



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



Кафедра автоматизації
електромеханічних
систем та
електроприводу ФЕА

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881</i> Практичні: <i>д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881</i> Лабораторні: <i>д.т.н. Ковбаса Сергій Миколайович, 0674351881</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів в електромеханічних системах» складено відповідно до освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є посилення та закріплення у студентів наступних здатностей: (K01) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K12) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K15) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; (K24) здатність вирішувати комплексні задачі

логічного синтезу, що пов'язані із роботою дискретних систем автоматизації та мікропроцесорних пристроїв; (К26) здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані із керуванням автоматизованими електроприводами різноманітних технологічних застосувань з електроприводами постійного та змінного струму.

Предмет навчальної дисципліни – методи цифрової обробки сигналів, які знаходять практичне застосування в електромеханічних системах та силовій електроніці.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (ПР20) знати і розуміти принципи керування лінійними, нелінійними та дискретними системами автоматичного керування; (ПР21) знати і розуміти принципи роботи інтегральних мікросхем, програмованих логічних контролерів та програмованих логічних інтегральних схем; (ПР22) знати і розуміти основи перетворення координат та принципів частотного та векторного керування електромеханічними системами; (ПР24) вміти застосовувати методи синтезу дискретних схем автоматики для складання програм для програмованих логічних реле та програмованих логічних інтегральних схем, здійснювати вибір обладнання при проектуванні дискретних систем автоматизації, складати логічні схеми на мікросхемах з використанням сучасної елементної бази.

Уміння: (ПР06) застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

(ПР07) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПР08) обирати і застосовувати додатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти дисциплінами «Теорія автоматичного керування», «Математичні методи в електромеханіці», «Нелінійні та дискретні системи автоматичного керування», «Системи автоматизації», «Силові перетворювачі електроприводів».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на **4 розділи**, а саме:

Розділ 1. Загальні відомості цифрову обробку сигналів та цифрові сигнальні процесори

Тема 1.1. Переваги та недоліки цифрових і аналогових систем.

Тема 1.2. Типова структура системи цифрової обробки сигналів.

Тема 1.3. Класифікація цифрових сигнальних процесорів та області їх застосування.

Тема 1.4. Цифрові сигнальні процесори для систем керування електроприводами та силовій електроніки.

Розділ 2. Особливості програмування цифрових сигнальних процесорів в системах обробки сигналів

Тема 2.1. Загальні відомості про програмування сучасних цифрових сигнальних процесорів.

Тема 2.2. Програмна реалізація систем реального часу.

Тема 2.3. Особливості застосування арифметики з плаваючою точкою.

Тема 2.4. Особливості застосування арифметики з фіксованою точкою.

Тема 2.5. Реалізація типових регуляторів на цифрових сигнальних процесорах.

Розділ 3. Загальні питання цифрової обробки сигналів

Тема 3.1. Основні форми представлення сигналу. Згортка та кореляція.

Тема 3.2. Цифро-аналогове та аналого-цифрове перетворення.

Тема 3.3. Перетворення Фур'є.

Тема 3.4. Цифрові фільтри.

Розділ 4. Цифрова обробка сигналів в електромеханічних системах

Тема 4.1. Обробка сигналів від датчиків струм та напруги, енкодера та резольвера. Використання модуля захвату сигналів в електромеханічних системах.

Тема 4.2. Генерування широтно-імпульсної модуляції в системах з двигунами постійного та змінного струму.

Тема 4.3. Реалізація табличних обчислень, інтерполяція, апроксимація.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Craig Marven and Gillian Ewers. **A simple approach to digital signal processing**. John Wiley & Sons, Inc. New York. -248 с. -1996.
2. Айфічер Е. С. **Цифрова обробка сигналів: практичний підхід** / Е. С. Айфічер, Б. У. Джервіс., 2004. – 992 с. – (Видавничий дім "Вільямс").
3. TMS320C5x Digital Signal Processing Teaching Kit. Instructor's Guide. Literature number SPRU222. Texas Instruments -1997.
4. Ковбаса С. М. Тимошок Д. С. **Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт на основі мікроконтролерів NOUVOTON**. Каф. АЕМС-ЕП. –2015. –115с.
5. Ковбаса С. М. **Розвиток теорії бездавачевого векторного керування електромеханічними системами з асинхронними двигунами.**: Дис. докт. техн. наук: 05.09.03. Київ. 2020.
6. **Теорія електропривода** / За ред. М.Г. Поповича.- К.: Вища школа, 1993.-494 с.
7. C2000TM Real-Time Microcontrollers. / Literature Number: sprb176f. Texas Instruments. USA. 2009 13с.
8. TMS320F28235/28234/28232 Digital Signal Controllers (DSCs) / Literature Number: SPRS439E. Texas Instruments. USA. –2008. –174с.

