Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
_____ Денис КОВАЛЕНКО
"30" липня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Енергоефективне керування енергетичними об'єктами
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(шифр і назва)

спеціальність 174 Автоматизація, комп`ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(шифр і назва)

освітня програма Автоматизація та комп`ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором
(обов`язкова / за вибором)

інститут Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

2026 / 2027 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” червня 2026 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Фурсова Тетяна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій ННІ «УІПА»

Програму схвалено на засіданні кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від “ 17 ” червня 2026 року № 15

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

(підпис) Канюк Г.І. (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Автоматизація та комп`ютерно-інтегровані технології
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи)

(підпис) Василець Т.Ю. (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” червня 2026 року № 8

Голова науково-методичної комісії Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

(підпис) Петров С.В. (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Енергоефективне керування енергетичними об`єктами» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавр
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни - формування у майбутніх фахівців знань щодо енергоефективних систем керування на прикладі об'єктів енергетичної галузі, а також вмінь та навичок по впровадженню принципів побудови енергозберігаючих регуляторів в системи автоматизації, застосування загальних методів дослідження і проектування автоматизованих систем управління для вдосконалення існуючих і створення нових експлуатаційно надійних і енергоефективних систем керування.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни
- розглянути основи енергоефективних систем керування енергетичними об'єктами;
- оволодіти навичками проектування енергозберігаючих систем керування;
- опанувати аналіз та дослідження енергозберігаючих систем керування.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5-й	5-й
Лекції	
30 год.	2 год.
Практичні, семінарські заняття	
30 год.	2 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
120 год.	166 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна
ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна:
ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації загальнопромислових та енергетичних об'єктів та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.
ПРН6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій
ПРН7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик
ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування

1.8. Пререквізити: Вища математика, Фізика, Електроніка, Виробнича практика, Вимірювання та технічні засоби систем автоматизації, Теорія автоматичного управління.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи енергоефективного керування (на прикладі нагнітачів)

Тема 1. Технологічний процес виробництва енергії на електростанції.

Особливості виробництва енергії на електростанціях. Технологічний процес перетворення теплоти в електроенергію на паротурбінній ТЕС. Застосування насосів і насосних агрегатів у енергетиці.

Тема 2. Загальні принципи енергоефективного керування технологічними об'єктами.

Питання енерго- та ресурсозбереження у промисловості. Загальні принципи енергоефективного керування технологічними об'єктами.

Тема 3. Підвищення техніко-економічної ефективності насосних установок електростанцій.

Вплив насосних установок на показники економічності блоків. Принципи вибору оптимального режиму роботи насоса. Ефективність запропонованих методів енергозбереження.

Тема 4. Енергоефективне керування насосними установками.

Енергозбереження на електростанціях. Нагнітач як об'єкт керування. Оптимізація гідравлічних та аеродинамічних мереж.

Тема 5. Експериментальне дослідження енергетичних характеристик нагнітачів.

Експериментальні дослідження на Зміївській ТЕС. Реалізація енергозберігаючого керування нагнітальними установками електростанцій. Алгоритм енергозберігаючого керування нагнітальною установкою.

Розділ 2. Синтез систем енергозберігаючого керування

Тема 1. Енергоефективне керування котельними установками.

Загальні відомості щодо роботи котлів на низькосортному паливі. Котельна установка як об'єкт керування. Графічне розв'язування задачі визначення нормативних режимних параметрів котельних агрегатів

Тема 2. Експериментальне дослідження енергетичних характеристик котельних установок.

Експериментальне дослідження енергетичних характеристик котельних установок. Аналіз даних математичного моделювання та апроксимації експериментальних даних.

Тема 3. Принципи практичної реалізації систем енергоефективного керування котельними установками електростанцій.

Функціональна схема енергоефективного автоматизованого керування котельними установками. Точність вимірювання та регулювання подачі вугільного пилу до топки котла. Програмне забезпечення керування котельними установками при спалюванні низькосортного палива.

Тема 4. Енергоефективне керування турбогенераторами.

Векторна схема турбогенераторної установки. Задача мінімізації енергетичних втрат в енергоустановках. Структурно-параметричний синтез енергозберігаючих систем управління турбогенераторними установками.

Тема 5. Енергозберігаюче керування системами низькопотенційного комплексу.

Векторна схема. Задача мінімізації енергетичних втрат. Структурно-параметричний синтез енергозберігаючих систем управління.

Тема 6. Принципи енергозберігаючого управління режимами роботи енергоблоків ТЕС.

Енергоблок електростанцій як собою складний об'єкт керування. Загальний принцип енергозберігаючого керування енергоустановок електростанцій. Повні та спрощені математичні моделі окремих енергоустановок та математичних моделей функцій енергетичних втрат.

Тема 7. Завдання практичної реалізації енергозберігаючих АСУ енергоустановок та принципи визначення їх економічної ефективності.

