

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, мехатроніки  
і робототехніки

28 серпня 2024 р.,

протокол №6

Голова Вченої ради

Андрій ТКАЧУК



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»  
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки  
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації  
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри  
робототехніки, електроенергетики та  
автоматизації

ім. проф. Б.Б. Самотокіна

27 серпня 2024 р., протокол № 7

Завідувач кафедри

Олексій ГРОМОВИЙ

Гарант освітньо-професійної  
програми

Анна ГУМЕНЮК

Розробники: старший викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Олександр ПОКЛЯЧЕНКО

Житомир  
2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи теплотехніки та термодинаміки» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітня програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 3

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	-
Загальна кількість годин – 90		Семестр	
		1-й	-
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 2,6	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		16 год.	-
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
		32 год.	-
		Самостійна робота	
		42 год.	-
Вид контролю: екзамен			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:  
для денної форми здобуття вищої освіти – 53% аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 4

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** дисципліни «Основи теплотехніки та термодинаміки» є формування у здобувачів вищої освіти системних знань про фундаментальні закони термодинаміки, процеси теплообміну та теплові явища, що відбуваються в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, а також набуття практичних навичок аналізу, розрахунку й оцінювання теплових процесів з метою підвищення енергоефективності, надійності та безпеки електроенергетичного обладнання і комп'ютеризованих систем управління.

Для вивчення курсу студенти повинні мати знання вищої математики, фізики.

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- сформуванню розуміння основних законів термодинаміки та їх застосування для аналізу теплових процесів в електроенергетичних і електротехнічних системах;
- ознайомити з основними видами теплових процесів і робочих тіл, що використовуються в енергетичних установках та елементах електроенергетичного обладнання;
- навчити аналізувати процеси теплообміну (теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання) в електричних машинах, апаратах, силових перетворювачах та системах зберігання енергії;
- сформуванню навички розрахунку теплових режимів електроенергетичного обладнання з метою забезпечення допустимих температур і підвищення надійності його роботи;
- розвинути здатність оцінювати енергоефективність теплових процесів у системах виробництва, перетворення та використання енергії;
- ознайомити з методами зменшення теплових втрат та підвищення ефективності систем теплового захисту й охолодження електроенергетичних об'єктів;
- сформуванню розуміння взаємозв'язку теплових процесів із безпекою та довговічністю обладнання, у тому числі з урахуванням вимог пожежної та екологічної безпеки;
- розвинути навички застосування теоретичних знань з теплотехніки та термодинаміки під час вирішення інженерних задач, виконання практичних робіт і курсових проєктів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та освітньою програмою «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами»:

**К02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**К12.** Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 5

**К16.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»:

**ПРО5.** Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

**ПРО7.** Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

**ПРО19.** Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;
- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;
- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;
- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;
- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 6

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### 1. МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

##### Змістовий модуль 1.

##### **Тема 1. Основні поняття та закони термодинаміки (К02, К12, ПР05).**

Поняття термодинамічної системи та робочого тіла. Параметри стану. Перший і другий закони термодинаміки. Термодинамічні процеси та цикли. Енергетичні баланси.

##### **Тема 2. Термодинамічні властивості робочих тіл (К02, К12, ПР05, ПР07).**

Ідеальні та реальні гази. Пара, рідини. Рівняння стану. Термодинамічні діаграми. Вологе повітря та його властивості. Практичні приклади з енергетики.

##### **Тема 3. Теплові процеси в енергетичних установках (К02, К12, К16, ПР07).**

Ізотермічні, ізобарні, ізохорні та адіабатні процеси. Термодинамічні цикли. Перетворення енергії в теплових та електроенергетичних системах.

##### **Тема 4. Енергоефективність та втрати в термодинамічних процесах (К02, К16, ПР19).**

ККД теплових процесів і установок. Джерела теплових втрат. Методи аналізу та зменшення втрат. Роль термодинаміки в енергозбереженні.

#### МОДУЛЬ 2. ТЕПЛООБМІН ТА ТЕПЛОВІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

##### Змістовий модуль 1.

##### **Тема 1. Теплопровідність у елементах електроенергетичних систем (К02, К12, ПР05, ПР07).**

Закони теплопровідності. Стаціонарні та нестаціонарні теплові процеси. Теплопровідність матеріалів. Розрахунок теплових потоків.

##### **Тема 2. Конвекційний теплообмін і системи охолодження (К02, К12, К16, ПР07).**

Природна та примусова конвекція. Теплообмін у повітрі та рідинах. Охолодження електричних машин, трансформаторів, силових перетворювачів.

