Міністерство освіти і науки України

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра електротехніки та енергоефективності

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. директора Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Н.Г. Метеленко |
| (підпис) |  | (ініціали та прізвище) |
| «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р. | | |

**«ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ»**

( назва навчальної дисципліни)

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(назва)

Укладач Левченко С.А., к.т.н., доцент кафедри електротехніки та енергоефективності

(ПІБ, науковий ступінь,вчене звання, посада)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обговорено та ухвалено  на засіданні кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів | | |  | Ухвалено науково-методичною радою  інженерного навчально-наукового інституту | | |
| Протокол № від “ ” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ р.  Завідувач кафедри | | |  | Протокол № від “ ” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ р.  Голова науково-методичної ради ІННІ ЗНУ | | |
|  |  | Н.Г. Метеленко |  |  |  | Т.А. Шарапова |
| (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |  | (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |
| Погоджено  з навчально-методичним відділом | | |  |  | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| (підпис) |  | (ініціали, прізвище) |  |  |  |  |

2022

Робоча навчальна програмадисципліни «Енергетичний аудит» для студентів галузі знань 14 «Електрична інженерія», напряму підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 р. – 16 с.

Розробник: Левченко С.А., к.т.н., доц. каф. ЕЕЕ.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри ЕЕЕ

Протокол від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 р. № \_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_В.Л. Коваленко «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 р.

*(підпис) (прізвище та ініціали)*

© ЗДІА., 2022

© Левченко С.А., 2022

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Опис навчальної дисципліни | 4 |
| 1. Мета та завдання навчальної дисципліни | 5 |
| 1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни | 6 |
| 1. Структура навчальної дисципліни | 8 |
| 1. Теми практичних занять | 10 |
| 1. Теми самостійної роботи | 10 |
| 1. Методи навчання | 11 |
| 1. Методи контролю | 11 |
| 9. Розподіл балів, які отримують студенти  10. Шкала оцінювання | 12  12 |
| 11. Методичне забезпечення | 13 |
| 12. Рекомендована література | 13 |

13. Інформаційні ресурси 13

1. **ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень (ОКР) | Характеристика навчальної дисципліни | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів - 3  Кількість модулів - 3  Змістових модулів - 5  Індивідуальне науково-дослідне завдання -\_не передбачено\_\_\_\_ …… ..*(назва)*  Загальна кількість годин - 108  Тижневих годин для денної форми навчання: - 13.5  аудиторних - 4  самостійної роботи студента - 6,5 | Галузь знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка»\_\_\_.  *(шифр і назва)*    Напрям підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»*……………*  *(шифр і назва)*  .  Освітньо-кваліфікаційний рівень:  Бакалавр | Нормативна | |
| Рік підготовки: | |
| 4-й | 5-й |
| Семестр | |
| 7-й | 9- й |
| Лекції | |
| 10 год. | 6 год. |
| Практичні, семінарські | |
| 10 год. | 4 год. |
| Лабораторні | |
| - | - |
| Самостійна робота | |
| 52 год. | 98 год. |
| Індивідуальне завдання **–**  курсова робота | |
| Вид контролю: Т1, Т2; іспит | |

### МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програма вивчення навчальної дисципліни «Енергетичний аудит» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 6.050701 **«**Електротехніка та електротехнології».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є проведення енергетичного обстеження об’єкту та надання рекомендацій з підвищення енергоефективності.

**Метою** викладання дисципліни є вивчення методів аналізу стану споживання енергії та енергоносіїв на різних об’єктах, їх вартості та рекомендацій з ефективного енерговикористання.

**Задачами** викладання дисципліни є оволодіння студентами знаннями стосовно проведення енергетичного обстеження підприємств, дослідження потоків енергій та складання енергетичних балансів об’єкта.

