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
«20» липня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПАРОВІ ТУРБІНИ І ОБЛАДНАННЯ НИЗЬКО ПОТЕНЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

(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 ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»

2026 / 2027 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

« 29 » червня 2026 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Князєва Вікторія Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Програму схвалено на засіданні кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 17 » червня 2026 року № 15

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій ННІ «УІПА» ХНУ імені В.Н. Каразіна

(підпис) Геннадій КАНЮК (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи)

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(назва освітньої програми)

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

(підпис) Тетяна ВАСИЛЕЦЬ (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) Сергій ПЕТРОВ (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Парові турбіни і обладнання низько потенційного комплексу» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

_____ перший (бакалаврський)_____
(назва рівня вищої освіти)

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

спеціалізації ___

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладення дисципліни є формування вмінь і навичок фахівців, які забезпечать здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики, що пов'язані з забезпеченням надійності і ефективності експлуатації парових турбін і обладнання низькопотенційного комплексу, на базі знань та застосування теорій і методів електричної інженерії при комплексності та невизначеності умов.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- сформувати знання і розуміння принципів роботи парових турбін і обладнання низькопотенційного комплексу у взаємозв'язку із технологічними процесами при виробництві теплової і електричної енергії, а також уміння використовувати

отримані знання для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

- опанувати розуміння взаємозв'язку роботи парових турбін із технологічними процесами в устаткуванні теплових схем енергоблоків, застосування тепломасообмінних апаратів в теплових схемах турбоустановок на основі сучасних технологічних та наукових досягнень по розробці технологічних схем електростанцій та теплоенергетичного устаткування;
- ознайомити з методами розрахунку всіх необхідних характеристики турбінного обладнання і низькопотенційного комплексу, які забезпечують надійну, економічну та екологічну роботу у всьому діапазоні навантаження в процесі експлуатації
- сформувати вміння використовувати знання з теорії теплових процесів та методів розрахунку теплових схем паротурбінних установок на основі розуміння конструкцій та основ експлуатації парових турбін із допоміжним обладнанням для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- виробити вміння оцінювати та визначати вплив параметрів та режимів експлуатації парових турбін і обладнання низькопотенційного комплексу на енергоефективність і надійність роботи теплоенергетичних та теплопостачальних систем на основі знань екологічних наслідків процесів генерації теплової та електричної енергії;
- надати розуміння та спроможність використання енерго- і ресурсозберігаючих технологій в обладнанні паротурбінних установок для мінімізації негативних екологічних наслідків процесів генерації теплової та електричної енергії.

1.3. Кількість кредитів: 6

1.4. Загальна кількість годин: 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	
Лекції	
28 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
36 год.	8 год.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
116 год.	162 год
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК8. Здатність працювати в команді;

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.

ФК12. Здатність проектувати та модернізувати системи автоматизованого керування загальнопромисловими та енергетичними об’єктами та процесами, які відповідають сучасним принципам керування

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

Заплановані результати навчання отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних програмних результатів навчання за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»:

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи теплоенергетичних систем та мереж, теплоенергетичного обладнання електричних станцій та тепломереж, та уміти використовувати їх для вирішення практичних

проблем у професійній діяльності.

ПР03. Знати принципи роботи технологічних схем електростанцій, теплоенергетичного устаткування та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР05. Знати основи теорії термодинамічних циклів, методів розрахунку теплових схем паротурбінних установок та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи теплоенергетичних, теплопостачальних систем.

1.8. Пререквізити:
- Основи енерго- та ресурсозбереження;
- Теоретичні основи теплотехніки: ГГД, ТТ та ТМО;
- Матеріалознавство енергетичного виробництво;
- Паливо, топки, парові котли ТЕС і АЕС.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Теплові процеси у парових турбінах та їх конструкція режимів роботи.

ТЕМА1. Сучасний стан теплоенергетики і турбобудування України

ТЕМА 2. Способи підвищення ефективності паротурбінної установки

ТЕМА 3. Витікання водяної пари із сопл. Турбінні решітки.

