.
Тема 1.3. Перетворювач частоти ACS350	
6	Лекція 1. Загальні відомості про ACS350. Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Панелі керування ACS350. Опис інтелектуальної панелі керування. Прикладний макрос ABB Стандарт. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос послідовного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос цифрового потенціометра. Схема підключення. Приклади застосування. Завдання на СРС: Прикладний макрос 3-х провідного керування. Схема підключення. Приклади застосування.
7	Лекція 2. Прикладний макрос ручного/автоматичного керування. Схема

	підключення. Приклади застосування. Макрос ПІД-регулятора. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос регулювання моменту. Схема підключення. Приклади застосування. Програмування перетворювача у розширеному режимі параметрів. Групи параметрів 01-52 Завдання на СРС: Групи параметрів 13 - «Аналогові входи», 14 - «Релейні виходи», 15 - «Аналогові виходи», 16 - «Системні налаштування», 18 - «Частотний вхід та транзисторний вихід». Групи параметрів 53 - «Протокол EFB», 54 - «Вивід даних FBA», 55 - «Вивід даних FBA», 84 - «Програмовані послідовності», 98 - «Допоміжні модулі», 99 - «Початкові налаштування».
8	Лекція 3. Види завдань та їх обробка. Корекція завдання. Програмовані аналогові входи. Програмовані аналогові виходи. Програмовані цифрові входи. Програмовані релейні виходи. Частотний вхід. Транзисторний вихід. Поточні сигнали. Ідентифікація двигуна. Функція підтримки живлення при відключення живлення. Намагнічування постійним струмом. Обслуговування. Утримка на постійному струмі. Зупинка з компенсацією швидкості. Гальмування магнітним потоком. Лекція 4. Налаштування регулятора швидкості. Робочі характеристики регулювання швидкості. Робочі характеристики регулювання моменту. Скалярне керування. Компенсація опору статора двигуна в режимі скалярного керування. Програмовані функції захисту. Незмінні функції захисту. Граничне робочі значення. Гранична потужність. Автоматичне скидання. Контроль. Блокування доступу до параметрів. ПІД-регулятор. Функція «сну» ПІД-регулятора технологічного процесу. Вимірювання температури двигуна через стандартні входи/виходи керування. Завдання на СРС: Форми кривої прискорення/сповільнення. Критичні швидкості. Фіксовані швидкості. Відношення U/f, що задає користувач. Керування механічним гальмом. Поштовховий режим. Таймерні функції. Таймер. Лічильник. Програмовані послідовності керування. Попередження, що формує привод. Повідомлення про відмови, що формує привод.
Тема 2.1. Перетворювач частоти ACS550	
9	Лекція 1. Загальні відомості. Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Панелі керування ACS550. Опис інтелектуальної панелі керування. Прикладний макрос АВВ Стандарт. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос послідовного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос цифрового потенціометра. Схема підключення. Приклади застосування. Завдання на СРС: Прикладний макрос 3-х провідного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос ручного/автоматичного керування. Схема підключення. Приклади застосування.
10	Лекція 2. Макрос ПІД-регулятора. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос регулювання моменту. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос PFC (керування насосами та вентиляторами). Схема підключення. Приклади застосування. Приклад підключення двохпровідного датчика. Програмування перетворювача у розширеному режимі параметрів. Завдання на СРС: Групи параметрів 01 - «Робочі дані», 03 - «Поточні сигнали FB»,

	04 - «Історія відмов».
11	Лекція 3. Групи параметрів 10-99 Завдання на СРС: Відображення діагностичної інформації. Усунення відмов. Усунення аварійних ситуацій.
Тема 2.2. Перетворювач частоти АСН550	
12	Лекція 1. Загальні відомості. Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Панелі керування АСН550. Опис інтелектуальної панелі керування. Завдання на СРС: Опис клем керування. Прикладний макрос АВВ Стандарт. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос послідовного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос цифрового потенціометра. Схема підключення. Приклади застосування.
13	Лекція 3. Прикладний макрос 3-х провідного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Прикладний макрос ручного/автоматичного керування. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос ПІД-регулятора. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос регулювання моменту. Схема підключення. Приклади застосування. Макрос PFC (керування насосами та вентиляторами). Схема підключення. Приклади застосування. Приклад підключення двохпровідного датчика. Параметри та групи параметрів АСН550. Завдання на СРС: Програмні функції. Аварії та відмови. Відображення діагностичної інформації. Усунення відмов. Усунення аварійних ситуацій.
Тема 3.1. Перетворювач частоти АС800	
14	Лекція 1. Загальні відомості. Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Запуск та керування через інтерфейс вводу/виводу. Панель керування. Місцеве та зовнішнє керування. Типи сигналів, завдання та їх обробка. Корекція сигналу завдання. Програмовані аналогові входи. Програмовані аналогові виходи. Програмовані цифрові входи. Програмовані релейні виходи. Поточні сигнали. Ідентифікація двигуна. Функція підтримки керування при відключенні живлення. Автоматичний пуск. Намагнічування постійним струмом. Утримання постійним струмом. Гальмування магнітним потоком. Завдання на СРС: Оптимізація магнітного потоку. Форми кривої прискорення/сповільнення. Критичні швидкості. Постійні швидкості.
15	Лекція 2. Налаштування регулятора швидкості. Характеристики регулятора обертового моменту. Скалярне керування. Компенсація внутрішнього опору (IR-компенсація) в режимі скалярного керування. Гексагональна конфігурація магнітного поля. Програмовані функції захисту. Контроль. Блокування параметрів. ПІД-керування процесом. Вимірювання температури двигуна. Адаптивне програмування з використанням функціональних блоків. Керування механічним гальмом. Шаговий режим. Крива навантаження, що задається користувачем. Прикладні макроси.

