

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра теплотехніки та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова Вченої ради інституту

енергетики, електроніки та електромеханіки



Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

(підпис)

«21» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ексергетичні методи аналізу

рівень вищої освіти третій (доктор філософії)

галузь знань 14 Електрична інженерія

спеціальність 144 Теплоенергетика

освітньо-наукова програма Теплоенергетика

вид дисципліни вибіркові

форма навчання очна/заочна

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Ексергетичні методи аналізу

Розробники:

доцент, к.т.н.



(підпис)

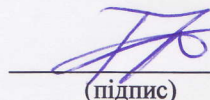
Олександр КОШЕЛЬНИК

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

теплотехніки та енергоефективних технологій

Протокол від «1 » вересня 2021 року, № 1


Завідувач кафедри



(підпис)

Антон ГАНЖА

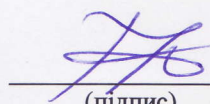
Завідувач аспірантури



(підпис)

Вікторія ШТЕФАН

Гарант ОНП



(підпис)

Антон ГАНЖА

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови Вченої ради інституту/факультету

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни:

Одержання аспірантами необхідних знань щодо застосування ексергетичного методу аналізу для розрахунку ефективності роботи складних технічних систем перетворення енергії та оптимізації параметричних характеристик теплоенергетичних установок.

Компетентності

К-01, К-02, К-07, К-09, К-10, К-11, СК-01, СК-04, СК-05, СК-06.

Результати навчання

ПР-01, ПР-02, ПР-03, ПР-05, ПР-07, ПР-08, ПР-10, ПР-12, ПР-14, ПР-15, ПР-16, ПР-17, ПР-18.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Сучасні методи досліджень температурного стану	-

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання аспірантів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	120/4	40	80	30	-	10	-	-	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає **30 %**.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	Л СР	6 20	<p><u>Тема 1.</u> Основні поняття та визначення. Мета та завдання ексергетичного аналізу. Види енергії та її перетворення. Ексергія енергетичних потоків. Анергія. Діаграма ексергія-ентальпія. Оцінка енергетичних та неенергетичних природних ресурсів. Технічні системи перетворення енергії. Класифікація технічних систем за видом продукції.</p>	1-3, 5
2	Л ПЗ СР	10 4 20	<p><u>Тема 2.</u> Розрахунок ексергії різних видів Ексергія індивідуальних речовини та сумішей. Термомеханічна ексергія в потоці та її складові. Ексергія органічного палива. Термічна ексергія продуктів згоряння. Фізична ексергія повітря. Термічна ексергія сировини. Ексергія випромінювання. Втрати ексергії внаслідок процесів теплообміну. Розрахунок складових ексергетичного балансу. Хімічна ексергія. Реакційна та концентраційна ексергія. Вплив температури та тиску на ексергію речовини.</p>	1-4
3	Л ПЗ СР	14 6 40	<p><u>Тема 3.</u> Аналіз основних термодинамічних процесів. Ексергетичні баланси та характеристики технічних систем. Дослідження та аналіз термодинамічних процесів. Складання рівнянь ексергетичного балансу. Ексергетична видатність системи. Розрахунок ексергетичного ККД технічних систем перетворення енергії та речовини. Ексергетичні розрахунки складних енергоперетворювальних систем (на прикладі скловарної печі). Термодинамічний аналіз з використанням ексергетичних безрозмірних коефіцієнтів. Структура технічної системи та зв'язок її зовнішніх і внутрішніх ексергетичних характеристик.</p>	3, 5, 6, 7
Разом		120		

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до практичних занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	56
4	Виконання індивідуального завдання:	–
5	Інші види самостійної роботи	–
	Разом	80

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекція – інформативно-доказовий виклад великого за обсягом, складного за логічною побудовою навчального матеріалу.

Метод лекції передбачає ознайомлення аспірантів з її планом, що допомагає стежити за послідовністю викладу матеріалу. Важливо навчити аспірантів конспектувати зміст лекції, виділяючи в ній головне. Це розвиває пам'ять, сприйняття, волю, вміння слухати, увагу, культуру мови.

При проведенні лекційних занять *методи готових знань* (коли аспіранти пасивно сприймають подану викладачем інформацію, запам'ятовують, а в разі необхідності відтворюють її) поєднуються з *дослідницьким методом* (який передбачає активну самостійну роботу аспірантів при засвоєнні знань: аналіз явищ, формулювання проблеми, висунення і перевірка гіпотез, самостійне формулювання висновків).

На початковому етапі вивчення нової інформації на лекціях переважає *пояснювально-ілюстративний* (інформаційно-рецептивний) метод, при якому викладач організує сприймання та усвідомлення аспірантами інформації, а учні здійснюють сприймання, осмислення і запам'ятовування її.

