



# ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Третій (доктор філософії)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Галузь знань                                | <i>14 Електрична інженерія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Спеціальність                               | <i>144 Теплоенергетика</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Освітня програма                            | <i>ОНП Теплоенергетика</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Статус дисципліни                           | <i>Вибіркова</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Форма навчання                              | <i>очна(денна)/ очна(вечірня)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>2 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Обсяг дисципліни                            | <i>6,5 кредити, 195 годин</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи  | <i>екзамен</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Розклад занять                              | <i>Лекційні заняття – півтора рази на тиждень (один тиждень – два рази, другий тиждень – один раз); практичні заняття – один раз на два тижні</i>                                                                                                                                                                                    |
| Мова викладання                             | <i>Українська, англійська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектори:<br>укр.мова -д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович,<br><a href="mailto:varlamovgb@gmail.com">varlamovgb@gmail.com</a> <sup>1</sup><br>англ.мова-к.т.н., д.роц. Романова Катерина Олександрівна<br>Практичні: д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович,<br><a href="mailto:varlamovgb@gmail.com">varlamovgb@gmail.com</a> |
| Розміщення курсу                            | <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=e7dcd4d8584a">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=e7dcd4d8584a</a>                                                                                                                                                                                                  |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Метою** вивчення та засвоєння студентами навчальної дисципліни «Екологічні аспекти енерговиробництва» є формування у студента таких компетенцій:

*здатність виявляти наукову сутність енерго-екологічних проблем у сфері енерговиробництва, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання;*

*здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність);*

*здатність до самостійного аналізу стану експлуатації об'єктів теплоенергетики, освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності;*

*здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, математичного моделювання процесів, синтезу інформаційних матеріалів та інших методів;*

*здатність на підставі аналізу статичних, динамічних навантажень і режимних характеристик розробляти оптимальні режими експлуатації, здійснювати розробку заходів з модернізації та реконструкції обладнання, установок та систем з метою забезпечення високих показників енергетичної ефективності та екологічної чистоти енерговиробництва у т.ч. з*

<sup>1</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

використанням сучасних інноваційних підходів, обладнання, комп'ютерних програм, середовищ та методів математичного моделювання та моніторингу.

**Предметом<sup>2</sup>** навчальної дисципліни «Екологічні аспекти енерговиробництва» є технологічні особливості енергогенерування теплової та електричної енергії теплоенергетичними об'єктами з використанням органічного палива, енерго-екологічний комплексний аналіз умов експлуатації, оптимізація та управління теплообмінними та аеродинамічними процесами енерговиробництва, що протікають в різних енергетичних пристроях, установках і складних системах, а також пошук і вибір найбільш ефективних та екологічно безпечних технологічних схем та режимів їх роботи.

**Метою** навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які аспірант набуде після вивчення дисципліни:

- ЗК1** Здатність до критичного аналізу та синтезу, абстрактного мислення та генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.
- ФК1** Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з теплоенергетики та суміжних галузей.
- ФК4** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
- ФК5** Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.
- ФК6** Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- ПРН1** Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
- ПРН2** Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми теплоенергетики державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.
- ПРН4** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямів.
- ПРН5** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних

---

<sup>2</sup> Для нормативних дисциплін зазначається згідно матриці відповідності програмних компетентностей та результатів навчання в освітній програмі.

напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

**ПРН6** Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

**ПРН7** Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для вивчення дисципліни необхідні знання з предметів «Методи термодинамічного аналізу установок і систем», «Математичне моделювання та оптимізація теплоенергетичних процесів і систем», «Промислова екологія». На результатах навчання з даної дисципліни базується виконання науково-дослідних робіт, створення інноваційних проектів з модернізації та реконструкції теплоенергетичних об'єктів, розроблення нових інженерних рішень, розробка та представлення розділів наукової дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Структура і тенденції розвитку енергетики**

Тема 1.1. Роль енергетики в розвитку цивілізації. Енергетика і енергопостачання: основні поняття і визначення

Тема 1.2. Паливно-енергетичний комплекс. Енергогенеруючі потужності

Тема 1.3. Енергоспоживання як критерій рівня розвитку і добробуту суспільства. Енергетика і навколишнє середовище

### **Розділ 2. Паливно-енергетичні ресурси**

Тема 2.1. Природні ресурси. Висхідне органічне паливо

Тема 2.2. Склад і характеристики органічного палива

Тема 2.3. Нетрадиційні і поновлювальні енергоресурси. Вторинні енергоресурси

### **Розділ 3. Екологічні аспекти використання органічного палива в енергетиці**

Тема 3.1. Особливості використання органічного палива. Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин при спалюванні органічного палива

Тема 3.2. Характеристика шкідливих речовин в продуктах згорання палива і їх вплив на навколишнє середовище. Нормування вмісту шкідливих речовин у продуктах згорання органічного палива