	Завдання на СРС: Параметри та групи параметрів у розширеному режимі програмування. Попередження що формує привід. Повідомлення про відмови, що формує привід.
	Тема 3.2. Перетворювач частоти ACS850
16	Лекція 1. Загальні відомості. Схема підключення силових провідників. Схема та опис передньої панелі. Схема підключення елементів керування. Опис клем керування. Панель керування. Місцеве та зовнішнє керування. Типи сигналів, завдання та їх обробка. Корекція сигналу завдання. Програмовані аналогові входи. Програмовані аналогові виходи. Програмовані цифрові входи. Програмовані релейні виходи. Поточні сигнали. Ідентифікація двигуна. Критичні швидкості. Налаштування регулятора швидкості. Характеристики регулятора швидкості. Характеристики регулятора обертового моменту. Скалярне керування. Завдання на СРС: Намагнічування постійним струмом. Утримання постійним струмом. Гальмування магнітним потоком. Оптимізація магнітного потоку. Форми кривої прискорення/сповільнення. Вимірювання температури двигуна.
17	Лекція 2. Компенсація внутрішнього опору (IR-компенсація) в режимі скалярного керування. Програмовані функції захисту. Контроль. Блокування параметрів. ПІД-керування процесом. Крива навантаження, що задається користувачем. Прикладні макроси. Параметри та групи параметрів у розширеному режимі програмування. Завдання на СРС: Керування механічним гальмом. Шаговий режим. попередження що формує привід. Повідомлення про відмови, що формує привід.
18	Залікова робота

Практичні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практична робота № 1. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS55.
2	Практична робота №2. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS150.
3	Практична робота №3. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS350.
4	Практична робота №4. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS550.
5	Практична робота №5. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS550.
6	Практична робота №6. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS800.
7	Практична робота №7. Статичні та динамічні властивостей електроприводу з перетворювачем частоти ACS850.
8	Практична робота № 8. Вибір ПЧ програмними засобами ABB
9	Написання залікової роботи

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до практичних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	Усього	66

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) проводиться на лекції. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке відповідає в письмовій формі. МКР проводиться перед другою атестацією і присвячена принципам передачі даних через промислові мережі.

Політика та контроль

6. 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;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться 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 «Моделювання електромеханічних систем»;

- 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.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: тестування, МКР, захист лабораторних робіт та РГР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені лабораторні роботи, 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:

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Тестування по лекціям	Практичні роботи	МКР
36	32	32

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 1. Максимальна кількість балів за тестування – 2 бала * 18 лекцій = 36 балів.

Нарахування балів за одну лекцію:

- Вірна відповідь на контрольні питання — 2 бали;
- Частково-вірна відповідь – 0.1-1.9 бали;
- Невірна відповідь – 0 балів;

Практичні роботи

Ваговий бал. Усі практичні роботи мають ваговий бал 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 4 бали * 8 робіт = 32 бал.

На практичних роботах студенти перевіряють знайомляться з основами налаштувань перетворювачів частоти фірми ABB та виконують їх налаштування відповідно до індивідуального завдання.

Критерії оцінювання практичних робіт:

- повне і вчасне виконання роботи – 4 бали;
- неповне виконання роботи – 0.1-3.9 балів;
- невиконання роботи – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за МКР – 32

Критерії оцінювання

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 32
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 17-31
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 13-16
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 1-12
- невиконання без поважних причин 0

На модульній контрольній роботі студент має надати розгорнуті письмові відповіді на 2 питання. Кожне з питань оцінюються від 0 до 16 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.

Додаткові (бонусні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 20 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Додаткові лекції» та «Завдання до лекцій».

Додаткові лекції. Самостійна робота студентів передбачає 4 додаткових лекцій, які студенти повинні опрацювати та законспектувати. За опрацювання однієї лекції вигляді у конспекту нараховується 0,5 бали. Максимальна кількість балів, що можна отримати за опрацювання додаткових лекцій складає 2 бали.

Завдання до лекцій. Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,5. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 9.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахована РГР та здані усі завдання до практичних занять. 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. Залікова робота проводиться на останньому лекційному занятті. Студент проходить тестування у середовищі Google Classroom. На тестування пропонується 100 тестових питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати 60 балів і вище. Час тестування зазвичай складає 100 хвилин, але може бути скоригований лектором та (або) викладачам, що приймає залік.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, к.т.н. Волянським Р.С.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2022)



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (Магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS (18 годин лекцій / 18 практичні заняття, 84 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на 2 тижні 1 практична робота (2 години) 1 раз на 2 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. ПУШКАР Микола Васильович, 044 204-92-39, pushkar-fea@lli.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTg4NDY3MTY3NDY2?cjc=2heugng

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЯХ» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів ОНП спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є вивчення особливостей використання автоматизованих електромеханічних систем в сучасних екологічно чистих технологіях, відновлюваній енергетиці, а також принципів енергозбереження в електроприводі та економічних, екологічних аспектів в зеленій енергетиці та принципів керування попитом в сучасних розподілених енергетичних системах з електроприводами.

Зміст кредитного модуля включає теоретичні відомості по принципам і методам енергозбереження в електроприводі, керування якістю електричної енергії, відновлюваних та альтернативних джерел енергії та керування їх генерованою напругою та інтеграцією їх до сучасних енергосистем.

Предмет навчальної дисципліни – передові технології в електромеханічних енергозберігаючих системах які використовуються в промисловості та екологічно чистій енергетиці.

Програмні результати навчання:

ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Фахові компетенції:

ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК09. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

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 електромеханічних системах..

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 3 розділи, а саме:

Розділ 1 СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Тема 1 Екологічно чисті технології та розумні електричні мережі. Сучасний стан і перспективи розвитку.

Тема 2 Підвищення коефіцієнту потужності в електроприводі.

Тема 3 Шляхи підвищення якості електричної енергії при використанні електроприводів

Тема 4 Енергозбереження в елементах систем електропостачання промислових підприємств

Тема 5 Енергозбереження в електроприводі. Переваги використання регульованого електроприводу.

Розділ 2 ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Тема 6 Відновлювальна енергетика в порівнянні з альтернативною

Київський протокол. Енергетика в умовах сталого розвитку.

Тема 7 Гідроелектростанції.

Тема 8 Електростанції на паливних елементах. Воднева енергетика.

Тема 9 Енергія біомаси. Біодегестери. Системи виробництва електричної енергії на

газифікованій біомасі.

Тема 10 Вітрогенератори. Конструкції віротурбін.

Тема 11 Системи керування швидкістю ротора в вітроенергетиці.

Тема 12 Синхронні генератори. Збудження, регулювання напруги.

Тема 13 Машини подвійного живлення в вітроенергетиці. Конструкція, регулювання напруги.

Тема 14 Асинхронні генератори в вітроенергетиці. Асинхронні генератори із самозбудженням. Самозбудження та регулювання вихідних параметрів.

