

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

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП



Наталія САВЧЕНКО

(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

«29» серпня 2025 р.

СИЛАБУС
ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ГЕНЕРАЦІЇ, РОЗПОДІЛУ ТА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

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 каф.305, к.тех.н., доцент Олена ЧЕРНЯК
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№305)

Кафедра мехатроніки та електроніки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28» серпня 2025 р.

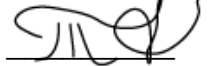
Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Р.М. Тріш
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. 349


(підпис)

Микола Тодоров
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Загальна інформація про викладача

Фото	ПІБ: Черняк Олена Миколаївна
	Посада: доцент кафедри мехатроніки та електротехніки
	Науковий ступінь: кандидат технічних наук
	Вчене звання: доцент
	Перелік дисциплін, які викладає: <i>1. Вступ до фаху</i> <i>2. Енергетичний менеджмент</i> <i>3. Системи управління якістю</i> <i>4. Нормативи та стандарти енергетичної безпеки</i>
Напрями наукових досліджень:	<i>Кваліметрія, управління якістю, кількісна оцінка, аналіз ризиків, оцінка ризиків, управління ризиками, безпека праці, сталий розвиток, Індустрія 4.0.</i>

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна, заочна
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна</i> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; самостійна робота – 72); <i>заочна</i> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (20 аудиторних, з яких: лекції – 10, практичні – 10; самостійна робота – 100).
Види занять	лекції, практичні, самостійна робота
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит
Мова викладання	Українська
Анотація	Дисципліна «Інтелектуальне керування процесами генерації, розподілу та споживання електроенергії» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти системних знань про сучасні інтелектуальні електроенергетичні системи та методи керування, що застосовуються в умовах цифровізації, децентралізації та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Курс охоплює теоретичні засади побудови Smart Grid, Microgrid і віртуальних електростанцій, методи машинного навчання, оптимізації, нечіткої логіки та адаптивного керування, а також питання інтелектуального прогнозування, оптимізації режимів роботи генеруючих установок і розподільних мереж, керування попитом, накопичувачами енергії та системами енергетичного менеджменту споживачів. Особлива увага приділяється кіберфізичним системам, інформаційно-вимірювальним комплексам, аналізу енергетичних даних і практичним аспектам розроблення інтелектуальних алгоритмів керування для підвищення надійності, енергоефективності та стійкості електроенергетичних систем. Пререквізити - Основи електропостачання, Відновлювальна енергетика та технології зберігання енергії, Комп'ютерні інформаційні технології в енергетиці, Основи проектування гібридних систем електропостачання, Автоматизація та захист енергосистем, Енергоефективні технології в енергетиці. Кореквізити – Математичне моделювання електроенергетичних та електромеханічних систем, Енергоменеджмент та енергоаудит
Мета	Формування у здобувачів професійних компетентностей щодо аналізу, моделювання та проектування інтелектуальних систем керування процесами генерації, розподілу та споживання

	електроенергії на основі сучасних інформаційних технологій, методів штучного інтелекту та оптимізації з урахуванням вимог надійності, енергоефективності, стійкості та кібербезпеки електроенергетичних систем.
Завдання	Ознайомлення з теоретичними основами інтелектуальних електроенергетичних систем і концепціями Smart Grid, Microgrid. Вивчення архітектури та принципів функціонування інтелектуальних систем керування в енергетиці. Опанування методів інтелектуального прогнозування генерації та електроспоживання. Формування навичок застосування інтелектуальних алгоритмів оптимізації режимів електроенергетичних систем. Дослідження підходів до інтелектуального керування розподільними мережами та потоками потужності. Вивчення методів інтеграції накопичувачів енергії та розподілених енергоресурсів. Формування практичних навичок аналізу енергетичних даних і розроблення алгоритмів керування.
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.), наочні (ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження)
Методи контролю	<i>Поточний контроль:</i> опитування на практичних заняттях; вирішення окремих ситуаційних задач; 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> залік.

2. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні набути такі програмні компетентності:	
Інтегральна	– Здатність розв’язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування методів і принципів комп’ютерно-інтегрованого управління енергетичними процесами і характеризуються комплексністю та невизначеністю

	умов.
Загальні	– Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. – Здатність до пошуку, оброблення 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 систем та мереж, електричної частини станцій. – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. – Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систему управління в енергетиці. – Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів систем управління в енергетиці на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик. – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії. – Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування та промислових логічних контролерів. – Здатність проектувати системи управління електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними процесами із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання. – 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 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 принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок. – Знати математику, фізику, механіку, електроніку та мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем управління в енергетиці. – Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та прикладне програмне забезпечення, мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування. – Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем керування електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. – Вміти розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління та програмно-технічні комплекси на базі промислових контролерів, засобів людино-машинного інтерфейсу і промислових інформаційних мереж. – Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем. – 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

Інтелектуальні методи керування процесами генерації та розподілу електроенергії

Теми лекційних занять:

Тема 1. Вступ до інтелектуального керування в електроенергетиці

Тенденції розвитку електроенергетичних систем. Цифрова трансформація та Smart Grid. Роль штучного інтелекту в енергетиці.

