

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

Автоматизація та захист енергосистем

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:



(підпис)

Микола ТОДОРОВ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Загальна інформація про викладача



Напрями наукових досліджень:

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

Енергоефективність електричних мереж з електроприводами з напівпровідниковими перетворювачами напруги і частоти

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна, заочна
Курс, семестр	4 курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; самостійна робота – 86);
Види занять	лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит
Мова викладання	Українська
Анотація	В результаті вивчення дисципліни здобувачі будуть знати: 1) будову та принцип роботи всіх типів захистів і пристроїв автоматики; 2) функціональні схеми та алгоритми роботи цифрових захистів і пристроїв автоматики; будуть вміти: 1) розраховувати уставки спрацювання захистів; 2) складати електричні схеми захистів і автоматики.
Мета	Формування фундаментальних уявлень про основні принципи побудови та функціонування сучасних пристроїв релейного захисту, системної і технологічної автоматики та автоматизації процесів генерації та розподілення електричної енергії як основних засобів підвищення надійності роботи енергосистем.
Завдання	Засвоєння принципів побудови та функціонування сучасних пристроїв релейного захисту та автоматики енергосистеми, розуміння основ автоматизованого керування процесами в енергосистемі.
Методи навчання	Проведення аудиторних лекцій, практичних 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 мікропроцесорних захистів і автоматики, розраховувати для них уставки спрацювання, 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. – Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області.
Фахові (спеціальні)	–	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії. – Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах. – Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища. – Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. – Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. – Здатність комплексного вирішення питань керування режимами систем електропостачання з метою якісного та енергоефективного забезпечення споживачів електричною енергією.
Перелік очікуваних результатів навчання після опанування здобувачами навчальної дисципліни:		
Програмні результати навчання	–	Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

	Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Знати математику, фізику, механіку, електроніку та мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем управління в енергетиці. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем. Вміти обирати і застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами в енергетиці. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
--	--

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1

Автоматизація енергосистем та пристрої автоматики.

Теми лекційних занять:

Тема 1. Загальна характеристика систем автоматизації: 1) системи автоматизованого управління та диспетчеризації в енергосистемах; 2) засоби диспетчерського та технологічного управління; 3) канали зв'язку між елементами енергосистеми; 4) аналіз структурних схем управління; 5) автоматизована система комерційного обліку електроенергії.

Тема 2. Загальна характеристика пристроїв автоматики в енергосистемах: 1) аналіз вимог "Правил улаштування електроустановок" до пристроїв автоматики; 2) функціональна схема мікроконтролера (МК) серії ATmega; 3) основи програмування МК; 4) автоматичне вмикання резерву (ABR); 5) складання алгоритму програми керування секційним вимикачем двотрансформаторної підстанції.

Тема 3. Автоматичне повторне вмикання (АПВ): 1) загальна характеристика АПВ; 2) розрахунок затримки часу на спрацювання АПВ; 3) однократне і двократне АПВ; 4) програмування таймерів; 5) складання алгоритмів програми для АПВ.

Тема 4. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР): 1) призначення та загальна характеристика АЧР; 2) складання алгоритму програми для вимірювання частоти з використанням таймерів МК серії ATmega.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Вивчення структурної схеми диспетчерського управління енергосистемою України

Тема 2. Складання електричної схем керування секційним вакуумним вимикачем з використанням МК серії ATmega в режимі автоматичного вмикання резерву.

Тема 3. Складання електричних схем керування вакуумними вимикачами з використанням МК серії ATmega в режимі автоматичного повторного вмикання.

Тема 4. Складання електричних схем керування вакуумними вимикачами з використанням МК серії ATmega в режимі автоматичного частотного розвантаження.

Теми лабораторних занять:

Лабораторні роботи в рамках модуля не передбачені.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Підготовка до практичних робіт: 1) принцип дії сторожового таймера мікроконтролера; 2) типи пам'яті мікроконтролера, їх призначення та принципи використання; 3) завантаження програм в постійну пам'ять мікроконтролера.

Змістовний модуль 2

Основи релейного захисту

Теми лекційних занять:

Тема 1. Загальна характеристика пристроїв захисту: 1) класифікація захистів, їх призначення та загальна характеристика; 2) ступеневий принцип побудови захистів в енергосистемах; 3) селективність захистів; 4) коефіцієнт чутливості захистів та вимоги "Правил улаштування електроустановок".

Тема 2. Електричні апарати захисту: 1) захист запобіжниками в мережах 0,4 кВ та 10 кВ; 2) захист автоматичними вимикачами в мережах 0,4 кВ; 3) Ампер-секундні характеристики запобіжників і вимикачів; 4) перевірка селективності та чутливості спрацювання; 5) захист електродвигунів напругою 0,4 кВ.

Тема 3. Струмові реле: 1) електромагнітне струмове реле серії РТ-40; 2) реле симетричних складових напруги серії РНФ і струму серії РТФ; 3) реле часу, будова та принцип дії; 4) способи регулювання уставок спрацювання; 5) струмова відсічка і максимальний струмовий захист; 6) захист електродвигунів напругою 10 кВ.

Тема 4. Трансформатори напруги і струму для систем захисту: 1) будова та принцип дії; 2) схеми вмикання вторинних обмоток: "неповна зірка", "повна зірка", "трикутник"; 3) особливості експлуатації та перевірка навантажувальної здатності вторинних обмоток.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Складання картограми селективності струмових захистів повітряної лінії 110 кВ.

