**Міністерство освіти і науки України**

**Національна металургійна академія України**

**Кафедра автоматизації виробничих процесів**

**Кафедра систем якості, стандартизації та метрології**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Затверджено** Перший проректор, проф.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Валерій ІВАЩЕНКО  '\_\_\_\_\_'\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021\_р. |

**Програма навчальної дисципліни**

**Системи контролю та обліку енергоносіїв**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Спеціальність: | 144 | Теплонергетика (ТЕ01) |
| Освітня програма: | | Теплонергетика |

Розподіл навчальних годин (Денна форма навчання)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Усього | Чверті | |
| 6 | 7 |
| Усього годин за навчальним планом, у тому числі: | 150 | 90 | 60 |
| Аудиторні заняття, з них: | 72 | 40 | 32 |
| Лекції | 32 | 16 | 16 |
| Лабораторні роботи | 40 | 24 | 16 |
| Практичні заняття | 0 | 0 | 0 |
| Семінарські заняття | 0 | 0 | 0 |
| Самостійна робота, у тому числі при: | 78 | 50 | 28 |
| підготовці до аудиторних занять | 36 | 20 | 16 |
| підготовці до екзамену | 15 | 9 | 6 |
| виконанні курсових проектів (робіт) | 0 | 0 | 0 |
| виконанні індивідуальних завдань | 0 | 0 | 0 |
| опрацюванні розділів програми, які не викладаються на лекціях | 27 | 21 | 6 |
| Заходи семестрового контролю |  | Екзамен | Екзамен |

**Характеристика дисципліни**

Навчальна дисципліна «Системи контролю та облік енергоносіїв» є обов’язковою для вивчення та входить до циклу дисциплін професійної підготовки студентів бакалаврату.

**Мета вивчення дисципліни** – опанування методів та засобів контролю технологічних параметрів виробництва, зокрема енергоносіїв, засобів забезпечення точності і єдності результатів вимірювання та передачі сигналів вимірювальної інформації з використанням сучасних інформаційних систем і технологій; засвоєння знань і умінь, щодо проведення вимірювань величин, які характеризують певні явища, речі та процеси; засвоєння знань та придбання навичок виконання обробки результатів вимірювань, їх аналізу та представлення.

Відповідно до освітньої програми вивчення дисципліни забезпечує набуття таких компетентностей:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у сфері енергозабезпечення.

ФК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні,наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК8. Здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів

ФК11. Здатність забезпечувати якість у енергетичній галузі.

В результаті вивчення дисципліни студенти мають

**знати**:

- методи й види контролю технологічних параметрів з надання енергоносіїв;

- основні вимірювальні схеми приладів контролю та їх властивості;

- методи обробки та форми представлення результатів контролю;

- основи методів оцінки якості вимірювань та підвищення їх точності;

- основні метрологічні характеристики сучасних приладів та перетворювачів;

- підходи до побудови інформаційно-вимірювальних систем (ІВС);

- показники, що використовуються для подання результатів вимірювання досліджуваних явищ.

**вміти**:

* вибрати вимірювальні перетворювачі та сформувати ІВС для контролю загальнотехнічних параметрів, зокрема енергоносіїв;
* вживати заходи із забезпечення єдності і потрібної точності вимірювань при керуванні виробничими процесами та контролі параметрів енергозабезпечення;
* застосовувати сучасні методи одержання та передачі вимірювальної інформації для подальшого використання в автоматизованих системах управління параметрами теплоенергетичних агрегатів;
* проводити метрологічний контроль за результатами застосування засобів контролю;

- оцінювати різні види похибок та обчислювати сумарну похибку вимірювань

- опрацьовувати результати вимірювань й надавати їх в зручній для наступного аналізу формі;

- розрахувати показники, які вивчені в теоретичному курсі; виконати та використовувати статистичний аналіз досліджуваних та виміряниї явищ та процесів.

Відповідно до освітньої програми по вивченні дисципліни мають бути досягнуті такі програмні результати навчання:

ПРН 2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

ПРН 8. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об’єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН 10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

ПРН 11. Мати лабораторні/технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН 15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

**Критерії успішності** – отримання позитивних оцінок при виконанні екзаменаційних робіт.

**Засоби діагностики успішності навчання** – комплект тестових завдань з екзаменаційних робіт

**Зв’язок з іншими дисциплінами** – дисципліна є однією з основних при підготовці бакалаврів за спеціальністю «Теплоенергетика». Вивченню дисципліни передує вивчення таких дисциплін, як «Вища математика», «Фізика», «Електротехніка», «Алгоритмізація та програмування», «Архітектура комп’ютерів».