Експериментальні дослідження. Структурно-параметричному синтез енергозберігаючих систем управління енергоустановками електростанцій. Практична реалізація принципів енергозберігаючого керування та визначенню економічної доцільності впровадження результатів досліджень.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основи енергоефективного керування (на прикладі нагнітачів)												
Разом за розділом 1	90	16	20			54	90	1	1			88
Розділ 2. Синтез систем енергозберігаючого керування												
Разом за розділом 2	90	24	30			36	90	1	1			88
Усього годин	180	40	50			90	180	2	2			176

4. Теми семінарських практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні принципи енергоефективного керування технологічними об’єктами	8
2	Аналіз процесів керування гідравлічними та аеродинамічними машинами	6
3	Вивчення блочного щита керування	4
4	Органи регулювання енергетичних установок	4
5	Принципова структурна схема аналогової САК при її технічній реалізації	4
6	Автоматизація керування парових котлів	2
7	Автоматизація керування допоміжного обладнання котелень та ТЕС.	2
8	Презентації доповідей за тематикою дисципліни	14
	Разом	50

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Переглянути відео, запропоновані викладачем на сайті дистанційного навчання. Підготувати презентації за матеріалами лекцій та відповіді на питання для самоконтролю для здачі лекційного матеріалу. Виконання індивідуальних завдань на сайті дистанційного навчання.	50
2	Контрольна робота.	20
3	Підготовка доповіді	20
	Разом	90

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Методи навчання

Освітні технології (проблемне навчання, аудіо-візуальні технології, технологія студентоцентрованого навчання тощо).

У залежності від виду занять використовуються наступні методи:

– на лекціях – різні види бесід, розповідь, пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод, метод проблемного викладу, ілюстрація, проблемні запитання, мультимедійні презентації;

– на практичних заняттях – тестування, ігрові методи, тренінги, виконання практичних вправ репродуктивного та творчого характеру, застосування евристичних методів, кейс-технологій, організації роботи у малих групах;

– у ході самостійної навчально-пізнавальної діяльності – вивчення навчальної та наукової літератури, використання довідникових джерел, відбір матеріалу, його аналіз, систематизація, класифікація, конспектування, виконання вправ, пошук відповідей на запитання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – виконання вправ, тестування, демонстрація презентацій, виступ з доповідями, усне опитування, контрольна робота.

Підсумковий контроль – екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
Т1-Т8	Т1-Т12	15	60	40	100
18	27				

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Під час вивчення навчальної дисципліни «Енергетичне керування енергетичними об’єктами» використання технологій штучного інтелекту (ШІ) здійснюється відповідно до Політики використання технологій штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

У межах дисципліни «Енергетичне керування енергетичними об’єктами» застосовуються такі моделі використання ШІ:

1. Модель «ШІ заборонено».

Використання технологій штучного інтелекту не допускається під час виконання контрольних заходів, спрямованих на перевірку знань для самостійного виконання і сформованості компетентностей здобувача освіти, зокрема: усного опитування, контрольних робіт, екзамену.

2. Модель «ШІ як асистент».

Під час підготовки до практичних занять, виконання завдань для самостійної роботи, рефератів (доповідей) та інших письмових робіт дозволяється використання ШІ для: пошуку та систематизації інформації, добору та первинного аналізу наукових джерел, пояснення складних понять, удосконалення структури тексту, перевірки граматики, стилю та оформлення, генерації ідей, плану роботи або прикладів.

Фінальний текст роботи, висновки, аналіз, інтерпретація результатів та прийняті рішення повинні бути самостійно підготовлені здобувачем освіти.

3. Модель «ШІ як інструмент».

Для окремих практичних, проєктних або дослідницьких робіт використання технологій штучного інтелекту може бути обов'язковою складовою виконання завдання. У таких випадках здобувачі освіти можуть використовувати генеративні моделі ШІ для: аналізу та підготовки даних, генерації, аналізу й оптимізації програмного коду, порівняння результатів роботи різних моделей ШІ, створення візуалізацій, схем або зображень, аналізу великих масивів даних. проведення експериментів із застосуванням сучасних інструментів штучного інтелекту.

Усі результати, отримані за допомогою ШІ, підлягають критичному аналізу, перевірці та доопрацюванню здобувачем освіти.

Декларування використання ШІ.

У разі використання технологій штучного інтелекту здобувач освіти зобов'язаний зазначити: назву сервісу або моделі ШІ; дату використання; характер допомоги (генерація ідей, пошук інформації, аналіз даних, генерація коду, редагування тексту тощо).

За вимогою викладача здобувач освіти повинен надати використані запити (prompts) або пояснити спосіб використання інструментів ШІ.

Недекларoване використання технологій штучного інтелекту або подання згенерованого ШІ матеріалу як власного результату навчальної діяльності розглядається як порушення принципів академічної доброчесності відповідно до внутрішніх нормативних документів Університету.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті

Визнання результатів навчання, отриманих здобувачем освіти у неформальній освіті, здійснюється на основі принципів академічної доброчесності, об'єктивності оцінювання та відповідності отриманих результатів навчання програмним результатам навчання з відповідної дисципліни. Неформальна освіта може включати проходження онлайн-курсів, участь у тренінгах, семінарах, практикумах, майстер-класах та інших формах навчання, результати яких відповідають змісту та програмним результатам навчання з дисципліни.