На певному етапі, коли викладач відчуває готовність аспірантів до інших методів навчально-пізнавальної діяльності, використовуються більш прогресивні методи:

- *репродуктивний*: викладач дає завдання, у процесі виконання якого аспіранти здобувають уміння застосовувати знання за зразком;
- *проблемного виконання*: викладач формулює проблему і вирішує її, аспіранти стежать за ходом творчого пошуку (аспірантам подається своєрідний еталон творчого мислення);
- *частково-пошуковий* (евристичний): викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють аспіранти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності аспірантів);
- *дослідницький*: викладач ставить перед аспірантами проблему, і аспіранти вирішують її самостійно, висувачи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації.

У викладанні лекційного матеріалу переважає *пояснювальний метод*, при якому викладач не тільки повідомляє певні факти, але й пояснює їх, домагаючись осмислення, засвоєння аспірантами.

При наявності наочного матеріалу за темою лекції (відеофільми, презентації, зразки виробів, лабораторні дослідницькі установки) використовується *інструктивно-практичний метод* викладання, при якому викладач інструктує учнів не тільки словесними, але й наочними або практичними способами, як виконувати певні практичні дії.

На відміну від лекційних занять, виконання індивідуального завдання потребує від аспіранта дещо інших навичок, тому для нього використовується *спонукальний метод навчання*, коли викладач ставить перед аспірантами проблемні питання і завдання, організовуючи їх самостійну діяльність. Аспіранти при цьому, у свою чергу, самостійно здобувають і засвоюють нові знання в основному без допомоги викладача.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виконання індивідуального завдання.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи аспіранта, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, виступу на заняттях;

- з індивідуальних завдань – шляхом оцінювання реферату та виступу на конференції за обраною темою.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену (з оцінкою за 100-бальною шкалою) в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом та графіком навчального процесу.

Семестровий контроль проводиться в усній формі за контрольними завданнями або шляхом тестування з використанням технічних засобів.

Результати поточного контролю (поточна успішність) можуть враховуватись як допоміжна інформація для виставлення підсумкової оцінки.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ АСПІРАНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності аспіранта

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Індивідуальне завдання	
10	25	25	40	100

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	- Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі.	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності

82-89	В	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	С	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	Д	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі. 	<ul style="list-style-type: none"> - Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні задачі.
60-63	Е	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі. 	<ul style="list-style-type: none"> - Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач

35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	F (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Кошельнік О. В. Розробка енергоперетворювальних комплексів з нетрадиційним теплоносієм для утилізації теплоти систем випарного охолодження скловарних печей / О. В. Кошельнік, О. В. Долобовська, В. Г. Павлова // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2018. – № 1. – С. 3-8. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/37027>.

2 Розробка термогазодинамічних основ створення високоефективних водневих турбоустановок з термохімічним стиском робочого тіла / Ю. М. Мацевитий [та ін.] // Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях : монографія / заг. ред. В. В. Скорохода, Ю. М. Солоніна. – Київ : «КІМ», 2015. – С. 261-267. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI Press / 22192>

Складові навчально-методичного забезпечення

навчальної дисципліни розташовані на сайті:

1. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література	
1.	Методи термодинамічного аналізу установок та систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій / НТУУ «КПІ»; уклад. П. П. Куделя, Г. Б. Варламов. - Київ : НТУУ «КПІ», 2010. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/453
2.	Використання методу ексергетичного аналізу для оцінки ефективності роботи енергоперетворювальних комплексів скловарного виробництва / О.В. Кошельник, О.В. Долобовська, О.В. Круглякова // Наукові праці Донецького нац. техн. унів-ту. Серія: Електротехніка і енергетика. – ДонНТУ: Покровськ, 2017. – №1 (18). – С.95-99.
3.	Дешко, В. І. Ексергетичний аналіз систем створення теплового комфорту у будівлях [Електронний ресурс] : монографія / В. І. Дешко, В. А. Волощук, Н. А. Буяк.– Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2019. – 296 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/30315/1/2019_Deshko_Voloshchuk_Buyak.docx
4.	Оцінка потоків енергії/ ексергії та їх втрат у системі «джерело тепла – огорожувальні конструкції – оточуюче середовище»: метод. вказівки до викон. комп. практикуму з дисципліни для студ. спец. 144 «Теплоенергетика» / Уклад.: В. І. Дешко, Н. А. Буяк, І. О. Суходуб – К.: ІЕЕ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с.
5.	Термодинамічний аналіз процесів робочих тіл [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальності «Енергетичний менеджмент» за напрямом підготовки «Електротехніка та електротехнології» і «Теплоенергетика» / НТУУ «КПІ» ; уклад. С. М. Константінов, Т. О. Ринкова, М. Є. Верба, Е. К. Жиряда.– Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 54 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/2728/1/Termodinam_analiz.doc .
Допоміжна література	
6.	Эксергетические расчеты технических систем: справочное пособие / под ред. А.А. Долинского, В.М. Бродянского. – Киев: Наукова думка, 1991. – 360 с.
7.	Теплотехнические установки, системы, оборудование: Учеб. пособие : в 3 т. Т.1 / Под ред. Б.А.Левченко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – 752 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

- <http://library.kpi.kharkov.ua> – Бібліотека НТУ «ХПІ».