Набуті знання і вміння використовуються при виконанні випускної роботи бакалавра.

**Структура дисципліни**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модуль | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Тема лекції (заняття) та обсяг, годин |  | Захід модульного контролю | |
| **1** |  |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Модуль 1. Основи вимірювань і контролю   |  |  | | --- | --- | | **Лекції** | | | 1. Основні поняття та визначення. Засоби та методи вимірювання. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. | 2 | | 2. Вторинні аналогові та цифрові прилади. | 2 | | 3. Класифікація вимірювальних інформаційних систем. | 2 | | **Лабораторні роботи** | | | 1. Дослідження впливу навантаження на вихідний сигнал потенціометричного датчика. | 4 | | 2. Повірка врівноваженого мосту. | 4 | | **Самостійна робота** | | | *Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.* | | | 1. Принципи побудови вимірювальних інформаційних систем. | 6 | | Підготовка до аудиторних занять. | 7 | | Підготовка до контролю. | 3 | | Усього: | 30 | |  | Екзамен | |
| **2** | Модуль 2. Вимірювання теплотехнічних параметрів.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | **Лекції** | | | 1. Класифікація засобів вимірювання температури. Первинні перетворювачі при контактному вимірюванні температури. | 2 | | 2. Вторинні прилади з вимірювання температури. | 2 | | 3. Безконтактні засоби вимірювання температури. | 2 | | **Лабораторні роботи** | | | 1. Повірка термоелектричних перетворювачів за вимогами Державної системи приладів та засобів автоматизації (ДСП). | 4 | | 2. Вимірювання температури пірометрами випромінювання. | 4 | | **Самостійна робота** | | | *Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.* | | | 1. Вимірювання рівня рідини. | 6 | | Підготовка до аудиторних занять. | 7 | | Підготовка до контролю. | 3 | | Усього: | 30 | | |  | Екзамен | |
| **3** | Модуль 3. Вимірювання тиску та витрати   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | **Лекції** | | | 1. Загальні відомості про вимірювання тиску. Деформаційні манометри: чутливі елементи та вторинні перетворювачі. Тензометричні перетворювачі. | 2 | | 2. Загальні відомості про вимірювання витрати рідини. Вимірювання витрати рідини методом змінного перепаду тиску. Ротаметри. Тахометричні витратоміри та інші. | 2 | | **Лабораторні роботи** | | | 1. Вимірювання витрати газів стандартною діафрагмою та представлення результатів контролю. | 8 | | **Самостійна робота** | | | *Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.* | | | 1. Мультиплексні лінії передачі інформації. | 9 | | Підготовка до аудиторних занять. | 6 | | Підготовка до екзамену | 3 | | Усього: | 30 | | |  | Екзамен | |
| **4** | Модуль 4. **Характеристики якості вимірювань**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | **Лекції** | | | 1. **Інтерпретація якості вимірювання** у формі характеристик похибки та непевності (невизначеності) результату**.** Методи оцінювання характеристик похибки та непевності результату вимірювань.Інші характеристики якості вимірювання. | 4 | | 2. **Основні положення теорії похибок вимірювань.** Означення та джерела похибки. Класифікація похибок. Оцінювання характеристики сумарної похибки. | 4 | |  | | **Лабораторні роботи** | | | 6. **Кількісне оцінювання якості вимірювання.** Розрахунок похибок вимірювань. Оцінювання сумарної похибки вимірювання. | 4 | | 7. **Характеристики інструментальних похибок.** Оцінювання основної та додаткової похибки засобів вимірювальної техніки. Похибки аналогових та цифрових приладів. Граничні похибки приладів зарубіжних виробників. | 4 | | **Самостійна робота** | | | *Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях* | | | 1. Оцінювання впливу випадкових у часі похибок | 3 | | Підготовка до аудиторних занять | 8 | | Підготовка та складання екзамену | 3 | | Усього: | 30 | | |  | Екзамен | |
| **5** | **Модуль 5. Опрацювання та представлення результатів вимірювань**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | |  |  | | --- | --- | | **Лекції** | | | 1. **Види вимірювань.** Результати прямих, опосередкованих, сукупних та сумісних вимірювань. | 2 | | 2. **Методологічні засади статистики у опрацюванні результатів вимірювань.** Випадкові величини та їх характеристики.Розподіл чисельних значень результатів вимірювань. Види та характеристики розподілів. | 4 | |  | | 3. **Представлення та аналіз результатів вимірювань.** Графічне та табличне представлення результатів вимірювань за допомогою засобів комп’ютерної техніки. | 2 | | **Лабораторні роботи** | | | 8. **Побудова кореляційно-регресійної залежності між масивами виміряних величин.** Етапи кореляційно-регресійного аналізу. Оцінка щільності та істотності кореляційного зв’язку. | 4 | | 9. **Аналіз концентрації та диференціації розподілів за допомогою програмного забезпечення.** Графічне зображення рядів розподілу. Гістограми. Показники варіації. Властивості дисперсії. Моменти статистичного розподілу. Характеристика асиметрії і ексцесу. | 4 | | **Самостійна робота** | | | *Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях* | | | 1. **Опрацювання результатів вимірювань в промисловості.** Класифікація видів контролю. Реалізація технічного контролю | 3 | | Підготовка до аудиторних занять | 8 | | Підготовка та складання екзамену | 3 | | Усього: | 30 | | |  | Екзамен | |