##### **Тема 3. Теплове випромінювання та тепловий захист (К02, К12, ПР05, ПР19).**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 7</i>

Основи теплового випромінювання. Радіаційний теплообмін. Теплова ізоляція. Захист обладнання від перегріву.

**Тема 4. Теплові режими, надійність і безпека електроенергетичного обладнання (К02, К16, ПР07, ПР19).**

Теплові навантаження та перегрів. Вплив температури на надійність і ресурс обладнання. Пожежна та експлуатаційна безпека. Тепловий моніторинг і діагностика.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 8

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ</b>								
<b>Змістовий модуль 1</b>								
Тема 1. Основні поняття та закони термодинаміки	10	2	4	4	-	-	-	-
Тема 2. Термодинамічні властивості робочих тіл	12	2	4	6	-	-	-	-
Тема 3. Теплові процеси в енергетичних установках	12	2	4	6	-	-	-	-
Тема 4. Енергоефективність та втрати в термодинамічних процесах	10	1	4	5	-	-	-	-
Модульний контроль 1	1	1	-	-	-	-	-	-
<b>Разом змістовий модуль 1</b>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	-	-	-	-
<b>МОДУЛЬ 2. ТЕПЛООБМІН ТА ТЕПЛОВІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>								
<b>Змістовий модуль 1</b>								
Тема 1. Теплопровідність у елементах електроенергетичних систем	10	2	4	4	-	-	-	-
Тема 2. Конвекційний теплообмін і системи охолодження	12	2	4	6	-	-	-	-
Тема 3. Теплове випромінювання та тепловий захист	12	2	4	6	-	-	-	-
Тема 4. Теплові режими, надійність і безпека електроенергетичного обладнання	10	1	4	5	-	-	-	-
Модульний контроль 2	1	1	-	-	-	-	-	-
<b>Разом змістовий модуль 2</b>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	-	-	-	-
<b>ВСЬОГО</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 9

## 5. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ</b>			
<b>Змістовий модуль 1.</b>			
1	Вивчення конструкції стенду для дослідження теплових процесів. Створення функціональної схеми стенду. Опис та призначення всіх його компонентів.	4	-
2	Вимірювання кількості електричної енергії, необхідної для нагріву водонагрівача.	4	-
3	Вимірювання кількості теплової енергії що споживається системою опалення. Вивчення конструкції теплового лічильника.	4	-
4	Дослідження зміни теплової потужності радіатора при різних методах підключення трубопроводів.	4	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1</b>		<b>16</b>	<b>-</b>
<b>МОДУЛЬ 2. ТЕПЛООБМІН ТА ТЕПЛОВІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1	Дослідження гідравлічної характеристики 4-х ходового підмішуючого клапану. Побудова графіку залежності пропорції підмісу води на входах в залежності від положення заслонки клапану.	4	-
2	Дослідження функціонування контролера для управління моторизованим змішувальним клапаном по температурі Euroster 11M.	4	-
3	Вимірювання ефективності роботи циркуляційного насосу. Поняття робочої точки. Побудова насосної характеристики F(Q,H) для 3-х швидкостей насосу.	4	-
4	Теплова інерційність системи опалення. Розрахунок об'єму теплового акумулятора. Розрахунок об'єму компенсаційного баку в закритій системі опалення. Зміна потужності електричного котла від напруги у мережі.	4	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2</b>		<b>16</b>	<b>-</b>
<b>РАЗОМ</b>		<b>32</b>	<b>-</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 10

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1	Аналіз енергетичних балансів простих і складних термодинамічних систем	3	-
2	Порівняльний аналіз термодинамічних циклів, що застосовуються в енергетичних установках.	2	-
3	Використання термодинамічних діаграм (p-V, T-s, h-s) для аналізу теплових процесів.	2	-
4	Термодинамічні властивості вологого повітря та їх вплив на роботу електроенергетичного обладнання.	2	-
5	Втрати енергії, пов'язані з необоротністю термодинамічних процесів.	2	-
6	Ексергетичний аналіз теплових процесів в енергетичних системах.	4	-
7	Вплив зміни параметрів робочого тіла на енергоефективність енергетичних установок.	4	-
8	Роль термодинаміки в концепції сталого розвитку та енергозбереження.	2	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1</b>		<b>21</b>	<b>-</b>
<b>МОДУЛЬ 2. ТЕПЛООБМІН ТА ТЕПЛОВІ РЕЖИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>			
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1	Порівняльний аналіз методів інтенсифікації теплообміну в електроенергетичному обладнанні.	2	-
2	Вплив теплових режимів на довговічність ізоляційних матеріалів електричних машин і апаратів.	2	-
3	Теплові процеси в силових напівпровідникових приладах та методи їх охолодження.	3	-
4	Системи теплового захисту електроенергетичного обладнання: принципи та ефективність.	4	-
5	Теплові втрати в електричних машинах і трансформаторах та шляхи їх зменшення.	2	-
6	Методи теплового моніторингу та діагностики стану обладнання.	4	-
7	Вплив аварійних теплових режимів на надійність і безпеку енергетичних систем.	2	-
8	Роль теплотехніки у підвищенні енергоефективності електроенергетичних систем.	2	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2</b>		<b>21</b>	<b>-</b>
<b>РАЗОМ</b>		<b>42</b>	<b>-</b>

