

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

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____ магістра

спеціальності _____ 144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»

Укладач : 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 № 1 від “3” жовтня 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	<u>Вибіркова</u>	
		Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки	
Розділів – 5	Спеціальність 144 Теплоенергетика	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150		2-й	2-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 9	Освітньо-професійна програма Теплоенергетика	24 год.	8 год.
		Практичні	
		24 год.	8 год.
		Лабораторні	
	-	-	
	Рівень вищої освіти: магістерський	Самостійна робота	
		102 год.	134 год.
Вид підсумкового контролю: залік			

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни “Енергетичний аудит систем централізованого теплопостачання” є: надання студентам знань у сфері енергозбереження, а також формування професійних умінь та навичок проведення енергоаудиту і організації системи енергоменеджменту.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни “Енергетичний аудит систем централізованого теплопостачання” є: оволодіння студентами методиками 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:

- основні методи енергоаудиту
- методологію проведення енергетичного аудиту
- організації і функціонування системи енергоменеджменту.

вміти:

- 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 “ Енергетичний аудит систем централізованого теплопостачання ” 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. Методологія енергетичного аудиту

Тема 1. Основні етапи енергоаудиту

Основні етапи енергетичного аудиту. I етап - одержання інформації про споживання енергії. II етап - визначення паливно-енергетичних потоків по об'єкту в цілому і окремих підрозділах. III етап - аналіз ефективності використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів,

Тема 2. Формування і оцінювання проектів.

IV етап - формування переліку проектів енергозбереження. V етап - оцінювання проектів. VI етап – підведення підсумків енергоаудиту.

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. Графік 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				
		у тому числі						у тому числі				
		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. Методологія енергетичного аудиту												
Тема 1. Основні етапи енергоаудиту.	8	2	2	-	4		8	1	1	-	6	
Тема 2. Формування і оцінювання проектів.	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	Основні етапи енергетичного аудиту. I етап - одержання інформації про споживання енергії. II етап - визначення паливно-енергетичних потоків по об'єкту в цілому і окремих підрозділах. III етап - аналіз ефективності використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів.	2	1
2	IV етап - формування переліку проектів енергозбереження. V етап - оцінювання проектів. VI етап – підведення підсумків енергоаудиту.	2	1
3	Основні поняття: вимірювання, метод вимірювання, принцип 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 вимірювання: регресійний аналіз, перевірочний тест.	2	1
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	2	1

	менеджменту.		
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

№ теми з/прогр	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1.	Енергоаудит теплоти	3	1
2.	Енергоаудит електроенергії	3	1
3.	Аналіз енергоспоживання підприємства	2	1
4.	Розрахунок заощадження енергії	2	
5.	Енергоаудит комунального об'єкту	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	Основні етапи енергетичного аудиту.	4	6
2	Формування переліку проектів енергозбереження; оцінювання проектів; підведення підсумків енергоаудиту	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. Заключення 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 завдання

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

Тема індивідуального завдання №1: «Енергетичний аудит комунальних та промислових об'єктів».

Індивідуальне завдання передбачає здійснення енергетичного аудиту заданого об'єкту та набуття навичок оформлення звіту з енергоаудиту; опис об'єкту; аналіз енергоспоживання об'єкту; порівняння енергоспоживання об'єкту з існуючими нормами; пропозиції зі зниження енергоспоживання; фінансове оцінювання однієї чи кількох пропозицій.

Тема індивідуального 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); використання одного з центрів обліку енергії; побудова рівняння 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 темою 1,2	10
Тест за темами 3, 4, 5, 6, 7, 8	10
Виконання індивідуального завдання №1	15
Поточний контроль №1	35
Аудиторна контрольна робота за темами 9, 10	10

Виконання індивідуального завдання №2	15
Поточний контроль №2	25
Разом за поточний контроль	60
Підсумковий контроль	40

Тести складаються 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. Обидва 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 кожне 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)	Зараховано
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. Бердишев М.Ю. Енергетичний аудит : навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 126 с.
2. Бердишев М.Ю. Економічні і екологічні аспекти енергозбереження : навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 115 с.
3. Бердишев М.Ю. Енергетичний менеджмент : методичні вказівки до практичних занять для студентів ЗДІА. Запоріжжя : ЗДІА, 2004. 24 с.
4. Бердышев Н.Ю. Энергетический менеджмент : методические указания к выполнению курсовой работы. Запорожье : ЗГИА, 2003. 40 с.
5. Енергетичний менеджмент: навчальний посібник / Праховник А.В. та інші. Київ : Пот. ф-ка, 1999. Кн. 3. 184 с.
6. Енергоефективність та енергоаудит: навчальний посібник/ під ред. проф. Малярєнка В.А. Харків : «Сага», 2009. 336 с.
7. Бердышев Н. Ю. Энергосбережение в зданиях и сооружениях : конспект лекций. Запорожье : ЗГИА, 2004. 70с.

Додаткова:

1. Энергетический менеджмент / А.В. Праховник и др. Киев : ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001. 472 с.
2. ДСТУ ISO 50001 : 2014. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. [Чинний від 2014-09-16]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с. Уведено вперше.
3. ДСТУ ISO 50002 : 2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. [Чинний від 2016-04-29]. Вид. офіц. Київ : Дп. «УкрНДНЦ», 19 с. Уведено вперше.
4. Енергоаудит підприємств централізованого теплоснабження, ОптимЕнерго, ЧЭФ. 2013. 260 с.

Інформаційні ресурси:

1. Держенергоефективності. Нормативно-правові акти. URL: <http://saee.gov.ua/uk/business/energetichny-audit-ta-manadzment> (дата звернення: 30.08.2019).
2. Енергетичний менеджмент в українських містах. URL: <http://misto-em.org.ua/> (дата звернення: 30.08.2019)/

Погоджено
з навчальним відділом

«_____» _____