Розділ 3 ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМУ

Тема 15 Розподілене виробництво електричної енергії. Розумні мережі.

Тема 16 Концепція управління попитом.

Тема 17 Інтеграція альтернативних джерел енергії в мережу. Принципи нагнітання потужності.

Тема 18 Різновиди енергетичної інтеграції: інтеграція за постійним струмом; інтеграція за змінним струмом; інтеграція за високочастотною ланкою.

Навчальні матеріали та ресурси

1. Boxwell, M. (2019). *The Solar Electricity Handbook-2017 Edition: A simple, practical guide to solar energy—designing and installing solar photovoltaic systems*. Greenstream Publishing.
2. Bansal, R. C., & Zobaa, A. F. (Eds.). (2021). *Handbook of renewable energy technology & systems*. World Scientific.
3. Wadhwa, C L. *Electrical power systems*. United States: N. p., (2019)
4. Wu, Bin, Yongqiang Lang, Navid Reza Zargari and Samir Kouro. "Power Conversion and Control of Wind Energy Systems." (2021).
5. Goswami, D. Y., & Kreith, F. (Eds.). (2021). *Handbook of energy efficiency and renewable energy*. Crc Press.
6. Tiwari, G. N., & Tiwari, A. (2021). *Handbook of solar energy* (Vol. 498). Singapore: Springer.
7. De Almeida, A., Bertoldi, P., & Leonhard, W. (Eds.). (2020). *Energy efficiency improvements in electric motors and drives*. Springer Science & Business Media.
8. Fagas, G., Gammaitoni, L., Gallagher, J. P., & Paul, D. (Eds.). (2019). *ICT-Energy Concepts for Energy Efficiency and Sustainability*. BoD—Books on Demand.
9. Simões, M. G., & Farret, F. A. (2019). *Modeling Power electronics and interfacing energy conversion systems*. John Wiley & Sons.
10. Kalmikov, A. (2020). *Wind power fundamentals*. In *Wind energy engineering* (pp. 17-24). Academic Press.
11. Hau, E. (2023). *Wind turbines: fundamentals, technologies, application, economics*. Springer Science & Business Media.
12. De Almeida, A., Bertoldi, P., & Leonhard, W. (Eds.). (2022). *Energy efficiency improvements in electric motors and drives*. Springer Science & Business Media.
13. Bhowmik, C., Bhowmik, S., Ray, A., & Pandey, K. M. (2020). *Optimal green energy planning for sustainable development: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 796-813.
14. Boldea, I. (2021). *Synchronous generators*. CRC press.

15. Simoes, M. G., & Farret, F. A. (2023). *Renewable energy systems: design and analysis with induction generators*. CRC press.
16. Sanchez, E. N., & Ruiz-Cruz, R. (2021). *Doubly fed induction generators: control for wind energy*. Crc Press.
17. Xu, D., Blaabjerg, F., Chen, W., & Zhu, N. (2019). *Advanced control of doubly fed induction generator for wind power systems*. John Wiley & Sons.
18. Simões, M. G., & Farret, F. A. (2021). *Modeling and analysis with induction generators*. CRC Press.
19. Промислова екологія. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с. – Назва з екрана.
20. M. C. Falvo, I. S. Bayram, "EV charging stations and modes: International standards" - 2021, pp. 1064-1139.

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	Тема 1 Екологічно чисті технології та розумні електричні мережі. Сучасний стан і перспективи розвитку.
2	Тема 2 Підвищення коефіцієнту потужності в електроприводі.
3	Тема 3 Шляхи підвищення якості електрочної енергії при використанні електроприводів
4	Тема 4 Енергозбереження в елементах систем електропостачання промислових підприємств
5	Тема 5 Енергозбереження в електроприводі. Переваги використання регульованого електроприводу.
6	Тема 6 Відновлювальна енергетика в порівнянні з альтернативною Кіотський протокол. Енергетика в умовах сталого розвитку.
7	Тема 7 Гідроелектростанції.
8	Тема 8 Електростанції на паливних елементах. Воднева енергетика.
9	Тема 9 Енергія біомаси. Біодегестери. Системи виробництва електричної енергії на газифікованій біомасі.
10	Тема 10 Вітрогенератори. Конструкції віротурбін.
11	Тема 11 Системи керування швидкістю ротора в вітроенергетиці.
12	Тема 12 Синхронні генератори. Збудження, регулювання напруги.
13	Тема 13 Машини подвійного живлення в вітроенергетиці. Конструкція,

	регулювання напруги.
14	Тема 14 Асинхронні генератори в вітроенергетиці. Асинхронні генератори із самозбудженням. Самозбудження та регулювання вихідних параметрів.
15	Розділ 3 ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМУ Тема 15 Розподілене виробництво електричної енергії. Розумні мережі.
16	Тема 16 Концепція управління попитом.
17	Тема 17 Інтеграція альтернативних джерел енергії в мережу. Принципи нагнітання потужності.
18	Тема 18 Різновиди енергетичної інтеграції: інтеграція за постійним струмом; інтеграція за змінним струмом; інтеграція за високочастотною ланкою.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття №1. ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ
2	Практичне заняття № 2 БУДОВА І ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕЛІОСИСТЕМ. РОЗРАХУНОК ГЕЛІОСИСТЕМ
3	Практичне заняття № 3. РОЗРАХУНОК ГЕЛІОСИСТЕМ ДЛЯ ОБІГРІВУ БАСЕЙНІВ І ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ
4	Практичне заняття №4. РОЗРАХУНОК ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУДИНКУ
5	Практичне заняття № 5. РОЗРАХУНОК ВІТРОГЕНЕРАТОРА
6	Практичне заняття № 6. ПРИЛИВНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ, МАЛІ ГЕС: ПРИНЦИП РОБОТИ І РОЗРАХУНОК
7	Практичне заняття № 7. ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ. РОЗРАХУНОК ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ОКЕАНІВ
8.	Практичне заняття № 8 РОЗРАХУНОК БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК
9.	МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	18
2	Підготовка до практичних занять	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
5	Опрацювання літератури	20
	Разом	84

Політика та контроль

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: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: Екзамен

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:

1. тестування по кожному лекційному заняттю;
2. виконання завдань до практичних занять;
3. виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
4. виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Тестування по лекціям	Лабораторні заняття	МКР
36	32	32

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 2. Максимальна кількість балів за тестування – 2 бала * 18 лекцій = 36 балів.

