

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету енергетики, електроніки та
інформаційних технологій

_____ В.Л. Коваленко

«_____» _____ 2019

Енергетична і ексергетична ефективність термодинамічних систем

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки

магістра

спеціальності

144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»

Укладач /Укладачі: Бердишев М.Ю. к.т.н., доцент

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

Протокол № 3 від “10” вересня 2019 р.
Завідувач кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

(підпис)

В.І. Бахтін

(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Факультету енергетики, електроніки та
інформаційних технологій

Протокол № 2 від “11” вересня 2019 р.
Голова науково-методичної ради факультету
енергетики, електроніки та інформаційних
технологій

(підпис)

А. І. Безверхий

(ініціали, прізвище)

2019 рік

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Вибіркова	
		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки	
Розділів – 5	Спеціальність 144 Теплоенергетика	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150		2-й	2-й
		Лекції	
		24 год.	8 год.
		Практичні	
		24 год.	8 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		102 год.	134 год.
		Вид підсумкового контролю: залік	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 9	Освітньо-професійна програма Теплоенергетика		
	Рівень вищої освіти: магістерський		

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни “ Енергетична і ексергетична ефективність термодинамічних систем” є надання студентам знань у про основні підходи до енергозбереження на основі аналізу енергетичної і ексергетичної ефективності процесів та установок, а також формування професійних умінь та навиків проведення енергоаудиту і організації системи енергоменеджменту.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни “ Енергетична і ексергетична ефективність термодинамічних систем” є: оволодіння студентами методиками розрахунку енергетичного і ексергетичного балансу, а також проведення енергетичного аудиту, функціонування системи енергоменеджменту, а також складання карти енергоспоживання з метою визначення можливостей енергозбереження промислового підприємства чи установи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- методиками розрахунку енергетичного і ексергетичного балансу
- основні методи енергоаудиту
- методологію проведення енергетичного аудиту
- організації і функціонування системи енергоменеджменту.

вміти:

- розрахувати енергетичний і ексергетичний ккд установки.
- провести збір необхідних даних та внести їх в розроблену ним форму.
- проводити енергетичний аудит обладнання при наявності постійних вимірювачів.
- розраховувати чи оцінювати енергоспоживання обладнання при відсутності вимірювачів.
- виявити можливості для енергозбереження.
- оцінювати запропоновані міри зі збереження енергії.
- скласти звіт з проведеного енергетичного аудиту.
- аналізувати роботу центрів енергообліку.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

1. Здатність застосовувати системний підхід, знання сучасних технологій та методів при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.

2. Здатність застосувати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.

3. Здатність розробляти, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи проектування, виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна “ Енергетична і ексергетична ефективність термодинамічних систем” тематично пов'язана та базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Тепломасообмін», «Технічна термодинаміка», «Енергозбереження в промисловій технології», « Нагнітачі та теплові двигуни», «Котельні установки».

Вона є кінцевою дисципліною в названому ланцюгу дисциплін і не потребує подальшого розвитку, тому що в результаті її вивчення студент має вся необхідні знання і навички для проведення названих видів робіт.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. - Енергетичний і ексергетичний ККД установок

Тема 1. Енергетичний ККД.

Тема 2. Ексергетичний ККД.

Розділ 2. Обладнання та методи для збору даних

Тема 3. Обладнання для збору даних.

Основні поняття: вимірювання, метод вимірювання, принцип вимірювання, засіб вимірювання, витрата, діапазон вимірювання, похибка. Визначення втрат рідини, пари, газу та споживання теплової енергії.

Тема 4. Методи збору даних.

Методи розрахунку енергоспоживання. Пряме і непряме вимірювання. Вимірювачі споживання. Розрахунок споживаного палива Тимчасові вимірювачі. Часткове вимірювання. Непряме вимірювання: регресійний

аналіз, перевірочний тест. Аналіз потоків енергії: котел, теплообмінник, холодильна установка. Оцінювання споживання.