**2.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця**

Навчальна дисципліна повинна дати достатні фундаментальні та прикладні знання для компетентного і відповідального вирішення таких задач:

– розрахунок енергетичних показників устаткування;

– розрахування витрат енергоносіїв на технологію та побутові потреби;

– надання рекомендацій по зменшенню енергоспоживання та енергозбереженню;

‑ вибір енергозберігаючих заходів.

**2.2. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни**

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

**знати** методологію енергоаудиту; важливі споживачі енергії; лічильники енергії та тимчасові вимірники фізичних величин; потоки енергії на об’єкті; методи перевірки даних про енергоспоживання.

**Вміти** визначати поточний стан енергоспоживання підприємством; аналізувати ефективність енерговикористання на об’єкті; робити опис підприємств та будівель; давати рекомендації з ефективного використання енергії; робити звіт з енергоаудиту.

**2.3. Міждисциплінарні зв’язки навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна «Енергетичний аудит» базується на знаннях, отриманих при вивченні електропостачання та електричних мереж, теплопостачання підприємств та теплові мережі.

Вона забезпечує виконання дипломного проекту.

**3. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЗМІСТ** **НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Модуль 1 - Енергетичне обстеження об’єкту**

**Змістовий модуль 1**

Тема 1.Мета і задачі дисципліни. Призначення енергетичного аудиту. Потенціал енергозбереження. Енергоефективність

Тема 2.Закон України про діяльність в сфері енергетичного аудиту. Тема 3.ДСТУ з енергетичного аудиту

Тема 4. Методологія енергоаудиту

**Змістовий модуль 2**

Тема 5. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об’єкта

Тема 6. Знайомство з технологічним процесом

Тема 7. Поточний стан енерговикористання

Тема 8. Потоки енергії на об’єкті

**Модуль 2 - Аналіз ефективності використання енергії**

**Змістовий модуль 1**

Тема 9.Співставлення та перехресна перевірка даних про енерго-споживання

Тема 10. Аналіз ефективності використання енергії на об’єкті

Тема 11. Опис підприємств і будівель

Тема 12. Послідовність розробки рекомендацій і енергетичний баланс. Аналіз використання енергії кінцевим споживачем

**Змістовий модуль 2**

Тема 13. Ефективність розподілювальних систем. Ефективність систем перетворення енергії

Тема 14. Перехресна перевірка пропозицій з заощадження енергії. Заощадження первинної і вторинної енергії

Тема 15. Гранична вартість заощаджень енергії. Формування і оцінка проекту покращення енерговикористання на об’єкті

Тема 16. Звіт з енергоаудиту. Презентація енергоаудиту на об’єкті

**Модуль 3** **– Курсова робота: «Енергетичне обстеження підприємства»**

**Змістовий модуль 1.** Зміст та об’єм роботи:

1. Обрати об’єкт енергоаудиту.

2. Визначити обсяг споживання енергії і її вартості за певний проміжок часу.

3. Обстежити паливно-енергетичні потоки на об’єкті.

4. Проаналізувати ефективність використання енергії та енергоносіїв.

5. Розробити рекомендації з ефективного використання енергоресурсів.

6. Економічно обгрунтувати запропоновані рекомендації.

7. Зробити звіт з енергоаудиту

8. Графічна частина контрольної роботи виконується на одному листі формату А4. Вона містить план об’єкту з розташуванням енергоспоживачів та їхніми потужностями.