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. Переваги та недоліки цифрових і аналогових систем.
2	Тема 1.3. Класифікація цифрових сигнальних процесорів та області їх застосування.
3	Тема 1.3. Класифікація цифрових сигнальних процесорів та області їх застосування.
4	Тема 1.4. Цифрові сигнальні процесори для систем керування електроприводами та силової електроніки.
5	Тема 2.1. Загальні відомості про програмування сучасних цифрових сигнальних процесорів.
6	Тема 2.2. Програмна реалізація систем реального часу.
7	Тема 2.3. Особливості застосування арифметики з плаваючою точкою.
8	Тема 2.4. Особливості застосування арифметики з фіксованою точкою.
9	Тема 2.5. Реалізація типових регуляторів на цифрових сигнальних процесорах.

10	Тема 3.1. Основні форми представлення сигналу. Згортка та кореляція.
11	Тема 3.2. Цифро-аналогове та аналого-цифрове перетворення.
12	Тема 3.3. Перетворення Фур'є.
13	Тема 3.4. Цифрові фільтри.
14	Тема 4.1. Обробка сигналів від датчиків струм та напруги, екодера та резольвера. Використання модуля захвату сигналів в електромеханічних системах.
15	Тема 4.2. Генерування широтно-імпульсної модуляції в системах з двигунами постійного та змінного струму.
16	Тема 4.3. Реалізація табличних обчислень, інтерполяція, апроксимація.
17	Модульна контрольна робота
18	Залік

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Дослідження процесів цифро-аналогового перетворення сигналів.
2	Дослідження цифрових фільтрів з кінцевою та нескінченною імпульсними характеристиками.
3	Дослідження обчислювальних затрат цифрового сигнального процесора та традиційного мікроконтролера при реалізації систем керування
4	Дослідження процесів обробки сигналів в електромеханічних системах

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	36
2	Виконання РГР	10
3	Підготовка до МКР	10
4	Підготовка до заліку	10

Розрахунково-графічна робота (РГР)

Студенти виконують розрахунково-графічну роботу, що містить наступні питання: приведення рівнянь алгоритму частотного керування асинхронним двигуном до розрахункової форми, вибір форматів для представлення змінних на 16-розрядному процесорі з фіксованою комою, написання програми на мові С для розрахунку алгоритму частотного керування в режимі реального часу.

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) у вигляді виконання тестових завдань. Всього в білеті міститься десять тестових завдань, на кожне з яких запропоновано п'ять відповідей.

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 «Електромеханічні системи 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 (РСО)

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

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:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>95-100</i>	<i>Відмінно</i>
<i>85-94</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>75-84</i>	<i>Добре</i>

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	Лабораторні заняття	РГР	МКР
9	36	15	40

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 0.5. Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0.5 бал * 18 = 9 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0.5 бали;
- частково вірна відповідь – 0.25 балів;
- невірна відповідь або її відсутність – 0 балів;

Лабораторні роботи

Ваговий бал –9.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторні роботи – 9 бали * 4 = 36 балів.

Критерії оцінювання

- повне і вчасне виконання роботи – 5 балів;
- неповне виконання роботи – 3-4 бали;
- вчасний захист роботи на наступному занятті з повними відповідями на запитання (до 3-х запитань) – 4 бали;
- невчасний захист роботи з повними відповідями на запитання – 3 бали;
- невчасний захист роботи та незадовільні відповіді на запитання – 0 балів.

Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 15.

Максимальна кількість балів за РГР – 15.

Критерії оцінювання

виконання та оформлення

- результати виконаних досліджень є коректними та оформлені належним чином – 7 балів;
- сумнівні результати дослідження та/або неякісне оформлення 3 – 6 балів;
- невірні результати досліджень – 0 балів.

захист РГР

- на захисті студенту задається чотири запитання, вірна відповідь на кожне з яких оцінюється у 2 два бали.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР – 40.

Максимальний бал за МКР – 40.

Критерії оцінювання

Студенту даються десять тестових запитань, вірна відповідь на кожне з них дає 4 бали.

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

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є повний конспект лекцій, виконані та захищені лабораторні роботи. Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

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

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань, одне з яких може бути замінене на задачу.

Критерії оцінювання заліку

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 95 - 100 балів;*
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 85-94 бали;*
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 75-84 бали;*
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 65-74 балів;*
- «достатньо», неповна відповідь, але не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 60 - 64 бали;*
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.*

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 № 6 від 28.12.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №5 від 26.01.2023 р.)