**Зміст дисципліни**

**Лекційний курс**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ з/п | Назва розділу/теми та ії зміст | Тривалість (годин) |
| 1 | **Основні поняття та визначення. Засоби та методи вимірювання. Метрологічні характеристики засобів вимірювання.**  Основні поняття метрології: величина, вимірювання, спеціальні засоби вимірювання. Методи: послідовного перетворення та порівняння. Види вимірювань. Основні метрологічні характеристики засобів вимірювання. Мета, задачі та етапи автоматизації вимірювань. Державна система приладів та автоматизації (ДСП). | 2 |
| 2 | **Вторинні аналогові та цифрові прилади.**  Мостові схеми. Дводротова та тридротова схеми підключення перетворювачів опору. Автоматичні мости і логометри.  Ручні та автоматичні потенціометри. Структура цифрових приладів. Основні види аналого-цифрових перетворювачів. | 2 |
| 3 | **Класифікація вимірювальних інформаційних систем**  Вимірювальні інформаційні технології. Автоматичний контроль та технічна діагностика, ідентифікація об’єктів. | 2 |
| 4 | **Класифікація засобів вимірювання температури. Первинні перетворювачі при контактному вимірюванні температури**  Температурні шкали. Способи вимірювання температури. Термометри опору та термоелектричні перетворювачі ( термопари ) | 2 |
| 5 | **Вторинні прилади для вимірювання температури**  Автоматичні мости, логометри, пірометричні мілівольтметри, автоматичні потенціометри, Диск-250, РП-160, ТМ 5122 та інш. | 2 |
| 6 | **Безконтактні засоби вимірювання температури**  Пірометри: оптичні, радіаційні, колірні. Агрегатні комплекси: АПІР-С, Спектропір та інш. | 2 |
| 7 | **Загальні відомості про вимірювання тиску. Деформаційні манометри: чутливі елементи та вторинні перетворювачі. Тензометричні перетворювачі**.  Деформаційні манометри, чутливі елементи, диференційовано-трансформаторні перетворювачі магніто-модуляційні перетворювачі. Тензометричні перетворювачі «Сапфір-22», «АІР» фірми «Елемер» та ін. | 2 |
| 8 | **Загальні відомості про вимірювання витрати рідини. Вимірювання витрати рідини методом змінного перепаду тиску. Ротаметри. Тахометричні витратоміри та інші.**  Вимірювання витрат методом змінного перепаду тиску. Функціональна схема вимірювання. Витратоміри постійного перепаду тиску – ротаметри. Тахометричні витратоміри та ін. | 2 |
| 9 | **Якість вимірювань** у формі похибки та непевності (невизначеності) результату. Методи оцінювання похибок та непевності результату вимірювань. Інші характеристики якості вимірювань. | 4 |
| 10 | **Основні положення теорії похибок вимірювань.** Джерела та класифікація похибок. Оцінювання сумарної похибки. | 4 |
| 11 | **Опрацювання результатів прямих, опосередкованих, сукупних та сумісних вимірювань.** | 2 |
| 12 | **Методологічні засади статистичного опрацювання результатів вимірювань.** Випадкові величини та їх характеристики. Розподіл чисельних значень результатів вимірювань. Види та характеристики розподілів (моменти розподілу 1…4 порядків). Кореляційно-регресійний аналіз. | 4 |
| 13 | **Представлення та аналіз результатів вимірювань.** Графічне та табличне представлення результатів вимірювань за допомогою засобів комп’ютерної техніки. | 2 |