Нарахування балів за одну лекцію:

- Вірна відповідь на контрольні питання — 2 бали;
- Частково-вірна відповідь – 0.1-1.9 бали;
- Невірна відповідь – 0 балів;

2. Робота на практичних заняттях (32 балів за 8 практичних робіт):

- повністю виконане завдання на практичну – 4 бали за кожне заняття;
- неповністю виконане завдання на практичну – 1-3 балів за кожну заняття;
- штрафні бали за порушення порядку – мінус 2 бали за кожне порушення.

3. Модульна контрольна робота: Кількість МКР – 1 тривалістю 1 академічну годину кожна. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює 32 . Критерій оцінювання МКР наступний:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30- 32 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 17-29 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1-16 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахована РГР та здані усі завдання до практичних занять. Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

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 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2022)



Теорія нелінійного та адаптивного керування

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (освітньо-науковий, магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS (36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 66 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / РГР, МКР
Розклад занять	1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (4 години) 1 раз на 2 тижні
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. Пересада Сергій Михайлович Лабораторні роботи:
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTY0ODg5NjE1NDgy?cjc=t5vsxms

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Теорія нелінійного та адаптивного керування» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей: ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями. ЗК08. Здатність працювати автономно та в команді. ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних,

електротехнічних та електромеханічних систем. ФК16. Здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах. ФК19 Здатність до розуміння та практичного застосування основних положень сучасної теорії керування та засобів автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів

Предмет навчальної дисципліни – наукові основи сучасної теорії нелінійного керування в задачах адаптивного керування для побудови сучасних електромеханічних систем з властивостями адаптивності до параметричних і координатних збурень.

Програмні результати навчання: ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН23. Застосовувати положення сучасної теорії керування та засоби автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів з метою забезпечення ефективного керування їх режимними параметрами.

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

Для вивчення дисципліни «Теорія нелінійного та адаптивного керування» необхідно мати загальні знання математики, теорії автоматичного керування, електричних машин, теорія автоматичного керування, автоматизованого електроприводу та керування ним, основ мехатроніки, електромеханічні системи типових технологічних та промислових застосувань. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати базовий рівень іноземної мови, оскільки значна частина новітніх методів керування описується в науковій літературі англійською мовою.

Отримані знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля, допоможуть майбутньому науковцю вільно створювати сучасні електромеханічні системи автоматизації широкого спектру технологічних застосувань з властивостями адаптації до параметричних збурень, а також в умовах часткового вимірювання змінних стану. Бути відповідальним виконавцем в наукових установах по розробці і дослідженню новітніх складних систем автоматичного керування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на **5 тем**, а саме:

Вступ.

Загальні відомості. Математичний опис багатовимірних нелінійних систем у просторі стану.

Тема 1. Методи дослідження та синтезу нелінійних та адаптивних систем.

Загальні відомості. Математичні визначення та базові поняття.

Тема 2. Основи сучасної теорії стійкості.

Теорема Ляпунова про стійкість. Теорема Ляпунова про експоненційну стійкість. Властивості лінійних і нелінійних автономних систем. Синтез спостерігача магнітного потоку, який гарантує асимптотичну оцінку компонент вектора поточкозчеплення ротора асинхронного двигуна.

Тема 3. Стійкість адаптивних систем.

Визначення рівномірної безперервності. Лема Барбалат. Властивості глобальної асимптотичної стійкості нелінійних систем. Лема про персистентність збудження. Проектування спостерігача поточозчеплення АД в умовах, коли активний опір статора невідомий. Теорема конверсії.

Тема 4. Синтез нелінійних керувань.

Постановки задачі синтезу. Другий метод Ляпунова. Лінеаризація за допомогою зворотного зв'язку і зворотна покрокова процедура проектування. Синтез стабілізуючого алгоритму керування двигуном постійного струму незалежного збудження. Умови розв'язаності процесів в двох підсистемах. Синтез алгоритму керування двигуном постійного струму незалежного збудження з ослабленням поля методом зворотної покрокової задачі проектування.

Тема 5. Системи із спостерігачами стану.

Лінійні САК. Нелінійні САК. Принцип розділення в задачах керування за вимірюваним виходом.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Зайченко Ю.М. Адаптивне керування силовим активним фільтром з селективною компенсацією гармонік: Дисертація кандидата технічних наук: 05.09.03.
2. Ковбаса С. М. Розвиток теорії бездавачевого векторного керування електромеханічними системами з асинхронними двигунами.: Дисертація доктора технічних наук: 05.09.03. Київ. 2020.
3. Пересада, С. М. Непряме векторне керування асинхронними двигунами з властивостями робастності та адаптації до змін активного опору ротора [Електронний ресурс] : монографія / Пересада С. М., Ковбаса С. М., Красношапка Н. Д. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,96 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 174 с.
4. Marino R. and Tomei P. Nonlinear Control Design: Geometric, Adaptive and Robust. –New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2019. –390p.
5. Krstic M., Kokotović P., Kanellakopoulos I. Nonlinear and Adaptive Control Design. –New York: Wiley, 2020. –576p.
6. Khalil H. K. Nonlinear Systems. –New Jersey, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2020. – 750p.
7. Marino R., Tomei P., Verrelli C., Induction Motor Control Design. Springer 2019. pp. 349.
8. Elis G.. Observers in Control Systems. Academic Press. 2021.P.264
9. Luenberger D.C. An Introduction to Observers // Proc. IEEE Transactions on Automatic Control. – 2020. – December – P. 596-602.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Загальні відомості. Математичний опис багатовимірних нелінійних систем у просторі стану.
2	Тема 1. Методи дослідження та синтезу нелінійних та адаптивних систем. Загальні відомості.