Критерії прийнятності результатів.

Результати навчання, отримані у неформальній освіті, можуть бути визнані за умови їх відповідності змісту дисципліни, програмним результатам навчання та досягнення здобувачем рівня знань і навичок, еквівалентного оцінці «добре» (70–89 балів) за шкалою оцінювання.

Під час оцінювання враховується відповідність отриманих у неформальній освіті результатів навчання теоретичним знанням, практичним умінням та компетентностям, передбаченим робочою програмою дисципліни, а також здатність здобувача освіти застосовувати отримані знання для виконання відповідних навчальних та практичних завдань.

Для розгляду питання про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, здобувач освіти повинен надати документальне підтвердження

успішного проходження відповідного навчання (сертифікат, свідоцтво або інший документ).

Вимоги до документів та процедура визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, визначаються чинним на момент звернення здобувача освіти із заявою про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, Порядком визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Електронний ресурс. Енергетика: Історія, сучасність, майбутнє. Режим доступу: [http://energetika.in.ua/ua/books/book-3].

2. Підвищення якості та удосконалення нормативних параметрів енергоефективних режимів роботи парових котлів при спалюванні низькосортних палив : монографія / Г. І. Канюк, І. В. Сук, А. Ю. Мезеря, Т. М. Фурсова, М. Г. Канюк, А. О. Цвєткова-Канюк. – Харків, 2024. – 176 с.

3. Канюк Г.І., Методи та моделі енергозберігаючого управління енергетичними установками електростанцій / Канюк Г.І., Мезеря А.Ю., Сук І.В. –Харків: «Точка», 2016. – 332 с. ISBN 978-617-669-195-2.

4. Анастасенко С.М. Бугрім Л.І. Білюк І.С., Гаврилов С.О. Жигуліна В.В. СеменовºМ.М., Шостак О.В. Основи автоматизації об’єктів теплоенергетики. Навчальний посібник для студентів спеціальності 144 "Теплоенергетика". - Миколаїв: НУК, – Львів, «Новий Світ-2000», 2020. - 111 с.

5. Бабенко І.А. Удосконалення та уніфікація методів забезпечення енергоефективних режимів роботи нагнітальних установок. Автореферат дис. канд. тех. наук : 05.01.02. - Харків, УІПА, 2017. - 25 с.

6. Unified basic software and hardware complex for precision energy-saving system of automatic regulation and control / G. Kanjuk, A. Mezerya, V. Kniazieva, D. Khoroshun, T. Fursova // Radio Electronics Computer Science Control. – 2019. – No 2. – С. 202-209. Режим доступу: http://ric.zntu.edu.ua/article/view/178896

7. Оптимізація показників якості технологічних процесів об`єктів керування в енергетиці / Канюк Г.І., Мезеря А.Ю., Василець Т.Ю., Келеберда С.М., Пономаренко А.С., Чирочкін Д.О. Машинобудування, 2023, No32. https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-55-63

Допоміжна література

1. Горелік А.Х. Автоматизовані системи управління технологічними процесами ТЕС та АЕС/ А. Х. Горелік. – Харків : НТУ "ХПІ", 2004. – 236 с.

2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 280 с. – ISBN: 978-966-553-725-0.

3. Чекулаєв Є.Ф. Основи автоматики і автоматизації. - К.:ДДМА, - 184с. (Гриф МОН 1.4/18 - 1521) Стереотипне видання 2008. 14. Чекулаєв Є.Ф. Гідрогазодинаміка. - К.:ДДМА, 2007

4. Попович, М. Г. Теорія автоматичного керування : навч. посіб- ник для вузів / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – К. : Либідь, 2007. – 655 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Сторінка дистанційного навчання. Режим доступу: https://moodle.karazin.ua

2. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/

3. What is a PID Controller?. Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=tFVAaUcOm4I

4. How to Use Temperature Controller | PID Controller with SSR | Temperature ON OFF Controller Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=NNp98ODpBHg

5. Everything You Need to Know About Control Theory Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=lBC1nEq0_nk

6. Фурсова, Т.М. Енергоефективне керування енергетичними об’єктами: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології, 144 Теплоенергетика, 015 Проф. освіта (за спеціалізаціями) / Т.М. Фурсова ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків : УІПА, 2022. – 54 с.

7. Енергоефективне керування енергетичними об’єктами: метод. вказ. до проведення лабораторних занять для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної і заочної форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 144 Теплоенергетика, 015 Проф. освіта (за спеціалізаціями) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд.: Г.І. Канюк, Т.М. Фурсова. – Харків : УІПА, 2022. – 25 с.

8. Енергоефективне керування енергетичними об’єктами: метод. вказ. до організації та планування самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 144 Теплоенергетика, 015 Проф. освіта (за спеціалізаціями) / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. : Т.М. Фурсова. – Харків : УІПА, 2022. – 19 с.

Додаток 1

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни__Енергоефективне керування енергетичними об`єктами_____
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20_____/20_____ н. р.

Заступник директора навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

_____ ____Сергій ПЕТРОВ_____
(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 20___ р.

Голова науково-методичної комісії _____навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

_____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 20___ р.