

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Наталя САВЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електропривод та системи керування. Ч.2
--

СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	Бакалавр
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	14 Електрична інженерія
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
ОСВІТНЯ ПРОГРАМА	Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: доцент, к.т.н., доцент Віктор КОВАЛЬОВ
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 305)

мехатроніки та електротехніки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.
Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Роман ТРИШ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з гарантом освітньої програми: Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці _____


(підпис)

Наталя САВЧЕНКО
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



ТОДОРОВ

(підпис)

Микола

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Ковальов Віктор Миколайович

Посада: доцент кафедри (№305) __мехатроніки та електротехніки

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

- 1) Електропривод та системи керування
 - 2) Автоматизація та захист енергосистем
-

Напрями наукових досліджень:

Енергоефективність електричних мереж з електроприводами з напівпровідниковими перетворювачами напруги і частоти

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна, заочна
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 16; лабораторні – 16; самостійна робота – 79)
Види занять	лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит
Мова викладання	Українська
Анотація	В результаті вивчення дисципліни здобувачі будуть: знати: типи регуляторів струму і швидкості для замкнених систем керування; типи датчиків зворотних зв'язків. вміти: розраховувати параметри регуляторів швидкості і струму на операційних підсилювачах; читати принципові електричні схеми систем керування; виконувати пуско-налаштувальні роботи промислових електроприводів
Мета	формування компетентностей щодо проектування, налагодження та експлуатації систем керування електроприводами з застосуванням сучасних технологій мікропроцесорної техніки.
Завдання	набуття системи знань з питань проектування систем керування електроприводом.
Методи навчання	Проведення аудиторних лекцій, практичних і лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.).
Методи контролю	<i>Поточний контроль</i> : опитування на практичних заняттях; проведення письмових контрольних робіт з окремих розділів; проведення програмованого контролю (тестування); проведення групових та індивідуальних консультацій. <i>Модульний контроль</i> : складання модульного контролю; <i>Підсумковий контроль</i> : іспит

2. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні набути такі програмні компетентності :	
Інтегральна	В результаті вивчення дисципліни здобувачі здатні проводити вибір сучасних електроприводів з напівпровідниковими перетворювачами, складати електричні схеми зовнішніх підключень.
Загальні	— Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. — Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. — Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. — Здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел. — Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. — Здатність працювати в команді та автономно.
Фахові (спеціальні)	— Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків. — Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу комп'ютерно-інтегрованих систем управління. — Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. — Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач управління. — Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. — Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. — Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах
Перелік очікуваних результатів навчання після опанування здобувачами навчальної дисципліни:	
Програмні результати навчання	— Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. — Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку

	електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. — Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність. — Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням. — Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем керування електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. — Вміти розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління електроенергетичним, електротехнічним та електромеханічним обладнанням.
--	---

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1

Елементна база для побудови систем керування

Теми лекційних занять:

Тема 1. Лінійні елементи схем: резистори, конденсатори, трансформатори. Напівпровідникові елементи схем: діоди, стабілітрони, тиристори, транзистори. Будова та принцип дії. Вольт-амперні характеристики.

Тема 2. Аналогові мікросхеми: операційний підсилювач та компаратор. Цифрові мікросхеми: логічні елементи, тригери, мультиплексори та демультимплексори, шифратори та дешифратори, таймери, цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі.

Тема 3. Мікропроцесори, програмовані логічні контролери, мікроконтролери. Області застосування, функціональні схеми, основи програмування.

Тема 4. Датчики для систем керування: швидкості, струму, положення. Датчики на основі ефекту Холла. Енкодери абсолютні та імпульсні.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Методи і способи діагностики лінійних та напівпровідникових елементів для систем керування.

Тема 2. Розрахунок аналогового та імпульсного блоків живлення для систем керування

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Дослідження передатних функцій динамічних ланок систем керування електроприводами.

Тема 2. Дослідження похибки регулювання розімкненої системи керування тиристорним електроприводом постійного струму.