Розділ 3. Аналіз зібраних даних про енергоспоживання

Тема 5. Перехресна перевірка даних.

Паливно-енергетичний баланс. Баланс маси. Перевірка ефективності використання енергії. Порівняння з показниками роботи.

Тема 6. Аналіз даних про енергоспоживання

Елементи енергетичного аудиту. Звіт про річну закупку палива
Графічне зображення енергопостачання Таблиця енергоаудиту.

Розділ 4. Технічне та фінансове оцінювання розроблених заходів.

Тема 7. Опис об'єкту, що досліджується.

Опис підприємства та будівель. Типові характеристики. Елементи опису.

Тема 8. Рекомендації по збереженню енергії.

Оцінювання скорочення споживання. Перехресна перевірка споживання. Збереження первинної та вторинної енергії. Альтернативні шляхи використання енергії. Заміна палива Життєздатність проекту. Оцінювання затрат. Звіт про енерговивчення. Елементи звіту. Вступ та висновки. Заключення по менеджменту.

Розділ 5. Основи енергетичного менеджменту

Тема 9. Сутність системи СЕМ.

Основні положення системи ЕМ згідно стандарту ISO 50001:2014. Цільові змінні. Регресійний аналіз.

Тема 10. Організація і функціонування системи енергоменеджменту.

Послідовність впровадження системи СЕМ. Графіку регресійного аналізу. Кумулятивна сума. Використання СЕМ для заощадження енергії.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин											
	усього	денна форма					усього	заочна форма				
		л	пр.	лаб	сам. роб	Інд роб		л	пр.	лаб	сам. роб	Інд роб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Енергетичний і ексергетичний ККД установок												
Тема 1. Енергетичний ККД.	8	2	2	-	4		8	1	1	-	6	
Тема 2. Ексергетичний ККД.	8	2	2	-	4		8	1	-	-	7	
Разом за розділом 1	16	4	4	-	8		16	2	1	-	14	
Розділ 2. Обладнання та методи для збору даних												
Тема 3. Обладнання для збору даних.	7	2	-	-	5	-	7	1	-	-	6	-
Тема 4. Методи збору даних.	18	4	4	-	5	5	18	1	1	-	16	

Разом за розділом 2	25	6	4	-	10	5	25	2	1	-	22	
Розділ 3. Аналіз зібраних даних про енергоспоживання												
Тема 5. Перехресна перевірка даних.	9	2	2	-	5	-	9	-	2	-	7	
Тема 6. Аналіз даних про енергоспоживання	21	2	4	-	5	10	21	1	-	-	20	
Разом за розділом 3	30	4	6	-	10	10	30	1	2	-	27	
Розділ 4. Технічне та фінансове оцінювання розроблених заходів.												
Тема 7. Опис об'єкту, що досліджується.	12	2	2	-	3	5	12	-	-	-	12	
Тема 8. Рекомендації по збереженню енергії.	17	2	2	-	3	10	17	1	2	-	14	
Разом за розділом 4	29	4	4	-	6	15	29	1	2	-	26	
Розділ 5. Основи енергетичного менеджменту												
Тема 9. Сутність системи СЕМ.	17	2	2	-	3	10	17	1	1	-	5	10
Тема 10. Організація і функціонування системи енергоменеджменту	33	4	4	-	5	20	33	1	1	-	11	20
Разом за розділом 5	50	6	6	-	8	30	50	2	2	-	16	30
Усього годин	150	24	24	-	42	60	150	8	8	-	104	30

5 ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Розрахунок енергетичного ККД.	2	1
2	Розрахунок ексергетичного ККД.	2	1
3	Основні поняття: вимірювання, метод вимірювання, принципи вимірювання, засіб вимірювання, витрата, діапазон вимірювання, похибка. Визначення втрат рідини, пари, газу та споживання теплової енергії.	2	1
4	Методи розрахунку енергоспоживання. Пряме і непряме вимірювання. Вимірювачі споживання. Розрахунок споживаного палива Тимчасові вимірювачі. Часткове вимірювання. Непряме	2	1