3	Математичні визначення та базові поняття.
4	Тема 2. Основи сучасної теорії стійкості. Теорема Ляпунова про стійкість. Теорема Ляпунова про експоненційну стійкість.
5	Властивості лінійних і нелінійних автономних систем.
6	Синтез спостерігача магнітного потоку, який гарантує асимптотичну оцінку компонент вектора потокозчеплення ротора асинхронного двигуна.
7	Тема 3. Стійкість адаптивних систем. Визначення рівномірної безперервності. Лема Барбалат.
8	Властивості глобальної асимптотичної стійкості нелінійних систем.
9	Лема про персистентність збудження. Проектування спостерігача потокозчеплення АД в умовах, коли активний опір статора невідомий.
10	Теорема конверсії.
11	Тема 4. Синтез нелінійних керувань. Постановки задачі синтезу.
12	Другий метод Ляпунова.
13	Лінеаризація за допомогою зворотного зв'язку і зворотна покрокова процедура проектування.
14	Синтез стабілізуючого алгоритму керування двигуном постійного струму незалежного збудження.
15	Умови розв'язаності процесів в двох підсистемах.
16	Синтез алгоритму керування двигуном постійного струму незалежного збудження з ослабленням поля методом зворотної покрокової задачі проектування.
17	Тема 5. Системи із спостерігачами стану. Лінійні САК.
18	Нелінійні САК. Принцип розділення в задачах керування за вимірюваним виходом.

Лабораторні роботи

№ з/ п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	Спостерігачі механічних координат в електромеханічних системах (Лабораторна робота №1) Мета роботи – розробка і порівняльне дослідження динамічних характеристик сімейств спостерігачів моменту навантаження і/або кутової швидкості валу електричних двигунів. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Синтезувати спостерігачі моменту навантаження та/або кутової швидкості. 2. Розробити моделюючі програми в середовищах Simnon або MatLab для дослідження роботи спостерігачів з електроприводом, який відпрацьовує розгін і прикладання моменту навантаження. 3. Налаштувати систему керування з рівнем розділення згідно з варіантом. 4. Розрахувати коефіцієнти зворотного зв'язку спостерігачів на задану швидкодію з налаштуванням на «модульний» і «симетричний» оптимуми, а також з біноміальним налаштуванням за варіантом. 5. Зняти графіки перехідних процесів відпрацювання початкових умов в режимі автономної роботи спостерігачів. 6. Зняти графіки перехідних процесів оцінювання механічних координат за умови розгону двигуна і прикладання моменту навантаження. Повторити тести зі змінним моментом навантаження у часі. 7. Замкнути систему керування, замінивши вимірювані координати на оцінені. 8. Повторити тести п. 5, п. 6 для модифікованої системи керування. 9. Порівняти отримані результати (для різних налаштувань спостерігача, для різних спостерігачів, а також для систем з вимірюваними і оціненими координатами). Зробити висновки щодо досяжних показників якості оцінювання і регулювання механічних координат в усіх системах. 10. Оформити звіт.
2	Спостерігачі трифазних і двофазних гармонічних сигналів в електромеханічних системах (Лабораторна робота №2) Мета роботи – розробка сімейства спостерігачів стану електромеханічних об'єктів з гармонійним осцилятором для максимально швидкого оцінювання частоти, а також дослідження динамічних і статичних характеристик спостерігача. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Синтезувати спостерігач електромеханічного об'єкту з гармонійним осцилятором. 2. Розробити моделюючу програму в середовищах Simnon або MatLab для дослідження роботи спостерігача. 3. Розрахувати коефіцієнти зворотного зв'язку спостерігачів в режимі автономної роботи на задану швидкодію за варіантом для сигналу з постійною частотою. 4. Зняти графіки перехідних процесів оцінювання гармонійного сигналу з початковими умовами згідно варіанту. 5. Модифікувати програму, прийнявши, що частота сигналу є змінною у часі. Повторити п. 4. 6. Модифікувати програму шляхом введення вищих гармонік з параметрами згідно з варіантом. Повторити п. 4. 7. Прийняти обидві модифікації п. 5, п. 6. Повторити п. 4. 8. Дослідити статичні характеристики залежності похибок оцінювання від гармонічного складу сигналу. 9. Порівняти отримані результати (для різних налаштувань спостерігача, для різних досліджуваних сигналів). Зробити висновки щодо досяжних показників якості

	оцінювання в усіх системах. 10. Оформити звіт.
3	Спостерігачі вектора потокозчеплення ротора АД повного і зниженого порядку (Лабораторна робота №3) Мета роботи – розробка і порівняльне дослідження статичних і динамічних характеристик сімейств спостерігачів потокозчеплення асинхронних двигунів. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Синтезувати спостерігачі потокозчеплення ротора АД повного і зниженого порядку. 2. Розробити моделюючі програми в середовищах Simnon або MatLab для дослідження роботи спостерігачів з електроприводом, який відпрацьовує розгін і прикладання моменту навантаження в режимі частотного керування. 3. Налаштувати алгоритм керування з динамічним моментом згідно з варіантом. 4. Зняти графіки перехідних процесів оцінювання для двох спостерігачів, які працюють в автономному режимі, для двох налаштувань за варіантом. 5. Повторити п. 4 із введенням варіації активного опору ротора. 6. Модифікувати програму для відпрацювання швидкості в системі векторного керування на основі розроблених спостерігачів. 7. Повторити тести п. 4, п. 5 для модифікованої системи керування. 8. Дослідити статичні характеристики залежності похибки відпрацювання потоку від варіації активного опору ротора для двох спостерігачів в режимі векторного керування. 9. Порівняти отримані результати (для різних спостерігачів, для різних налаштувань спостерігачів, а також для різних режимів роботи). Зробити висновки щодо досяжних показників якості оцінювання і керування координатами асинхронного електропривода для всіх систем. 10. Оформити звіт.
4	Адаптивні до змін активного опору роторного кола спостерігачі вектора потокозчеплення ротора АД (Лабораторна робота №4) Мета роботи – розробка і порівняльне дослідження статичних і динамічних характеристик сімейства замкнених спостерігачів потокозчеплення асинхронних двигунів, адаптивних до змін активного опору ротора. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень: 1. Синтезувати адаптивні до варіації параметру спостерігачі потокозчеплення ротора АД. 2. Розробити моделюючі програми в середовищах Simnon або MatLab для дослідження роботи спостерігачів з електроприводом, який відпрацьовує розгін і прикладання моменту навантаження в режимі частотного керування. 3. Налаштувати алгоритм керування з динамічним моментом згідно з варіантом. 4. Зняти графіки перехідних процесів оцінювання для спостерігачів, які працюють в автономному режимі, для двох налаштувань за варіантом. 5. Повторити п. 4 із введенням варіації активного опору ротора. 6. Модифікувати програму для відпрацювання швидкості в системі векторного керування на основі розроблених спостерігачів. 7. Повторити тести п. 4, п. 5 для модифікованої системи керування. 8. Дослідити статичні характеристики залежності похибки відпрацювання потоку від величини варіації активного опору ротора в режимі векторного керування швидкістю. 9. Порівняти отримані результати (для різних спостерігачів, для різних налаштувань спостерігачів, а також для різних режимів роботи). Зробити висновки щодо досяжних показників якості оцінювання і керування координатами асинхронного електропривода для всіх систем. 10. Оформити звіт.

