МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій

Кафедра теплоенергетики\_\_\_\_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан ЕЕІТ факультету

\_\_\_\_\_\_ Коваленко В.Л.\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис) (ініціали та прізвище)

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_\_\_

***МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ***

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки другий (магістерський)

(назва освітнього ступеня)

спеціальності 144 ***Теплоенергетика***

(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності 14 електроніка та інженерія

(якщо є) (шифр і назва)

освітньо-професійна програма ***Теплоенергетика***

(назва)

**Укладач /Укладачі:** Чейлитко А.О., доцент каф. ТГЕ, к. т. н.

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

|  |  |
| --- | --- |
| Обговорено та ухвалено  на засіданні кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Протокол №\_\_\_\_ від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_201\_ р.  Завідувач кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (підпис) (ініціали, прізвище ) | Ухвалено науково-методичною радою  факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_    Протокол №\_\_\_\_від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_201\_\_ р.  Голова науково-методичної ради факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (підпис) (ініціали, прізвище ) |

2019 рік

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.Опис навчальної дисципліни | 2 |
| 2. Мета та завдання навчальної дисципліни | 3 |
| 3 Програма навчальної дисципліни | 3 |
| 4 Структура навчальної дисципліни | 4 |
| 5 Теми лабораторних занять | 7 |
| 6 Теми практичних занять | 7 |
| 7 Самостійна робота | 7 |
| 8 Види контролю і система накопичення балів | 8 |
| 9 Рекомендована література | 8 |

**1. Опис навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Найменування показників** | **Галузь знань,**  **напрям підготовки,**  **рівень вищої освіти** | **Характеристика навчальної дисципліни** | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4 | Галузь знань  **14 Електрична інженерія**  (шифр і назва) | **Вибіркова** | |
| Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки | |
| Розділів – 4 | Спеціальність  **144 Теплоенергетика**  (шифр і назва) | **Рік підготовки:** | |
| Загальна кількість годин – 120 | 1-й | 1-й |
| **Лекції** | |
| Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 4  самостійної роботи студента – 4,5 | Освітньо-професійна програма  **Теплоенергетика** | 28 год. | 8 год. |
| **Практичні** | |
| 14год. | 4 год. |
| **Лабораторні** | |
| 14год. | - |
| Рівень вищої освіти: **бакалаврський** | **Самостійна робота** | |
| 64 год. | 108 год. |
| **Вид підсумкового контролю**:  **залік** | |

### **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання навчальної дисципліни « Математичне моделювання та оптимізація теплотехнічних процесів » є дисципліни – опанувати методи оптимального проектування і розрахунку елементів енергетичних систем промислових підприємств. З’ясувати місце дисципліни у загальному обсязі знань з спеціальності та її взаємозв’язок із загальноосвітніми та спеціальними дисциплінами. Активізація і інтенсифікація процесу навчання досягається використанням ТЗН, сучасних ЕОМ, розглядом проблемних ситуацій.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація теплотехнічних процесів » є: закріплення існуючих знань, на базі яких будуть отриманні фундаментальні та прикладні знання для проектування та оптимізації систем теплопостачання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

* способи забезпечення критеріїв оптимальності та методів алгоритмізації фізичних процесів з використанням системного аналізу в умовах невизначеності вихідної інформації

**вміти:**

* Використовуючи знання з фундаментальних й інженерних дисциплін, застосовувати їх для проектування і функціонування енергетичних систем і окремих їх елементів

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

**Міждисциплінарні зв’язки.**

*Примітка:* Слід прописати зв’язки між дисциплінами відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми.

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація теплотехнічних процесів» продовжує фахову підготовку студента і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін, які читають студентам теплоенергетикам: «Тепломасообмін», «Котельні установки», «Теплові мережі».

**3. Програма навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Математичне моделювання у теплоенергетиці**

### Змістовий модуль 1.1 Математичне моделювання задачі теплопровідності та їх статистичний аналіз.

### Тема 1. Математичне моделювання та планування експерименту у теплоенергетиці

### Тема 2. Крайові задачі теплопровідності та методи їх вирішення. Метод Фур’є.

### Тема 3. Порівняння сучасних програмних продуктів моделювання тепломасообмінних процесів

### Змістовий модуль 1.2. Загальні оптимізаційні задачі

### Тема 1. Однопараметртичні методи оптимізації

### Тема 2. Метод регуляторного симплексу та метод Лагранжа

### **Розділ 2. Оптимізація процесів тепломасообміну**

*Змістовий модуль 2.1. Експериментально - аналітичний засіб складання математичної моделі процесів ТМО*

*Тема 1. Знаходження теплофізичних характеристик теплоізоляційних матеріалів*

*Тема 2. Сіткові методи при моделюванні процесів тепломассообміну*

*Тема 3. Моделювання процесів протікання теплоти скрізь пористий теплоізоляційний матеріал та скрізь тепловий захист енергетичного обладнання*

*Змістовий модуль 2.2. Знаходження оптимального теплового опору теплоізоляційних матеріалів*

*Тема 1. Моделювання та оптимізація узагальненого рівняння теплопровідності пористих теплоізоляційних матеріалів*

*Тема 2. Моделювання процесів протікання енергії скрізь відкриту пористу структуру*