Тема 2. Архітектура інтелектуальних електроенергетичних систем

Smart Grid, Microgrid, Virtual Power Plant. Рівні керування та інформаційні потоки

Тема 3. Інтелектуальні методи прогнозування генерації електроенергії

Прогнозування навантаження та генерації ВДЕ. Машинне навчання і нейронні мережі

Тема 4. Оптимізація режимів роботи генеруючих установок

Багатокритеріальна оптимізація. Генетичні алгоритми, рої частинок

Тема 5. Інтелектуальне керування режимами розподільних мереж

Керування напругою та реактивною потужністю. Самовідновлювані мережі (Self-healing grids).

Тема 6. Кіберфізичні та інформаційно-вимірювальні системи в енергетиці

SCADA, AMI, PMU. Надійність та кібербезпека.

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 1. Аналіз структури Smart Grid та Microgrid

Тема 2. Моделювання генерації електроенергії з використанням реальних даних

Тема 3. Прогнозування електричного навантаження методами машинного навчання

Тема 4. Оптимізація режимів генерації з використанням інтелектуальних алгоритмів

Тема 5. Моделювання режимів роботи розподільної мережі

Тема 6. Аналіз даних SCADA та AMI для прийняття керуючих рішень

Теми лабораторних занять:

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка

відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульних та семестрових контролів.

Змістовний модуль 2

Енергоефективність, цифрові технології та безпека енергосистем

Теми лекційних занять:

Тема 7. Інтелектуальні системи керування споживанням електроенергії
Demand Response. Active Consumer, Prosumer.

Тема 8. Системи енергетичного менеджменту споживачів
Home Energy Management System. Building Energy Management System

Тема 9. Інтелектуальні алгоритми оптимізації споживання
Нечітка логіка. Адаптивні та самонавчальні системи

Тема 10. Інтеграція накопичувачів енергії в інтелектуальні системи керування

Акумуляторні системи. Керування зарядом і розрядом

Тема 11. Інтелектуальне керування в умовах децентралізованої енергетики

Віртуальні електростанції. Розподілені енергоресурси

Тема 12. Енергетична стратегія України щодо розвитку систем розподіленої генерації

Роль розподіленої генерації в Енергетичній стратегії України. Основні напрями розвитку систем розподіленої генерації

Теми практичних (семінарських) занять:

Тема 7. Аналіз профілів споживання електроенергії

Тема 8. Розроблення алгоритму Demand Response

Тема 9. Моделювання системи керування енергоспоживанням будівлі

Тема 10. Оптимізація споживання з урахуванням тарифів і обмежень

Тема 11. Моделювання інтеграції накопичувачів енергії

Тема 12. Комплексний кейс: інтелектуальне керування генерацією, розподілом і споживанням електроенергії

Теми лабораторних занять:

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульних та семестрових контролів.

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	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Усього 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.

Пропущені заняття та невиконані завдання відпрацьовуються здобувачами протягом семестру, в якому вивчається дисципліна під час самостійної роботи. Захист завдань здійснюється на щотижневих консультаціях викладача.

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. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими: за заг. ред. акад. НАН України О.В.Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. –400 с.

2. Малогулко Ю. В. Методи та засоби аналізу втрат електроенергії в розподільних електричних мережах з використанням пристроїв Smart Metering [Текст] : монографія / Ю. В.Малогулко, А. Л. Поліщук, Ю. В. Томашевський. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 140 с.

3. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А.Папаїка, Л.І. Несен; за ред. Г.Г. Півняка; М-во освіти і науки України, Нац. Гірн. Ун-т. – 5-те вид.,доопрац. і допов. –Дніпро: НГУ, 2016. – 600 с.

Додаткова:

1. «Проекти Smart Grid у Європі: отримані уроки та стан розвитку», – SmartGrid projects in Europe: lessons learned and current developments, – Об'єднанийдослідницький центр Єврокомісії Joint Research Centre (JRC).

2. Optimization of the functioning of the renewable energy sources in the local electricalsystems [Text] : monograph / О. В. Burykin, Р. D. Lezhniuk, V. V. Kulyk [etc.]. – Vinnitsa :VNTU, 2018. – 124 p. – ISBN 978-966-641-719-3.

Інформаційні ресурси:

1. Дистанційна освіта НАУ ХАІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=10094>

2.Наукова бібліотека ХАІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://library.khai.edu/>

3. Міністерство енергетики України.- [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mev.gov.ua/>

4. Міжнародне енергетичне агентство. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iea.org/>.