--	--

Розрахунково-графічна робота

№	Назва теми РГР
1	Розробка алгоритму і дослідження системи ідентифікації параметрів АД.
2	Розробка алгоритму і дослідження системи ідентифікації параметрів СДПМ.
3	Розробка і дослідження динамічних характеристик спостерігача швидкості АД.
4	Розробка і дослідження динамічних характеристик спостерігача швидкості СДПМ.
5	Розробка і дослідження системи керування швидкістю АД адаптивного до варіацій активного опору і індуктивності статора АД.
6	Розробка і дослідження системи керування швидкістю АД адаптивного до варіацій активного опору і індуктивностей статора СДПМ.
7	Розробка і дослідження бездавачевої системи керування зі спостерігачем швидкості АД.
8	Розробка і дослідження бездавачевої системи керування зі спостерігачем швидкості СДПМ.

Кожному студенту надається технічне завдання на розробку та дослідження адаптивної системи керування.

В процесі виконання РГР студенти повинні:

1. Обрати двигун (АД чи СДПМ), провести розрахунок його номінального режиму та розрахунок параметрів Г-подібної схеми заміщення.
2. Розробити систему векторного керування швидкістю АД/СДПМ (для варіантів 5-8).
3. Синтезувати адаптивну систему керування згідно з варіантом.
4. Розробити структурну схему адаптивної системи керування.
5. Провести дослідження засобами математичного моделювання динамічних та статичних характеристик спроектованих систем.
6. Виконати індивідуальне завдання.
 - а. Провести порівняльне дослідження з окремим використанням контурів ідентифікації параметрів, а також кожного їх поєднання (для варіантів 1-2).
 - б. Провести дослідження з врахуванням нелінійностей динаміки швидкості СДПМ спричинених неідеальностями статора/ротора (для варіантів 3-4).
 - с. Дослідити енергетичні характеристики систем векторного керування (для варіантів 3-8).

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	36
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	Усього	66

7. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Проводиться одна модульна контрольна робота (МКР). Основні варіанти завдань.

1. Синтезувати адаптивний спостерігач вектора потокозчеплення асинхронного двигуна (АД), дослідити моделюванням його динамічні властивості для наступних варіантів:

1.а. Усі параметри АД відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається сталою.

1.б. Усі параметри АД, окрім активного опору статора, відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається такою, що змінюється повільно.

1.в. Усі параметри АД, окрім активного ротору, відомі, невідомою є кутова швидкість, яка вважається такою, що змінюється повільно.

2. Синтезувати адаптивний спостерігач вектора струму статора синхронного двигуна (СД), дослідити моделюванням його динамічні властивості для наступних варіантів:

2.а. Усі параметри СД, окрім активного опору статора, відомі.

2.б. Усі параметри СД, окрім індуктивності статора, відомі.

2.в. Усі параметри СД, окрім індуктивності статора і активного опору статора, відомі.

Політика та контроль

8. 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 заняттях і лабораторних роботах;

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях і лабораторних роботах, 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. 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 «Електромеханічні системи електричних транспортних засобів»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно

дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача;

• використовуються прийняті в університеті правила щодо академічної доброчесності, зокрема недопустимість плагіату при виконанні будь-яких робіт.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, відпрацювання і захист лабораторних робіт і РГР, написання МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

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:

- експрес-опитування за тематикою лекцій;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи.

Експрес-опитування	Лабораторні роботи	РГР	МКР
27	24	24	25

Експрес-опитування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 1,5. Максимальна кількість балів – 1,5 бали * 18 = 27 балів.

Наприкінці лекції надаються короткі запитання за матеріалами попередньої лекції.

Критерії оцінювання

- всі відповіді правильні – 1,5 бали;
- відповіді частково правильні – 0,5-1 бал;
- всі відповіді неправильні – 0.
- заохочення за активність на занятті чи вирішення додаткових завдань – 1,5 б.

Лабораторні роботи

Ваговий бал 6. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 6 балів * 4 роботи = 24 бали.

Критерії оцінювання лабораторної роботи:

1. Відпрацювання:

- робота відпрацьована повністю – 1 бал;
- робота відпрацьована неповністю – 0,15-0,95 бали;
- робота не відпрацьована – 0;

Лабораторні роботи повторно не відпрацьовуються.

2. Оформлення звіту (подається до виконання наступної лабораторної):

- звіт оформлено згідно до вимог, має всі необхідні модулі – 1 бал;
- звіт оформлено згідно до вимог, має не всі необхідні модулі – 0,15-0,95 бали;
- звіт не оформлено – 0 балів, недопуск до виконання наступної лабораторної роботи.

3. захист:

- завдання на захисті вирішено вірно – 4 бали;
- завдання на захисті вирішено частково вірно – 1-3,5 бали;
- завдання вирішено невірно або не вирішено – 0 балів.

УВАГА! Захист всіх лабораторних робіт є умовою допуску до складання заліку. Студенти, що на момент консультації перед заліком не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної здачі та направляються на перескладання.

УВАГА! Для допуску до перескладання заліку треба у визначений викладачем термін здати всі заборгованості по лабораторним роботам.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 25. Максимальний бал за МКР – 25.

Критерії оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-25 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 15-22 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «3 бали») або відсутність під час проведення МКР – 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.

Розрахунково графічна робота (РГР)

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 24.

Критерії оцінювання:

- повне, точне і вчасне виконання і захист – 24 бали;
- неповне, неточне або невчасне виконання і/або захист – 5-23 бали;
- розрахунок неправильний – 0 балів.

Форма семестрового контролю – залік

Необхідною умовою допуску до заліку є відпрацьовані і захищені лабораторні роботи, а також виконана і захищена РГР.