**4. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви тематичних розділів і тем | Кількість годин | | | | | | | |
| денна форма | | | | заочна форма | | | |
| усього | у тому числі | | | усього | у тому числі | | |
| л | сем./пр./ лаб. (обрати вид занять відповідно до навчального плану) | сам. роб. | л | сем./пр./ лаб.  (обрати вид занять відповідно до навчального плану) | сам. роб. |
| 1 | 2 | 3 |  | 7 | 8 | 9 |  | 13 |
|  | | | | | | | | |
| **Розділ 1. Математичне моделювання у теплоенергетиці** | | | | | | | | |
| 1.1. Математичне моделювання задачі теплопровідності та їх статистичний аналіз. | 18 | 8 |  | 10 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 1. Математичне моделювання та планування експерименту у теплоенергетиці | 8 | 4 |  | 3 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 2. Крайові задачі теплопровідності та методи їх вирішення. Метод Фур’є. | 8 | 2 |  | 5 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 3. Порівняння сучасних програмних продуктів моделювання тепломасообмінних процесів | 2 | 2 |  | 2 | 36 | 2 |  | 34 |
| 1.2. Загальні оптимізаційні задачі | 18 | 4 |  | 14 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 1. Однопараметртичні методи оптимізації | 9 | 2 |  | 7 |  |  |  |  |
| Тема 2. Метод регуляторного симплексу та метод Лагранжа | 9 | 2 |  | 7 | 36 | 2 |  | 34 |
| Разом за розділом 1 | 36 | 12 |  | 24 | 36 | 2 |  | 34 |
| **Розділ 2. Оптимізація процесів тепломасообміну** | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 2.1. Експериментально - аналітичний засіб складання математичної моделі процесів ТМО | 18 | 8 |  | 10 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 1. Знаходження теплофізичних характеристик теплоізоляційних матеріалів | 9 | 4 |  | 5 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 2. Сіткові методи при моделюванні процесів тепломассообміну | 2 | 2 |  | 2 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 3. Моделювання процесів протікання теплоти скрізь пористий теплоізоляційний матеріал та скрізь тепловий захист енергетичного обладнання | 7 | 2 |  | 3 | 36 | 2 |  | 34 |
| 2.2.  Знаходження оптимального теплового опору теплоізоляційних матеріалів | 18 | 4 |  | 14 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 1. Моделювання та оптимізація узагальненого рівняння теплопровідності пористих теплоізоляційних матеріалів | 9 | 2 |  | 7 | 36 | 2 |  | 34 |
| Тема 2. Моделювання процесів протікання енергії скрізь відкриту пористу структуру | 9 | 2 |  | 7 | 36 | 2 |  | 34 |
| Разом за розділом 2 | 36 | 12 |  | 24 | 36 | 2 |  | 34 |
| Усього годин | 108 | 32 |  | 76 | 108 | 6 |  | 100 |

**5. Теми практичних** (семінарських/лабораторних) **занять**

(слід обрати вид занять відповідно до навчального плану, має збігатися з п.1 Опис навчальної дисципліни та п.4. Структура навчальної дисципліни)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  теми з/прогр.  вказується номер теми відповідно до п.3 Програма навчальної дисципліни | Назва теми | Кількість  годин | |
| д.ф | з.ф |
| 1 | Побудова моделі залежності властивостей теплоізоляційного матеріалу від умов експлуатації | 8 |  |
| 2 | Оптимізація теплообмінних процессів | 8 |  |
| 3 | Мінімізація позинома або оптимізація цільової функції з точки зору визначення оптимальних параметрів | 8 |  |
| Разом | | 24 |  |

1. **Теми практичних занять**

(робочим навчальним планом не передбачені)

**7. Самостійна робота**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  теми з/прогр.  вказується номер теми відповідно до п.3 Програма навчальної дисципліни | Назва теми | Кількість  годин | |
| д.ф | з.ф |
| 1 | Роздільна системи енергопостачання. | 5 |  |
| 2 | Комбінована система теплопостачання. | 5 |  |
| 3 | Рівняння Мелентьєва. | 7 |  |
| 4 | Оптимальний коефіцієнт теплофікації. | 7 |  |
| 5 | Вирівнювання потужності енергогенеруючої установки. | 5 |  |
| 6 | Ієрархічні рівні систем централізованого теплопостачання.  продувкою, поверхні, від неповноти згорання. | 5 |  |
| 7 | Оцінка надійності трубопроводів та засувок. | 7 |  |
| 8 | Управління надійністю системи теплових мереж. | 7 |  |
| 9 | Оптимізація обсягів баку прямокутної форми. | 7 |  |
| 10 | Оптимізація коефіцієнта теплофікації ТЕЦ. | 7 |  |
| 11 | Оптимізація розрахункових температур мережної води роздільної системи | 7 |  |
| 12 | Оптимізація товщини ізоляції падаючого і зворотного трубопроводів теплової мережі підйомної канальної прокладки. | 7 |  |
| Разом | | 76 |  |

Заочне відділення виконують **домашню контрольну роботу.**

**8. Види контролю і система накопичення балів**

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| За шкалоюECTS | За шкалою **університету** | **За національною шкалою** | |
| ЕЕкзамен | ЗЗалік |
| A | 90 – 100  (відмінно) | 55 (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. Чейлитко А.О. Математичне моделювання та оптимізація теплотехнічних процесів. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 144 “Теплоенергетика” денної та заочної форми навчання / Укл.: А.О.Чейлитко – Запоріжжя. Видавництво ЗДІА, 2018. - 146 с.

2. Юфа А.И., Носулько Д.Р. Комплексная оптимизация теплоснабжения – К.: Техника, 1988-134 с. (1 прим.)

3. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: в 2-х кн. Кн.1 - М.: Мир, 1986 - 320 с. (1 прим.)

**Додаткова**:

1. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование - М.: Мир, 1975 - 534 с. (1 прим.)

2. Таха Х. Введение в исследование операций: в 2-х кн. - М.: Мир, 1985 - 496 с. (1 прим.)

3. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии - М.: Химия, 1985 - 448 с. (1 прим.)

4. Плис А.И., Сливина Н.А. Лабораторный практикум по высшей математике - М.: Высш. шк., 1983 - 208 с. (1 прим.)

Погоджено

з навчальним відділом

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_