ТЕМА 4. Принцип роботи турбінного ступеня і процес перетворення енергії в ньому

ТЕМА 5. Відносний лопатковий ККД турбінного ступеня і відносний внутрішній ККД турбінного ступеня

ТЕМА 6. Елементи роторної групи парової турбіни.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Технологічні процеси та обладнання низько потенційного комплексу парових турбін

ТЕМА 7. Поняття щодо низькопотенційного комплексу парових турбін

ТЕМА 8. Робочий процес і устрій поверхневого конденсатору

ТЕМА 9. Охолодження циркуляційної води

ТЕМА 10. Система регенерації паротурбінної установки

ТЕМА 11. Оцінка впливу на технологічні параметри та процедура відновлення

ТЕМА 12. Експлуатація обладнання низькопотенційного комплексу

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. Теплові процеси у парових турбінах та їх конструкція												
Разом за розділом 1	90	14	18			58	92	6	4			82
Розділ 2. Технологічні процеси та обладнання низько потенційного комплексу парових турбін												
Разом за розділом2	90	14	18			58	88	4	4			80
Усього годин	**180**	**28**	**36**			**116**	**180**	**10**	**8**			**162**

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Способи підвищення абсолютного електричного ККД турбоустановок	2⁄2
2	Основні характеристики і параметри потоків у каналах	2
3	Турбінні решітки	4
4	Перетворення енергії у турбінному ступені	4⁄2
5	Відносний внутрішній ККД турбінної ступені.	4
6	Робочий процес у конденсаторі	4
7	Теплові і гідравлічні розрахунку конденсаторів	4⁄2
8	Тепловий розрахунок пароводяних підігрівачів	4
9	Підігрів живильної води на електростанціях	4⁄2
10	Дослідження роботи обладнання НПК	4
Разом		**36⁄8**

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Теплові цикли ПТУ атомних електростанцій. Комбіноване вироблення теплової і електричної енергії	20⁄26
2	Матеріали, що застосовуються для елементів парових турбін, та їх властивості	20⁄26
3	Пуск турбіни (із холодного стану, неостиглого стану, гарячого	20⁄30

	стану). Останов турбіни (із холодного стану, неостиглого стану, гарячого стану)	
4	Процеси тепло- і масообміну при конденсації пари в конденсаторі	20⁄28
5	Мережеві підігрівальні установки	20⁄26
6	Аварійні ситуації в роботі обладнання низькопотенційного комплексу	16⁄26
	Разом	**116⁄162**

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 – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи.

Підсумковий контроль – іспит.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Разом		
30	30	60	40	100

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
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

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Використання технологій штучного інтелекту (ШІ) під час вивчення дисципліни здійснюється відповідно до Політики використання технологій ШІ Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та базується на принципах академічної доброчесності. Залежно від мети та формату навчального завдання, впроваджуються три базові моделі взаємодії з ШІ:

1. Модель «ШІ заборонено».

Застосування технологій штучного інтелекту не допускається під час виконання контрольних заходів, метою яких є перевірка рівня індивідуальних знань, умінь, навичок та сформованості компетентностей здобувача вищої освіти. До таких заходів належать, зокрема, усне опитування, контрольні роботи, модульні контрольні роботи, залік та екзамен, якщо інше не передбачено умовами конкретного завдання.

2. Модель «ШІ як асистент».

Під час підготовки до лекційних, практичних і лабораторних занять, виконання завдань самостійної роботи, підготовки аналітичних оглядів, розрахунково-графічних та інших письмових робіт допускається використання технологій ШІ як допоміжного інструменту.

ШІ може використовуватися для пошуку та систематизації інформації, первинного опрацювання науково-технічних джерел, пояснення складних понять і технологічних процесів, формування ідей та структури роботи, перевірки граматики, стилістики й оформлення тексту, а також для отримання прикладів розв’язання окремих навчальних завдань.

При цьому здобувач вищої освіти несе особисту відповідальність за зміст виконаної роботи. Остаточний текст, розрахунки, результати досліджень, їх аналіз та інтерпретація, висновки й обґрунтування прийнятих технічних рішень мають бути самостійно перевірені та опрацьовані здобувачем.

3. Модель «ШІ як інструмент».

У межах окремих практичних, проєктних та дослідницьких завдань технології штучного інтелекту можуть використовуватися як безпосередній інструмент виконання навчальної роботи.

Залежно від змісту завдання здобувачам вищої освіти може бути запропоновано застосування генеративних моделей та інших інструментів ШІ для підготовки й аналізу даних, розроблення та оптимізації програмного коду, моделювання технологічних процесів і систем автоматичного керування, порівняння результатів, отриманих за допомогою різних моделей або алгоритмів, створення графіків, схем та візуалізацій,

опрацювання значних обсягів даних, а також проведення навчальних експериментів із використанням сучасних інструментів штучного інтелекту.

Результати, отримані із застосуванням технологій ШІ, не можуть використовуватися без критичного оцінювання. Здобувач вищої освіти повинен перевіряти достовірність отриманої інформації, коректність розрахунків, відповідність результатів поставленому завданню та, за необхідності, здійснювати їх доопрацювання.