За умови набирання студентом впродовж семестру 60 балів і вище, він має оцінку «автоматом». При набірванні оцінки в межах $30 < x < 60$ студент має право писати залікову роботу. За умови сумарного балу менше 30 б, студент направляється на перескладання.

Студенти, які мають право на написання заліку, зберігають лише бали, отримані за МКР і РГР. Інші бали заробляються на заліку.

Залікова робота складається з теоретичних і практичних питань.

Критерії оцінювання заліку:

Максимальний бал дорівнює 51 бал. Теоретичні і практичні питання оцінюються у 17 балів.

Система оцінювання 2-х теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-17 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 12-14 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10-11 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 9 балів) – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 15-17 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 12-14 балів;
- «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 10-11 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни здійснюється шляхом вирішення конкретних задач. Бажано, щоб під час лекцій студенти використовували комп'ютери для демонстрації теоретичних положень та їх практичного застосування.

Передбачається, що усі розглянуті приклади з використання систем ідентифікації, спостереження, нелінійного і адаптивного керування в електромеханічних системах будуть досліджені методом математичного моделювання з використанням моделюючих програм, які надаються студентам.

Теми, які виносяться на семестровий контроль (МКР і залік)

1. Теоретичні питання формуються відповідно до тем лекційних занять. Вони вміщують математичний синтез системи, доведення стійкості.

2. Задача (практичне запитання) полягає в дослідженні системи, яка синтезована в теоретичному питанні, шляхом моделювання. Студент має використати моделюючу програму, яку він розробив при виконанні лабораторних робіт, промоделювати, оформити графіки перехідних процесів і надати їх аналіз.

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 професором кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, д.т.н. Пересадою С. М., асистентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, д.ф. Ніконенком Є.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 22.06.2023 р.).



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

КЕРУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ. КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	45 годин / 1.5 кредити ECTS (45 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Відповідно до графіка консультацій
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjlyMjQ0NDg4NDMy?cjc=7s7zlr2
Програма навчальної дисципліни	

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

Силабус навчальної дисципліни «Керування та автоматизація технічних систем. Курсовий проєкт» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей: ЗК06 вчитися та оволодівати сучасними знаннями, ЗК08 Здатність працювати автономно та в команд, ФК1 Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК5 Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електро-енергетики, електротехніки та електромеханіки,

ФК12 Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електро-енергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів, ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем,

Предмет навчальної дисципліни – електромеханічні системи автоматизації, які включають в себе нові електромеханічні перетворювачі, засоби силової електроніки, методи керування та обробки сигналів, а також промислові програмовані логічні контролери і проблематика сучасних наукових досліджень в області автоматизації технічних систем.

Результати навчання:

ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу,

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти базовим рівнем іноземної мови, оскільки значна частина новітніх технологій в електромеханічних системах електричних транспортних засобів описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого проходження практики на виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Керування та автоматизація технічних систем. Курсовий проєкт» складається з наступних етапів:

1. Отримання теми та завдання на курсовий проєкт.
2. Формулювання вимог до системи автоматизації
3. Розробки технічного завдання на проєкт
4. Розробки структури програми
5. Синтезу логічних функцій та алгоритмів
6. Програмної реалізації системи автоматизації ...
7. Вибору обладнання для системи автоматизації
8. Розробка схеми електричної принципової керуючого контролера.
9. Розробка схеми з'єднань електричного обладнання.
10. Оформлення курсового проєкту та подання його на перевірку.
11. захист курсового проєкту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. Посіб. – К: Нухт. – 2019. – 320с.

2. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів. Навч. Посібник. –К.: Ліра-К, 2021.– 376 с.
3. Король С.В. Програмовані логічні контролери-2: Методичні вказівки до курсового проекту. [Електронне видання] Київ: КПІ, 2019.– 44 с.

Допоміжна література

4. John Karl-Heinz, Tiegelkamp M. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems. Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision-Making Tools. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2021
5. С.В. Король Програмовані логічні контролери-1: Методичні вказівки до лабораторних робіт– К.: НТУУ «КПІ», 2021, – 68 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Кожному студенту надається технічне завдання на розробку автоматизованої технічної системи у вигляді опису технологічного процесу.

В процесі виконання курсового проєкту студенти повинні:

1. Знайти інформацію про характеристики технологічного процесу, його функціональну схему, що є основною інформацією для подальшого проектування.
2. Сформулювати перелік використовуваних вхідних та вихідних сигналів, вказуючи їх тип, можливий інтервал змін, кодування, одиниці виміру, тощо.
3. Обрати обладнання, необхідне для побудови системи автоматизації, та розробити функціональну схему проєктуємої системи автоматизації.
4. Розробити алгоритми, які дозволяють вести заданий технологічний процес, передбачити блокування для уникнення можливих аварійних ситуацій.
5. Самостійно обравши та обґрунтувавши мову програмування, реалізувати розроблені алгоритми у вигляді програми для ПЛК.
6. Розробити схему електричну принципову підключення датчиків та виконавчого обладнання до керуючого контролера.
7. Розробити інтерфейс користувача для ПК, який дозволяє керувати спроектованою системою автоматизації.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Отримання теми та завдання на курсовий проєкт.	1
2	Формулювання вимог до системи автоматизації	2
3	Розробки технічного завдання на проєкт	8
4	Розробки структури програми	8
5	Синтезу логічних функцій та алгоритмів	8
6	Програмної реалізації системи автоматизації ...	4
7	Вибору обладнання для системи автоматизації та розробка схем	4

8	Оформлення курсового проєкту та подання його на перевірку.	8
9	Захист курсового проєкту.	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- 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 «Курсовий проєкт з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;
- 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;
- студенти зобов'язані відвідувати консультації з дисципліни «Курсовий проєкт з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;
- студенти зобов'язані регулярно переглядати повідомлення в Google-класі, та/або спільному телеграм-каналі, а також оперативно на них реагувати;
- у випадку дистанційної форми навчання, студенти мають вчасно завантажувати розділи курсового проєкту в Google клас для перевірки.

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

Рейтингова оцінка з курсового проєкту має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента з курсового проектування та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Друга складова характеризує якість захисту студентом курсової роботи

Розмір шкали стартової складової дорівнює 40 балів, а складової захисту – 60 балів.