**Лабораторні заняття**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ з/п | Тема заняття та ії зміст | Тривалість (годин) |
| 1 | Дослідження впливу навантаження на вихідний сигнал потенціометричного датчика | 4 |
| 2 | Повірка врівноваженого мосту | 4 |
| 3 | Повірка термоелектричних перетворювачів ДСП | 4 |
| 4 | Вимірювання температури пірометрами випромінювання | 4 |
| 5 | Вимірювання витрати газів стандартною діафрагмою та представлення результатів контролю | 8 |
| 6 | **Кількісне оцінювання якості вимірювань.** Розрахунок похибок вимірювань. Оцінювання сумарної похибки вимірювання. | 4 |
| 7 | **Характеристики інструментальних похибок.** Оцінювання основної та додаткової похибки засобів вимірювальної техніки. Похибки аналогових та цифрових приладів. Граничні похибки приладів зарубіжних виробників. | 4 |
| 8 | **Побудова кореляційно-регресійної залежності між масивами виміряних величин.** Етапи кореляційно-регресійного аналізу. Оцінка щільності та істотності кореляційного зв’язку. | 4 |
| 9 | **Аналіз концентрації та диференціації розподілів за допомогою програмного забезпечення.** Графічне зображення рядів розподілу. Гістограми. Показники варіації. Застосування моментів статистичного розподілу. | 4 |

**Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ з/п | Назва теми та ії зміст | Тривалість (годин) |
| 1 | **Принципи побудови вимірювальних інформаційних систем (ВІС)**  Структурний та функціональний аспекти розвитку ВІС. Вимірювальний, зв’язуючий, обчислювальний та інформаційний компоненти ВІС. Вимірювальні канали ВІС [ 7 ]. | 6 |
| 2 | **Вимірювання рівня рідини**  Рівнеміри: гідростатичні, механічні, радіоізотопні, ультразвукові, радарні та інш [ 5 ]. | 6 |
| 3 | **Мультіплексні лінії передачі інформації**  Функціональні елементи мультіплексних каналів інформаційного обміну [ 7 ]. | 9 |
| 4 | **Оцінювання впливу похибок, які є випадкові у часі**. Якісні характеристики похибок. Апроксимації функції щільності розподілу ймовірностей. Розсіювання результатів вимірювань [9,10]. | 3 |
| 5 | **Застосування результатів вимірювань у промисловості.** Класифікація видів контролю. Реалізація технічного контролю [7,13,14]. | 3 |

**Рекомендована література**

1. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: Конспект лекций /Сост. Н.В. Михайловский, С.В.Бейцун. - Днепропетровск, 2013. – 36 с.

2. Основы метрологии и электрические измерения. Учебник для вузов / Б.Я. Авдеев, Е.М. Антонюк, Е.М. Душин и др.; под редакцией А.М. Душина. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 480с.

3. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Іванько, Т.Г. Бойко; За ред.. проф. Є.С. Поліщука. – Львів: видавництво «Бескид Біт», 2003. – 544с.

4. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учебное пособие для ВУЗов / Н.Н. Евтихиев, Я.А. Купершнидт, В.Ф. Популовский и др. – М.: Энергоатомиздат,1990. – 352с.

5. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов / Г.М. Иванов, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 232с.

6. Методические указания к выполнению лабораторних по дисциплине «Технические средства автоматизации» для студентов специальности 21.03 / Сост.: В.С. Егоров, О.Е. Потап, Г.С. Щербина. – Днепропетровск, 1994. – 72с.

7. Надежные средства и системы технологического контроля / ООО НПП «ЭЛЕМЕР». Каталог 2008.

9. Дорожовець, М. Опрацювання результатів вимірювань/ М. Дорожовець. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2007. – 624 с.

10. Ціделко, В.Д. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання / В. Ціделко, Н. Яремчик. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2002. – 176 с.

11. Грановский, В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях/ В. Грановский, Т. Сирая. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1990. –   
288 с.

14. Бичківський, Р.В. Основи метрологічного забезпечення: Навчальний посібник/ Р. Бичківський, В. Зорій, П. Столярчук. – Львів: Держ. ун-т «Львівська політехніка», 2002. – 190 с.

15. Організація виконання кваліфікаційних робіт у Національній металургійній академії України: Навч. посібник / В.П. Іващенко,   
А.М. Должанський, А.К. Тараканов [та ін.]. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2016. – 92 с. (актуалізована редакція).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Укладачі:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | доцент , к.т.н. | Володимир ШИБАКІНСЬКИЙ | | | | доцент, к.т.н | Наталія Полякова | | | | В.о. завідувача кафедрою автоматизації виробничих процесів (АВП): | Володимир ШИБАКІНСЬКИЙ | | | | Завідувач кафедри систем якості, стандартизації та метрології | Анатолій Должанський | | | | Програму затверджно на засіданні Групи забезпечення якості освітньої програми «Теплоенергетика»  Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_ від \"\_\_\_\_\_\" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ р.  Голова Групи забезпечення | | | Юлія ШИШКО | | |  | | |  | | | Позгоджено: Начальник навчального відділу: | | Володимир Пульпінський | | | |