Тема 2. Складання картограми селективності захистів запобіжниками в мережах 0,4 кВ та 10 кВ. Складання електричної схеми захисту електродвигунів напругою 0,4 кВ.

Тема 3. Складання картограми селективності струмової відсічки і максимального струмового захисту.

Тема 4. Розрахунок уставок спрацювання струмових реле в залежності від схеми включення вторинних обмоток трансформаторів струму за схемами: "неповна зірка", "повна зірка", "трикутник".

Теми лабораторних занять

Лабораторні роботи в рамках модуля не передбачені.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках модуля не передбачені.

Самостійна робота

Підготовка до практичних робіт: 1) схеми вмикання котушок реле РТ-40, компенсація вібрації якоря; 2) швидкодіючі запобіжники, будова і принцип дії; 3) будова трансформатора струму типа ТПЛ-10 та особливості використання.

Захист трансформаторів і ліній електропередач

Теми лекційних занять:

Тема 1. Загальна характеристика трансформаторів: 1) заступні схеми трансформаторів в нормаль-ному режимі і в режимі коротких замикань; 2) кидки струму при вмиканні під напругу; 3) програмування портів МК і аналого-цифрового перетворювача МК серії АТmega для прийому сигналів напруги і струму.

Тема 2. Захист трансформаторів: 1) захист при коротких замиканнях та при перевантаженнях; 2) захист симетричних складових від зовнішніх коротких замикань.

Тема 3. Диференційний захист від внутрішніх коротких замикань: 1) схема і принцип дії; 2) газовий захист від міжвиткових коротких замикань в обмотках трансформатора; 3) складання алгоритму і команд програми для диференційного захисту трансформатора.

Тема 4. Загальна характеристика повітряних і кабельних ліній напругою 10-35 кВ: 1) параметри ліній та заступна схема; 2) розрахунок струмових режимів; 3) захист ліній від двофазних коротких замикань та однофазних замикань на землю; 4) перевірка селективності та чутливості спрацювання

Тема 5. Захист паралельних ліній: 1) поздовжній та поперечний спрямований захист; 2) методика розрахунку уставок спрацювання захисту та способи регулювання уставок спрацювання; 3) складання алгоритму програми для поперечного спрямованого захисту.

Тема 6. Загальна характеристика ліній напругою 110-330 кВ: 1) параметри ліній та заступна схема; 2) розрахунок струмових режимів; 3) вибір типів захистів.

Тема 7. Дистанційний захист ліній: 1) електромагнітне реле опору та електронному реле опору, їх принципи дії; 2) методика розрахунку і налаштування уставок спрацювання.

Тема 8. Диференційно-фазний високочастотний захист ліній: принцип дії та методика розрахунку і налаштування уставок спрацювання.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Розрахунок параметрів заступних схем ліній 10-35 кВ.

Тема 2. Складання команд програми для струмового захисту.

Тема 3. Складання електричних схем керування вакуумними вимикачами.

Тема 4. Складання схем поздовжнього та поперечного спрямованого захисту паралельних ліній.

Тема 5. Складання карти селективності струмового захисту повітряної лінії 110 кВ.

Тема 6. Складання карти селективності дистанційного захисту повітряної лінії 110 кВ.

Тема 7. Складання карти селективності диференційно-фазного захисту повітряної лінії 110 кВ.

Теми лабораторних занять

Лабораторні роботи в рамках модуля не передбачені.

Індивідуальні завдання

Модуль передбачає розрахункову роботу на тему "Захист та автоматика ліній і трансформаторів". Терміни видачі завдання на восьмому тижні.

Самостійна робота

Підготовка до практичних робіт: 1) принцип дії реле захисту спрямованої потужності; 2) будова і принцип дії реле захисту ліній 10 кВ від однофазних коротких замикань; 3) будова і принцип дії електронного реле опору для дистанційного захисту ліній 110 кВ; 4) будова і принцип дії електронного дисференційно-фазного реле для захисту ліній 110 кВ

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
Модульний контроль	0...15	1	15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	4
Модульний контроль	0...15	1	15
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	8	8
Модульний контроль	0...15	5	42
Виконання і захист РР	0...12	12	12
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. Правила улаштування електроустановок. – Київ. Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.

2. Охріменко В. М. Автоматизовані системи диспетчерського управління : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / В. М. Охріменко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 140 с.

3. Сокол Є.І. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.І. Сокол, Г.А., Сендерович, О.Г. Гриб та ін. Харків: ФОП Бровін).В., 2020. - 306 с.

4. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с.

5. Яндульський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронне видання]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.

Додаткова:

1. Кутін В. М. Релейний захист та системна автоматика : лабораторний практикум / В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 130 с.

2. Говоров П.П. Релейний захист і автоматика в системах електропостачання: Навчальний посібник / Г.А. Сендерович, В.Ф. Соколов, В.Ф. Харченко. – К.: Видавництво «Віпол», 2009. – 223 с.

3. Reimert D. Protective relaying for power generation/ Donald Reimert/ - USA, FL, Boca Raton: CRC Press, 2006. - 561 p.

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>.

4. Сайт Alstom, <http://www.alstom.com>

5. Сайт ABB, <http://www.abb.com>