# 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | |
| денна форма | | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| усьо-го | у тому числі | | | | | | усьо-го | у тому числі | | | | |
| лек | | пр | лаб | інд. | с.р. | лек | пр | лаб | інд. | с.р. |
| **Модуль 1 -** **Енергетичне обстеження об’єкту** | | | | | | | | | | | | | |
| **Зміст. модуль 1** | **18** | **2** | | **3** | **-** | **-** | **13** | **18** | **2** | **1** | **-** | **-** | **15** |
| Тема 1.Мета і задачі дисципліни. Призначення енергетичного аудиту. Потенціал енергозбереження. Енергоефективність | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 2.Закон України про діяльність в сфері енергетичного аудиту | 4 | - | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 3.ДСТУ з енергетичного аудиту | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 4. Методологія енергоаудиту | 4 | - | | - | **-** | **-** | 4 |
| **Зміст. модуль 2** | **18** | **3** | | **2** | **-** | **-** | **13** | **18** | **1** | **1** | **-** | **-** | **16** |
| Тема 5. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об’єкта | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 6. Знайомство з технологічним процесом | 4 | 1 | | - | **-** | **-** | 3 |
| Тема 7. Поточний стан енерговикористання | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 8. Потоки енергії на об’єкті | 4 | - | | - | **-** | **-** | 4 |
| **Разом за модулем 1** | **36** | **5** | | **5** | **-** | **-** | **26** | **36** | **3** | **2** |  |  | **31** |
| **Модуль 2 -** **Аналіз ефективності використання енергії** | | | | | | | | | | | | | |
| **Зміст. модуль 1** | **18** | **2** | | **3** | **-** | **-** | **13** | **18** | **2** | **1** | **-** | **-** | **15** |
| Тема 9.Співставлення та перехресна перевірка даних про енерго-споживання | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 10. Аналіз ефективності використання енергії на об’єкті | 4 | - | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 11. Опис підприємств і будівель | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 12. Послідовність розробки рекомендацій і енергетичний баланс. Аналіз використання енергії кінцевим споживачем | 4 | - | | - | **-** | **-** | 4 |
| **Зміст. модуль 2** | **18** | **3** | | **2** | **-** | **-** | **13** | **18** | **1** | **1** | **-** | **-** | **16** |
| Тема 13. Ефективність розподілювальних систем. Ефективність систем перетворення енергії | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 14. Перехресна перевірка пропозицій з заощадження енергії. Заощадження первинної і вторинної енергії | 4 | 1 | | - | **-** | **-** | 3 |
| Тема 15. Гранична вартість заощаджень енергії. Формування і оцінка проекту покращення енерговикористання на об’єкті | 5 | 1 | | 1 | **-** | **-** | 3 |
| Тема 16. Звіт з енергоаудиту. Презентація енергоаудиту на об’єкті | 4 | - | | - | **-** | **-** | 4 |
| **Разом за модулем 2** | **36** | **5** | | **5** | **-** | **-** | **26** | **36** | **3** | **2** | **-** | **-** | **31** |
| **Модуль 3 - Курсова робота: «Енергетичне обстеження підприємства»** | | | | | | | | | | | | | |
| **Разом за модулем 3** | **36** | | **-** | **-** | **-** | **-** | **36** | **36** | **-** | **-** | **-** | **-** | **36** |
| **Усього годин** | **108** | | **10** | **10** | **-** | **-** | **88** | **108** | **6** | **4** | **-** | **-** | **98** |

**5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **з/п** | **Назва теми** | **Обсяг навчальних занять, год.** | |
| **Денна** | **Заочна** |
| **Модуль №1 «Енергетичне обстеження об’єкту»** | | | |
| 1 | Стаціонарні і тимчасові вимірники та їх використання | 1 | ‑ |
| 2 | Методи вимірювання витрат енергії і енергоносіїв | 1 | 1 |
| 3 | Оцінка споживання енергії системами освітлення | 1 | ‑ |
| 4 | Оцінка споживання енергії електроприводами | 2 | 1 |
| **Усього** | | **5** | ‑ |
| **Модуль №2 «Аналіз ефективності використання енергії»** | | | |
| 5 | Аналіз потоків енергії | 1 |  |
| 6 | Перехресна перевірка даних | 1 |  |
| 7 | Аналіз ефективності енерговикористання | 1 | 1 |
| 8 | Рекомендації з енергозбереження | 2 | 1 |
| **Усього:** | | **5** | **‑** |
| **Усього за напівсеместр:** | | **10** | **4** |