Тема 3. Дослідження похибки регулювання розімкненої системи керування частотним асинхронним електроприводом.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Тема 1. Динамічні характеристики напівпровідникових елементів в перехідних режимах.

Тема 2. Аналого-цифрові перетворювачі з порозрядним врівноваженням.

Тема 3. Мова програмування C+ для мікроконтролерів.

Тема 4. Динамічні характеристики датчиків для систем керування

Змістовний модуль 2

Розімкнені системи керування електроприводами

Теми лекційних занять:

Тема 1. Розімкнені аналогові і цифрові системи керування електроприводами постійного струму з тиристорними і транзисторними перетворювачами напруги. Принцип роботи функціональних схем імпульсно-фазового і широтно-імпульсного керування. Побудова принципових електричних схем.

Тема 2. Розімкнені системи керування асинхронними електроприводами з тиристорними і транзисторними перетворювачами напруги і частоти. Принцип роботи функціональних схем імпульсно-фазового і скалярного керування. Побудова принципових електричних схем.

Тема 3. Типові динамічні ланки систем автоматичного керування. Диференційні рівняння. Перетворення Лапласа. Передатні функції електродвигунів. Похибки регулювання.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Вивчення схеми підключень мікроконтролера серії АТмега. Складання програми аналого-цифрового перетворювача.

Тема 2. Основи програмування мікроконтролера серії АТмега.

Тема 3. Вивчення конструкції, схеми керування тиристорним реверсивним електроприводом серії ЕПУ2-2

Теми лабораторних занять

Тема 1. Дослідження показників регулювання замкненої системи керування з пропорційним регулятором швидкості.

Тема 2. Дослідження показників регулювання замкненої системи керування з пропорційно-інтегральним регулятором швидкості.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Тема 1. Показники якості регулювання нелінійних систем керування

Тема 2. Системи фазо-імпульсного керування для 12-пульсних тиристорних випрямлячів

Тема 3. Системи скалярного керування частотним асинхронним електроприводом з інвертором струму

Тема 4. Типові нелінійні елементи в системах керування електроприводами.

Змістовий модуль 3

Замкнені системи керування

Теми лекційних занять:

Тема 1. Замкнені аналогові системи керування з пропорційним та пропорційно-інтегральним регуляторами швидкості. Показники якості регулювання. Критерії стійкості Гурвіца, Михайлова, Найквіста. Методики розрахунку регуляторів за критеріями похибки регулювання та забезпечення стійкості.

Тема 2. Замкнені цифрові системи керування з пропорційним та пропорційно-інтегральним регуляторами швидкості. Функціональні схеми. Алгоритми програм для регуляторів.

Тема 3. Замкнені системи керування з fuzzy-регулятором (нечіткий регулятор). Методика визначення параметрів з використанням застосунку Fuzzy Logic Designer з програмного пакету MATLAB.

Тема 4. Замкнені системи векторного керування частотним асинхронним електроприводом. Розрахунок параметрів регуляторів струму статора та потокозчеплення ротора.

Тема 5. Двоконтурні та триконтурні системи підпорядкованого керування. Оптимізація параметрів регуляторів струму, швидкості та положення за показниками перехідних процесів: мінімум перерегулювання та часу регулювання.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Вивчення конструкції, схеми транзисторним електроприводом

Тема 2 Вивчення конструкції, схеми підключень та основ програмування перетворювача частоти серії FR-D700 виробництва "MITSUBISHI ELECTRIC" (Японія)

Теми лабораторних занять

Тема 1. Дослідження системи векторного керування частотним асинхронним електроприводом.