## 7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачено.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 11

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Результат навчання	Методи навчання
<b>ПР05.</b> Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей)</li> <li>– Метод аналізу реальних даних (data-driven learning)</li> <li>– Метод експертної оцінки</li> </ul>
<b>ПР07.</b> Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей)</li> <li>– Метод аналізу реальних даних (data-driven learning)</li> <li>– Метод експертної оцінки</li> </ul>
<b>ПР19.</b> Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Дискусійний метод</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 12

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей)</li> <li>– Метод аналізу реальних даних (data-driven learning)</li> <li>– Проблемно-орієнтоване навчання</li> <li>– Метод експертної оцінки</li> </ul>
--	--

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
<b>ПР05.</b> Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>- Самооцінювання та взаємооцінювання в командній роботі</li> <li>- Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>- Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>- Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>- Екзамен</li> </ul>
<b>ПР07.</b> Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>- Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>- Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>- Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>- Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>- Екзамен</li> </ul>
<b>ПР19.</b> Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>- Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 13

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>- Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>- Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>- Екзамен</li> </ul>
--	--

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

– поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми навчання.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі письмової контрольної роботи.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми навчання</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 14

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	60	-
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	-	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій 3. Інші види робіт (участь у хакатонах, гуртках тощо)	5	-
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях, участь у дискусії	12	-
Виконання та захист лабораторних робіт 2 бали - звіт неповний 4 бали - звіт повний 1 бал за неповну відповідь на усне питання 2 бали за правильну відповідь на усне питання	48	-
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### Розподіл балів за виконання завдань при захисті лабораторних робіт

Звіт з практичної роботи: 2 бали – звіт неповний, 4 бали – звіт повний

Відповідь на усне питання: 1 бал – відповідь неповна, 2 бали – відповідь повна

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр
Звіт з лабораторної роботи №1-8 (кожна)	4
Відповідь на усне питання	2

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 15

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{НЗ}}$  – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_i$  – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

$BK_i$  – ваговий коефіцієнт за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$  – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Відповідь на письмове питання (тест): 0 балів – відповідь неправильна, 1 бал – відповідь правильна

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр
Виконання завдань модульного контролю 1	20
Виконання завдань модульного контролю 2	20
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання виконав завдання модульного контролю і з урахуванням отриманих балів за поточний контроль набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти денної форми навчання під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 20 балів або більше.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 16

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 15–19 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 14 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Шкала оцінювання**

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 17

F		0-34
---	--	------

## 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
2.	Термодинамічна система	Thermodynamic system
3.	Робоче тіло	Working fluid
4.	Параметри стану	State variables
5.	Температура	Temperature
6.	Тиск	Pressure
7.	Об'єм	Volume
8.	Внутрішня енергія	Internal energy
9.	Теплота	Heat
10.	Робота	Work
11.	Перший закон термодинаміки	First law of thermodynamics
12.	Другий закон термодинаміки	Second law of thermodynamics
13.	Термодинамічний процес	Thermodynamic process
14.	Термодинамічний цикл	Thermodynamic cycle
15.	Коефіцієнт корисної дії	Efficiency
16.	Ідеальний газ	Ideal gas
17.	Реальний газ	Real gas
18.	Насичена пара	Saturated steam
19.	Перегріта пара	Superheated steam
20.	Теплообмін	Heat transfer
21.	Теплопровідність	Thermal conductivity
22.	Конвекція	Convection
23.	Теплове випромінювання	Thermal radiation
24.	Тепловий потік	Heat flux
25.	Коефіцієнт тепловіддачі	Heat transfer coefficient
26.	Теплова ізоляція	Thermal insulation
27.	Стаціонарний тепловий режим	Steady-state thermal regime
28.	Нестационарний тепловий режим	Transient thermal regime
29.	Теплові втрати	Heat losses
30.	Система охолодження	Cooling system
31.	Природна конвекція	Natural convection