**6. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

Опрацювання розділів програми, які не висвітлюються на лекціях

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Тема** | **Зміст** | **години** | |
| **Д** | **З** |
| 1 | Енергетичне обстеження об’єкту аудиторами, [3] | Знайомство з технологічним процесом | 6 | 6 |
| Метод регресивного аналізу та тестового контролю | 6 | 6 |
| Оцінка споживання енергії електро-, паро-, газонагрівальним, холодильним, обладнанням | 6 | 6 |
| 2 | Аналіз ефективності використання енергії на об’єкті, [3] | Звіт про закупівлю та видатки на оплату палива | 6 | 6 |
| Поточна вартість енергоносіїв | 6 | 8 |
| Таблиця енергоаудиту | 6 | 8 |
| 3 | Опис підприємств та будівель, [3] | Постачання енергії на обʼєкт. Розподіл енергії. Обладнання споживання енергії. | 6 | 8 |
| 4 | Рекомендації з ефек-тивного використання енергії, [3] | Послідовність розроблення рекомендацій і енергетичний баланс | 6 | 8 |
| 5 | Звіт з енергоаудиту, [3] | Структура звіту | 4 | 6 |
|  | **Всього** |  | **52** | **62** |

**Курсова робота**

**Зміст та об’єм роботи**

1. Обрати об’єкт енергоаудиту.

2. Визначити обсяг споживання енергії і її вартості за певний проміжок часу.

3. Обстежити паливно-енергетичні потоки на об’єкті.

4. Проаналізувати ефективність використання енергії та енергоносіїв.

5. Розробити рекомендації з ефективного використання енергоресурсів.

6. Економічно обгрунтувати запропоновані рекомендації.

7. Зробити звіт з енергоаудиту

8. Графічна частина контрольної роботи виконується на одному листі формату А4. Вона містить план об’єкту з розташуванням енергоспоживачів та їхніми потужностями.

# 

# 7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальний процес у Запорізькій державній інженерній академії здійснюється за кредитно-модульною технологією – моделі організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні двох складових: модульної технології навчання та кредитів (залікових одиниць) і охоплює зміст, форми та засоби навчального процесу, форми контролю навчальної діяльності студента в процесі аудиторної та самостійної роботи.

Рейтингова система оцінювання – це система визначення якості виконаної студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного модульного та напівсеместрового підсумкового контролю, з наступним приведенням рейтингової оцінки в балах та оцінки за традиційною національною шкалою, шкалою ЕCTS.

**8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

Поточний контроль здійснюється за тестовою методикою, з отриманням оцінок, які характеризують рівень засвоєння студентами теоретичного матеріалу та бальною оцінкою якості виконання індивідуальних завдань із самостійної роботи.

**9. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поточне тестування (Т), лабораторні роботи (ЛР), практичні заняття (ПЗ), самостійна робота (СР), складання іспитів | | | | | |
| Модуль | Максимальна оцінка показника, бали | | | Іспит  (складається окремо) | Разом, не більше |
| Т | ПЗ | СР |
| 1 | 10 | 5 | 5 |  |  |
| 2 | 10 | 5 | 5 |  |  |
| Разом | 20 | 10 | 10 | до 60 балів | 100 |

# 10. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: національна та ECTS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сума балів за всі види навчальної діяльності | ОцінкаECTS | Оцінка за національною шкалою | |
| для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| **90** – 100 | **А** | відмінно | зараховано |
| 82 - 89 | **В** | добре |
| **74** - 81 | **С** |
| 64 - 73 | **D** | задовільно |
| **60** - 63 | **Е** |
| **35** - 59 | **FX** | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 0 - 34 | **F** | незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

**11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

1. Енергетичний аудит. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів ЗДІА спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» / Укл. Ю.Г. Качан, С.А. Левченко. Запоріжжя: ЗДІА, 2007. – с. 43

2. Енергетичний аудит. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (варіанти завдань) для студентів ЗДІА спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» / Укл. Ю.Г. Качан, С.А. Левченко, В.Б. Траппер. Запоріжжя: ЗДІА,2008. 70-с.