Тема 2 Дослідження показників регулювання двоконтурної системи підпорядкованого керування електроприводом.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Тема 1. Методи синтезу цифрових регуляторів швидкості

Тема 2. Методи синтезу нечітких регуляторів швидкості

Тема 3. Функціональні схеми для перетворення потокозчеплення в сигнал напруги

Тема 4. Триконтурні системи підпорядкованого керування з пропорційно-інтегральним регулятором положення

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	4
Виконання та захист лабораторних робіт	0...4	3	12
Модульний контроль	0...15	2	23
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	3	3
Виконання та захист лабораторних робіт	0...4	2	8
Модульний контроль	0...15	2	18
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	5	5
Виконання та захист лабораторних робіт	0...4	2	8
Модульний контроль	0...15	2	19
Всього за семестр			0...100

4.2. Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

5. НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ І ПОЛІТИКА КУРСУ

Всі учасники освітнього процесу повинні дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених «Кодексом етичної поведінки», «Кодексом академічної доброчесності» ХАІ та виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Виявлення ознак академічної недоброчесності регламентуються Статутом ХАІ, «Кодексом академічної доброчесності», Положенням «Про академічну доброчесність» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, куратором групи, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома керівництва університету, студентського самоврядування / омбудсмена.

Вирішення конфліктних ситуацій, що виникають, регламентуються Положенням «Про комісію з академічної доброчесності» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Процедура відпрацювання пропущених занять (знаходження на лікарняному, мобільність та ін.), невиконаних завдань тощо полягає у написанні рефератів на теми, виданими викладачем.

Нормативно-правове забезпечення норм академічної етики, політики курсу та впровадження принципів академічної доброчесності ХАІ розміщено на сайті: <https://education.khai.edu/normative/>

6. ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна:

1. Колб Ант. А, Колб А. А. Теорія електроприводу: Навчальний посібник. – 2-е вид. перероб. і доп. –Д., Національний гірничий університет, 2011. – 540 с.
2. Лавріненко Ю.М.. Електропривод: Підручник / Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.П. Лисенко. – К.: Видавництво «Ліра-К», 2009. – 504 с.
3. Попович М. Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. Електромеханічні системи керування та електроприводи: навч. посібник. / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков. – К.: Либідь, 2005. – 680с.
4. Шевченко І.С., Морозов Д.І. Електромеханічні системи в асинхронному електроприводі: Навч. посібник / І.С. Шевченко, Д.І. Морозов. – Алчевськ: ДонДТУ, 2009. – 349 с.
5. Худяєв О. А. Основи частотного керування асинхронним електроприводом / О. А. Худяєв, І. В. Обруч, Л. В. Асмолова. – Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2023. – 176 с.
6. Панкратов А.І. Системи керування електроприводами. : Навч. посібник з дисципліни «Системи керування електроприводами». – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 225 с.

Додаткова:

1. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.
2. G. G. Zhemerov, V. V. Ivakhno, O. I. Koval'chuk. Calculation of the power loss and temperature of the structure of transistor-diode modules in computer simulation converters. Electrical Engineering & Electromechanics, 2011, no. 4, pp. 21-29.
3. Донець О. В. Теорія електропривода : конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / В. І. Колотіло, О. В. Донець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 148 с.
4. Plakhtii, O. A., Nerubatskyi, V. P., Hordiienko, D. A., & Khoruzhevskyi, H. A. (2020). Calculation of static and dynamic losses in power IGBT-transistors by polynomial approximation of basic energy characteristics. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (2), 82-88.

<https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/082>

5. V. P. Nerubatskyi, O. A. Plakhtii, D. V. Tugay, D. A. Hordiienko. Method for optimization frequency in frequency convertor *Nakoviy visnik natsionalnogo girnichogo universitetu* 2021№1 pp. 103-111 <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-1/103>.

Інформаційні ресурси:

1. Бібліотечно-інформаційний ресурс (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях тощо) бібліотеки Національного аерокосмічного університету «ХАІ», Харківської державної наукової бібліотеки імені В. Г. Короленка (<https://korolenko.kharkov.com/>, 61003, Харків, пров. Короленка, +38 (057) 731-11-01), Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського (<http://www.nbuv.gov.ua/>, Київ, просп. Голосіївський, 3, тел. +380 (44) 525-81-04) та інших бібліотек (на розсуд викладача).

2. Інституційний репозитарій Національного аерокосмічного університету «ХАІ» (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, патенти, комп'ютерні програми, статистичні матеріали, навчальні об'єкти, наукові звіти).

3. Сайт кафедри: <https://k305.khai.edu>.