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 18

№ з/П	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
32.	Примусова конвекція	Forced convection
33.	Температурне поле	Temperature field
34.	Тепловий баланс	Heat balance
35.	Теплова потужність	Thermal power
36.	Енергоефективність	Energy efficiency
37.	Теплове навантаження	Thermal load
38.	Теплова стійкість	Thermal stability
39.	Перегрів	Overheating
40.	Теплова деформація	Thermal deformation
41.	Тепловий захист	Thermal protection
42.	Тепловий моніторинг	Thermal monitoring
43.	Теплова діагностика	Thermal diagnostics
44.	Ексергія	Exergy
45.	Ентропія	Entropy
46.	Ентальпія	Enthalpy
47.	Тепловий опір	Thermal resistance
48.	Теплова рівновага	Thermal equilibrium
49.	Теплоємність	Heat capacity
50.	Питома теплоємність	Specific heat capacity

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 19

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Вассерман, О. А. Технічна термодинаміка і теплообмін : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько. - Одеса: Фенікс, 2019. - 496 с. Режим доступу: <https://card-file.ontu.edu.ua/items/cb3d3d3c-21df-45ce-a210-5d826d3d8a73>
2. Іволжатова Н.С. Передові системи термомодернізації будівель і споруд : навч. посібник. – Одеса: Гельветика, 2023. – 128с.
3. Дубровська В.В. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб./ В.В. Дубровська, В.І.Шкляр.- К.: НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с
4. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с
5. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи теплотехніки та термодинаміки» для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» денної форми навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (автор: Покляченко О.В.), 2024. 28 с. Електронне видання (Протокол НМР №4 від 12.06.2024 р.).
6. Методичні рекомендації щодо виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи теплотехніки та термодинаміки» для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» денної форми навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (автор: Покляченко О.В.), 2024. 13 с. Електронне видання (Протокол НМР №4 від 12.06.2024 р.).

### Додаткова література

1. Порядок визначення технічної можливості встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії та економічної доцільності встановлення приладів - розподільовачів теплової енергії : Постанова КМУ від 10.10.18 р. № 829 // Все про бухгалтерський облік. – 2018. – №97. – 2018. – С.20-21.
2. Порядок обслуговування внутрішньобудинкових систем теплопостачання, водопостачання, водовідведення та постачання гарячої води : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України від 15.08.18 р. № 219 // Все про бухгалтерський облік. – 2018. – №102. – 2018. – С.19-21.
3. Подчашинський Ю.О. Електроніка та мікропроцесорна техніка. Цифрова електроніка : навч. посібник. – Житомир : Вид. О.О. Євенок, 2020. – 236 с.
4. Олійник М.Й., Лисяк В.Г., Середа М.С. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії: навч. посібник. – Львів : Львівська політехніка, 2020. – 184 с.
5. Закон України «Про охорону праці». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 21 / 20</i>

6. Закон України «Про критичну інфраструктуру». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>

7. Воробйов Л. Й. Оцінювання складової похибки вимірювання теплового потоку, зумовленої нерівномірністю просторової чутливості перетворювача // Метрологія та прилади. – 2020. – №5. – 2020. – С.33-42.

8. Гамеляк І.П., Дмитрієв М.М., Дмитриченко А.М., Волощук Д.В. Енергетичний аудит бітумних баз та асфальтобетонних заводів тепловізійним методом // Автошляховик України. – 2015. – №3. – 2015. – С.35-40.

9. Ільченко А. В. Шляхи зменшення похибки вимірювання витрат палив тепловим витратоміром // Технічна інженерія. – 2023. – №І(91). – 2023. – С.207-213.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ ОК15-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 21 / 21

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство енергетики України. Режим доступу: <https://www.mev.gov.ua>
2. ДП «НЕК „Укренерго“». Режим доступу: <https://ua.energy>
3. Державна служба України з питань праці (охорона праці та електробезпека).  
Режим доступу: <https://dsp.gov.ua>
4. Офіційний сайт ТОВ «Магія комфорту». Режим доступу: <https://magic-comfort.com.ua/>
5. Національний орган стандартизації України (ДП «УкрНДНЦ»). Режим доступу: <https://www.ukrndnc.org.ua>
6. Онлайн-платформа стандартів (BudStandart). Режим доступу: <https://online.budstandart.com>
7. Національна бібліотека України ім. Вернадського. Режим доступу: [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)
8. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КІІ ім. Ігоря Сікорського.  
Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/home>
9. Наукометрична та реферативна база даних Directory of Open Access Journals (DOAJ). Режим доступу: <https://doaj.org/>
10. Electrical Engineering Portal. Режим доступу: <https://electrical-engineering-portal.com>