3. Енергетичний аудит. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» / Укл. Ю.Г. Качан, С.А. Левченко. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. – 128 с.

**12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

**А) базова**

1. Закон України “Про діяльність в сфері енергетичного аудиту”, 2003

2. ДСТУ 4065-2001 Енергетичний аудит - К.: ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2002

**Б) допоміжна**

1. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник / Праховник А.В., Розен В.П., Разумовський О.Б., та інші. – К.: Нот. ф-ка, 1999 – (Енергозбереження; Кн. 3)

2. Матеріали проект TACIS EUK 9701 “Посилення дій з підготовки енергоменеджерів в Україні”

**13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Державний комітет України з енергозбереження Енергоаудит – http://www.necin.gov.ua/audit/posobie/vstup.htm, 2004

**ПИТАННЯ ВХІДНОГО КОНТРОЛЮ**

1. Розрахунок втрат електричної енергії в мережах підприємств
2. Розрахунок втрат електричної енергії в трансформаторах
3. Розрахунок споживання електричної енергії споживачами
4. Умови вибору електричного обладнання
5. Графік електричного навантаження
6. Компенсація реактивної потужності
7. Режими роботи споживачів електричної енергії
8. Облік електричної енергії
9. Електричні вимірювальні прилади
10. Показники якості електричної енергії
11. Розрахунок теплового навантаження
12. Теплотехнічні вимірювальні прилади
13. Гідравличний розрахунок теплових мереж
14. Втрати тепла в будівлях
15. Види палива

**ПИТАННЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ**

**Модульний контроль 1**

1. Визначити і проаналізувати головні завдання енергоаудиту

2. Проаналізувати види енергетичного аудиту

3. Визначити об‘єкти енергетичного аудиту

4. Основні пункти договору на проведення енергетичного аудиту

5. Визначити етапи проведення енергетичного аудиту

6. Способи проведення енергоаудиту

7. Основні споживачі електричної енергії

8. Проаналізувати використання тимчасових вимірників під час проведення енергетичного аудиту

9. Визначити і проаналізувати головні завдання енергоаудиту

10. Показники, які слід враховувати при визначення кількості споживаємої енергії

11. Проаналізувати методи перевірки правильності виміряного чи оціненого енергоспоживання

12. Визначити елементи аналізу ефективності енерговикористання

13. Проаналізувати опис підприємства і будівель

14. Рекомендації з ефективного використання енергії за їх вартістю

15. Аналіз використання енергії кінцевим споживачем

16. Ефективність розподільчих систем

17. Ефективність систем перетворення енергії

18. Заощадження первинної і вторинної енергії

19. Визначити видатки на впровадження проекту з енергоощадності

20. Сфера застосування ДСТУ 4065-2001 з енергетичного аудиту

21. Напрямки та заходи з енергозбереження в системах електропостачання

22. Напрямки та заходи з енергозбереження в системах теплопостачання

23. Стаціонарні та тимчасові вимірники

**Модульний контроль 2**

24. Вхідний-вихідний паливно-енергетичний баланс

25. Метод регресивного аналізу

26. Метод тестового контролю

27. Графік зміни енергоспоживання в часі

28. Оцінка споживання електроенергії системами освітлення

29. Оцінка споживання електроенергії електроприводами

30. Таблиця енергоаудиту

31. Коефіцієнти вартості палива

32. Діаграма Сенкі

33. Кругові діаграми енергоспоживання

34. Система тарифів на постачання енергії й енергоносіїв.

35. Видатки на впровадження проекту з енергоощадження.

36. Шляхи підвищення ефективності розподілювальних систем.

37. Роль сучасних технологій в енергозаощадженні підприємств

38. Системи автоматичного керування енергоспоживанням.

39. Баланс маси

40. Звіт з енергоаудиту

41. Презентація енергоаудиту на об’єкті