	вимірювання: регресійний аналіз, перевірочний тест.		
4	Аналіз потоків енергії: котел, теплообмінник, холодильна установка. Оцінювання споживання.	2	
5	Аналіз потоків енергії: котел, теплообмінник, холодильна установка. Оцінювання споживання.	2	
6	Елементи енергетичного аудиту. Звіт про річну закупку палива Графічне зображення енергопостачання Таблиця енергоаудиту.	2	1
7	Опис підприємства та будівель. Типові характеристики. Елементи опису.	2	
8	Оцінювання скорочення споживання. Перехресна перевірка споживання. Збереження первинної та вторинної енергії. Оцінювання затрат. Звіт про енерговивчення. Заключення по менеджменту.	2	1
9	Основні положення системи ЕМ згідно стандарту ISO 50001:2014. Цільові змінні. Регресійний аналіз.	2	1
10	Послідовність впровадження системи СЕМ. Графіку регресійного аналізу.	2	1
10	Кумулятивна сума. Використання СЕМ для заощадження енергії.	2	
Разом		24	8

6 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1.	Розрахунок енергетичного ККД.	3	1
2.	Розрахунок ексергетичного ККД.	3	1
3.	Аналіз енергоспоживання підприємства	2	1
4.	Розрахунок заощадження енергії	2	
5.	Енергоаудит електроенергії Енергоаудит теплоти	4	
6	Впровадження системи контролю і планування енергоспоживання	4	1
7	Функціонування системи енергоменеджменту	6	4
	Разом	24	8

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Розрахунок енергетичного ККД.	4	6
2	Розрахунок ексергетичного ККД.	4	7
3	Вимірювання, метод вимірювання, принцип вимірювання, засіб вимірювання, витрата, діапазон вимірювання, похибка	5	6

4	Вимірювачі споживання. Розрахунок споживаного палива Тимчасові вимірювачі. Часткове вимірювання. Непряме вимірювання. Аналіз потоків енергії: котел, теплообмінник, холодильна установка. Оцінювання споживання.	5	16
5	Паливно-енергетичний баланс. Баланс маси. Перевірка ефективності використання енергії. Порівняння з показниками роботи.	5	7
6	Елементи енергетичного аудиту. Звіт про річну закупку палива Графічне зображення енергопостачання Таблиця енергоаудиту..	5	20
7	Опис підприємства та будівель. Типові характеристики. Елементи опису.	3	12
8	Оцінювання скорочення споживання. Перехресна перевірка споживання. Оцінювання затрат. Звіт про енерговивчення. Заклучення по менеджменту.	3	14
9	Основні положення системи ЕМ згідно стандарту ISO 50001:2014.	3	5
10	Послідовність впровадження системи СЕМ. Використання СЕМ для заощадження енергії.	5	11
4, 6, 7, 8	Індивідуальна робота №1	30	0
9, 10	Індивідуальна робота №2	30	30
Разом		102	134

Індивідуальні і практичні завдання

Мета індивідуальне завдань: детальніше і ґрунтовніше опрацювання теоретичного та практичного матеріалу; діагностика формування у студентів передбачених робочою програмою знань та вмінь.

Тема індивідуального завдання №1: «Розрахунок енергетичного і (або) ексергетичного ккд установки».

Індивідуальне завдання передбачає здійснення розрахунок енергетичного і (або) ексергетичного ккд для заданої студенту установки.

Тема практичного завдання №2: «Функціонування системи енергоменеджменту на прикладі установки сушки солоду».

Індивідуальне завдання передбачає опрацювання всіх етапів функціонування СЕМ. У розрахунковій частині опрацюються такі питання: створення енергетичних центрів; постановка і розуміння стандартних і планових показників (норм), використовуючи один з центрів обліку енергії; побудова рівнянь регресії; технологія кумулятивної суми; зміна рівнянь при впровадженні енергозберігаючих заходів.