1. Стартова складова:

- своєчасність виконання графіка виконання курсової роботи – 14 балів (за вчасно зданий розділ нараховується 2 бали, здача із затримкою до одного тижня – 1 бал, затримка більше ніж на два тижні – 0 балів.);
- якість оформлення пояснювальної записки – 12 балів;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог стандартів – 14 бали.

2. Складова захисту курсової роботи:

на захисті студенту задаються п'ять запитань; коректна та повна відповідь на кожне запитання оцінюється у 12 балів.

Керівник курсового проєкту має право відзначити оригінальність технічних рішень, активність та своєчасність виконання курсового проєкту шляхом нарахування додаткових бонусних балів в розмірі до 10 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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. Волянським Р. С..

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол №11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № №10 від 22.06.2023 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та електроприводу
ФЕА

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	45 годин / 1.5 кредити ECTS (45 годин СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Відповідно до графіка консультацій
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTkxMzgzMdMyOTU3?cjc=shymmal

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Електромеханічні системи електричних транспортних засобів. Курсовий проєкт» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних здатностей:

ЗКО1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, ЗКО3. здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗКО5. Здатність приймати обґрунтовані рішення, ЗКО9. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням, ФКО5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електро-енергетики, електротехніки та електромеханіки, ФК12. Здатність розробляти плани і проєкти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та

утилізацію обладнання електро-енергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів, ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці, ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Предмет навчальної дисципліни – електромеханічні системи електричних транспортних засобів, 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 електричних транспортних засобів.

Результати навчання:

ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу, ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами,

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти іноземною мовою, оскільки значна частина новітніх технологій в електромеханічних системах електричних транспортних засобів описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого проходження практики на виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Курсовий проект з систем керування електричних транспортних засобів» складається з наступних етапів:

1. Отримання теми та завдання на курсовий проєкт.
2. Формування вихідних даних для розрахунку.
3. Розрахунок та вибір основних силових елементів електромеханічної системи, дослідження ефективності використання рекуперації.
4. Розробка силового напівпровідникового перетворювача.
5. Розробка схеми електричної принципової керуючого контролера.
6. Розробка схеми з'єднань електричного обладнання.
7. Опрацювання економічної частини.
8. Оформлення курсового проєкту та подання його на перевірку.
9. Захист курсового проєкту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Методи робастного адаптивного керування електромеханічними системами з підвищеними динамічними та енергетичними показниками: звіт про НДР. НТУУ "КПІ". № ДР 0115U000381. Київ, 2019. 506 с.

2. Розробка енергоефективної електромеханічної системи електробусу на основі адаптивного векторно-керованого асинхронного електроприводу з акумуляторно-

суперконденсаторним живленням: звіт про НДР / НТУУ "КПИ". № ДР 0117U004284. Київ, 2020. Том 1. 472 с.

3. M. Ehsani, Y. Gao, S. Longo, K. M. Ebrahimi Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Third edition. – CRC Press, 2019, –573p.

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

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Кожному студенту надається технічне завдання на розробку електромеханічної системи електричного транспортного засобу (ЕТЗ) у вигляді існуючого прототипу автомобіля, вантажівки, мотоцикла або автобуса.

В процесі виконання курсового проєкту студенти повинні:

1. Знайти інформацію про експлуатаційні характеристики прототипу для ЕТЗ, його кінематичну схему, що є основною інформацією для подальших розрахунків.
2. Сформувати діаграму руху транспортного засобу у вигляді залежності швидкості ЕТЗ від часу. Діаграма може бути сформована довільно або записана в умовах реального руху з використанням GPS-трекера.
3. Розрахувати зусилля що діють на транспортний засіб під час його руху, побудувати навантажувальну діаграму двигуна, розрахувати потужність та обрати приводний двигун.
4. Розрахувати необхідну ємність акумуляторної або суперконденсаторної батареї, здійснити вибір її елементів, розрахувати її масу та об'єм.
5. Розробити схему електричну принципову силової частини силового напівпровідникового перетворювача.
6. Розробити схему електричну принципову керуючого контролера.
7. Розробити схему з'єднань електромеханічної системи ЕТЗ.
8. Визначити вартість всіх елементів системи, розрахувати та порівняти рівень витрат на експлуатацію прототипа (з двигуном внутрішнього згорання) та ЕТЗ.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Отримання теми та завдання на курсовий проєкт.	1
2	Формування вихідних даних для розрахунку.	2
3	Розрахунок та вибір основних силових елементів електромеханічної системи, дослідження ефективності використання рекуперації.	8
4	Розробка силового напівпровідникового перетворювача.	8
5	Розробка схеми електричної принципової керуючого контролера.	8
6	Розробка схеми з'єднань електричного обладнання.	4
7	Опрацювання економічної частини.	4

8	Оформлення курсового проєкту та подання його на перевірку.	8
9	Захист курсового проєкту.	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- 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 «Курсовий проєкт з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;
- 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;
- студенти зобов'язані відвідувати консультації з дисципліни «Курсовий проєкт з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;
- студенти зобов'язані регулярно переглядати повідомлення в Google-класі, та/або спільному телеграм-каналі, а також оперативно на них реагувати;
- у випадку дистанційної форми навчання, студенти мають вчасно завантажувати розділи курсового проєкту в Google клас для перевірки.

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

Рейтингова оцінка з курсового проєкту має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента з курсового проектування та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Друга складова характеризує якість захисту студентом курсової роботи

Розмір шкали стартової складової дорівнює 40 балів, а складової захисту – 60 балів.

1. Стартова складова:

- своєчасність виконання графіка виконання курсової роботи – 14 балів (за вчасно зданий розділ нараховується 2 бали, здача із затримкою до одного тижня – 1 бал, затримка більше ніж на два тижні – 0 балів.);
- якість оформлення пояснювальної записки – 12 балів;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог стандартів – 14 бали.

2. Складова захисту курсової роботи:

на захисті студенту задаються п'ять запитань; коректна та повна відповідь на кожне запитання оцінюється у 12 балів.

Керівник курсового проєкту має право відзначити оригінальність технічних рішень, активність та своєчасність виконання курсового проєкту шляхом нарахування додаткових бонусних балів в розмірі до 10 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 №11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № №10 від 22.06.2023 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.