Декларування використання технологій штучного інтелекту

У разі використання технологій штучного інтелекту під час виконання навчальних завдань здобувач вищої освіти повинен зазначити факт такого використання та, за необхідності, надати інформацію про:

- назву сервісу, програмного засобу або моделі штучного інтелекту;
- дату або період використання;
- мету та характер застосування ШІ (пошук і систематизація інформації, генерація ідей, аналіз даних, моделювання, генерація або оптимізація програмного коду, створення візуалізацій, редагування тексту тощо).

На вимогу викладача здобувач вищої освіти має надати використані запити (prompts), описати послідовність застосування інструментів ШІ або пояснити, яким чином отримані за допомогою ШІ результати були перевірені та використані під час виконання роботи.

Недекларованe використання технологій штучного інтелекту, а також подання матеріалів, повністю або частково згенерованих ШІ, як власного самостійного результату навчальної діяльності без відповідного зазначення факту їх використання розглядається як порушення принципів академічної доброчесності та тягне за собою відповідні наслідки згідно з нормативними документами Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

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 уміннням 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.

10. Рекомендована література

Основна (базова) література

1. Бондаренко М. С., Сербін С. І. Теплові розрахунки турбінних установок : навч. посіб. Миколаїв : Іліон, 2026. 316 с.

2. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності : навч. посіб. / С. В. Бойченко та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 390 с.

3. Kauppi M. Handbook of Steam Turbines: Structure, Operation and Maintenance. Turku : Turun Kansallinen Kirjakauppa Oy, 2026. 480 p.

4. Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants / R. Kehlhofer et al. 3rd ed. Tulsa : PennWell Books, 2026. 460 p.5. Режими роботи системи електропостачання власних потреб теплоелектроцентралі потужністю 780 МВт при перериваннях живлення — дипломна робота С. Д. Скріпка. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.

Додаткова (допоміжна) література

1. Теплові схеми та діаграми режимів теплових електростанцій та теплофікаційних систем : електрон. навч. посіб. / уклад.: О. С. Вольчин, М. Ю. Чернов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 185 с.

2. Аналіз перспективних напрямків використання енергетичного потенціалу біомаси України / Г. Г. Гелетуха та ін. Теплофізика та теплоенергетика. 2023. Т. 45, № 2. С. 77–86. DOI: doi.org (якщо є актуальним).

3. Sanders W. P. Turbine Steam Path Maintenance & Repair : in 2 vol. Tulsa : PennWell Books, 2024. Vol. 1. 520 p.

4. Fortuny-Santos J., Fortuny Profitos J. Advanced fault detection in steam turbines using Welch's method and probabilistic modeling. Portal de la Recerca de Catalunya. 2026. Vol. 14, № 3. P. 112–125.

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

1. Сторінка дистанційного навчання URL https://moodle.karazin.ua
2. Національна бібліотека України ім. В.І.Вернадського URL: http://www.nbuv.gov.ua/
3. ДСТУ EN 60045-1:2019 Парові турбіни. Частина 1. Технічні вимоги (EN 60045-1:1993, IDT). [Впроваджено в дію з 2021 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 54 с. (Основна заміна ГОСТ 24278-89 для стаціонарних парових турбін ТЕС).
4. ДСТУ EN IEC 60964:2023 Атомні електростанції. Блочні щити керування. Проєктування (EN IEC 60964:2019, IDT). [Введено в дію з 2024 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 48 с. (Актуально для вивчення систем автоматизації, регулювання та захисту сучасних парових турбін АЕС).
5. ДСТУ EN 45510-5-1:2015 Настанови щодо закуповування обладнання електростанцій. Частина 5-1. Парові турбіни (EN 45510-5-1:1998, IDT). [Перевірено та підтверджено чинність у 2021 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 38 с. (Регулює нормативи проектування, постачання роторної та статорної груп).

6. ДСТУ EN 45510-4-7:2016 Настанови щодо закуповування обладнання електростанцій. Частина 4-7. Теплообмінні апарати. Поверхневі конденсатори (EN 45510-4-7:1999, IDT). [Підтверджено чинність для систем НПК у 2022 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 29 с. (Нормативна база для розрахунку трубних пучків конденсаторів низькопотенційного комплексу).

7. ДСТУ EN 45510-4-8:2016 Настанови щодо закуповування обладнання електростанцій. Частина 4-8. Теплообмінні апарати. Деаератори (EN 45510-4-8:1999, IDT). [Підтверджено чинність у 2022 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 22 с. (Регулює параметри роботи деаераційних установок у системі регенерації).

8. ДСТУ ISO 20816-2:2022 Механічна вібрація. Вимірювання та оцінювання вібрації машин. Частина 2. Стаціонарні парові турбіни, газові турбіни та генератори потужністю понад 40 МВт з підшипниками рідинного тертя (ISO 20816-2:2018, IDT). [Введено в дію з 2023 р.]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 32 с.