8 ВИДИ КОНТРОЛЮ І СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ БАЛІВ

<i>Вид контролю</i>	<i>Бали</i>
Тест за темами 3, 4, 5, 6, 7, 8	20
Виконання практичного завдання №1	10
Поточний контроль №1	30
Аудиторна контрольна робота за темами 9, 10	15
Виконання практичного завдання №2	15
Поточний контроль №2	30
Підсумковий контроль	40

Тести виконуються на комп'ютерах. Кожен тест поточного контролю складається з 10 питань, які оцінюються загальною кількістю 10 балів (1 вірна відповідь 1 бал).

Аудиторні контрольні роботи представляють собою опитування, яке проводиться у письмовій формі і представляє собою відповіді на питання, що засвідчують теоретичний рівень засвоєння матеріалу студентами. Опитування містить 5 запитань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Виконання індивідуальних завдань підтверджує практичні навички та уміння. Оба завдання складаються з 4-х розділів, кожен з яких оцінюється в 3 бали. Ще по 3 бали за кожне індивідуальне завдання студент отримує при своєчасному виконанні і оформленні згідно ДСТУ. Максимальна кількість балів за перше завдання 10 балів, за друге завдання – 15 балів.

Підсумковий контроль представляє собою тестові завдання з 20 питань, які охоплюють весь вивчений Максимальна кількість балів за тест – 40 (1 вірна відповідь 2 бали)

Мінімальна кількість балів за тест складає 20 балів. У разі отримання студентом менше 20 балів він може перескласти тест один раз.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Ззараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Енергетичний аудит. Навчально-методичний посібник. Для студентів ЗДІА спеціальності 7.090510, “Теплоенергетика” всіх форм навчання/ Укл.: М.Ю. Бердишев. Запоріжжя, 2008. – 126 с.
2. Навчально-методичний посібник з дисципліни «Економічні і екологічні аспекти енергозбереження». Для студентів ЗДІА спеціальності 7.090510, “Теплоенергетика” всіх форм навчання/ Укл.: М.Ю. Бердишев. Запоріжжя, 2009. - 115 с.

3. Бердишев М.Ю. Енергетичний менеджмент. Методичні вказівки до практичних занять для студентів ЗДІА. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2004. – 24 с.
4. Бердышев Н.Ю. Энергетический менеджмент. Методические указания к выполнению курсовой работы. Запорожье: Издательство ЗГИА, 2003. – 40 с.
5. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник/ Праховник А.В., Розен В.П., Розумовський О.В., та інші. – К.: Київ. Пот. ф-ка, 1999. – 184 с. (Енергозбереження; Кн. 3).
6. Енергоефективність та енергоаудит: Навчальний посібник/ Під ред. проф. Маляренко В.А. – Харків: «Видавництво Сага», 2009. – 336 с.

Додаткова

1. Энергетический менеджмент/ А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. – Киев: ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.
2. Норми витрат електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Київ, 1999.
3. Бердышев Н. Ю. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Конспект лекций. ЗГИА.- 2004. 70с.
4. ДСТУ ISO 50002 : 2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. [Чинний від 2016-04-29]. – Київ: Дп «УкрНДНЦ», 19 с. Уведено вперше.
5. ДСТУ ISO 50001 : 2014. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. [Чинний від 2014-09-16]. Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с. Уведено вперше.
6. ОптимЕнерго, ЧЭФ. Энергоаудит предприятий централизованного теплоснабжения, 2013. 260 с.
7. Держенергоефективності <http://sae.gov.ua/uk/business/energetichny-audit-ta-manadzment> (дата звернення: 30.08.2019).
8. Енергетичний менеджмент в українських містах <http://misto-em.org.ua/> (дата звернення: 30.08.2019)