### **Розділ 4. Вплив теплової енергетики на навколишнє природне середовище**

Тема 4.1. Газові та аерозольні забруднюючі викиди і їх шкідливий вплив

Тема 4.2. Тепловий та шумовий вплив об'єктів енергетики на навколишнє середовище

Тема 4.3. Екологічна експертиза та енерго-екологічний моніторинг паливоспалювальних енергооб'єктів

### **Розділ 5. Особливості визначення реального енерго-екологічного стану роботи теплоенергетичних установок**

Тема 5.1. Фактори і показники, що визначають енерго-екологічну ефективність теплоенергетичних об'єктів. Вплив термодинамічного фактору на показники екологічної безпеки ТЕС

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література:

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Маляренко В.А. Теплоенергетика та екологія. Підручник / Харків: «Видавництво САГА», 2008. – 234с.
2. Варламов Г.Б., Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник / Г.Б.Варламов, Г.М.Любчик, В.А.Маляренко В.А. - К.: Політехніка, 2003.–232с.
3. Варламов Г.Б., Романова К.О., Мухін М.С., Коваленко Г.Д. Сучасні виклики техногенно-екологічній безпеці теплоенергетики України – нові горизонти /XV Міжнародна науково-практична конференція Екологічна безпека: Проблеми і шляхи вирішення м. Харків, 9-13вересня 2019, С.46-51.
4. Варламов Г.Б. Загальні підходи до створення методологічних основ енерго-екологічного аналізу експлуатації об'єктів ПЕК / Г.Б.Варламов, К.О.Приймак, Х.Шварцова // Энергосбережение. –2013. – №10. – С.2–9.
5. Варламов Г.Б., Оліневич Н.В. Методологічні основи енерго-екологічного аналізу техногенного стану енергооб'єктів // VIII Міжнародна науково-практична конференція "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення": Зб.наук.ст. У2-х т. Т.2 / УкрНДІЕП. – Ч.: Райдер, 2012. – С.160-163.
6. Варламов Г.Б. Сучасні підходи в управлінні енергопідприємством на основі енерго-екологічних показників діяльності / Г.Б.Варламов, К.О. Приймак, Н.В. Оліневич, А.О. Піддубна, І.С. Дідик // Колективна монографія «Сучасні підходи до управління підприємством». -2015, – Черкаси: видавець Чабаненко Ю.А.,с.319-327.
7. Варламов Є.М., Квасов В.А., Брук В.В., Берешко І.М. Моніторинг навколишнього природного середовища. Концептуальні положення, 2016.-188с.
8. Варламов Є.М. Варламов Г.Б., Донець В.М., Катриченко Г.М., Шпаківський Р.В., Юрченко Л.Л. Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля. Нормативний документ. Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 478 від 24.12.2001. К.: Мінекоресурсів України . 2001. – 38с.
9. Закон України «Про екологічну експертизу» від 09.02.1995 // Екологія і закон. Київ. Юрінком Інтер. – 1998. – С. 68.
10. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища 158-VI ( 1158-17 ) від 19.03.2009, ВВР, 2009, N 30, ст.428.
11. Закон України “Про екологічний аудит” від 24.04.2004 № 1862-IV
12. ГКД 34. 02. 305 – 2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – К.: ОЕП “ГРІФРЕ”, 2002. – 43 с.
13. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Горбунов О.В., Мартиненко М.П. Методика екологічної експертизи енергооб'єктів // Региональные проблемы энергосбережения в децентрализованной теплоэнергетике.–К.:–2000.–С. 173–175.

##### Допоміжна література:

14. Варламов Г.Б., Ландау Ю.О., Маляренко В.А., Приймак Е.А. Экологические аспекты энергопроизводства. Энергетика на возобновляемых источниках = Environmental aspects of energy generation. Power engineering within renewable sources : Учебник. – К.: НТУУ «КПИ», 2014. – 376 с.
15. Маляренко В.А., Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Стольберг Ф.В., Широков С.В., Шутенко Л.Н. Энергетические установки и окружающая среда. Учебник –Харьков: ХГАГХ.–2002.– 398 с.
16. Варламов Г.Б., Александров А.А.,Маляренко В.А., Приймак Е.А. Топливно-энергетический комплекс = Fuel and Energy Complex : Учебник. – К.: НТУУ «КПИ», 2015. – 186с.– (Серия «Экологические аспекты энергопроизводства» = Environmental aspects of energy generation).
17. Варламов Г.Б., Магера Ю.М., Романова Е.А., Кучинская Т.С. Базовые теплоэнергетические установки = Fundamental thermal and power units : Учебник. – К.: НТУУ «КПИ», 2017. – 287с.–

(Серия «Экологические аспекты энергопроизводства» = *Environmental aspects of energy generation*)

18. Методика определения валовых и удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций// РД 34. 02.305 – 90 – М.: ВТИ, 1992. – 34 с.

19. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення: за станом на 27 березн. 2007р./ Міністерство екології та природних ресурсів України. – 2008. – 15с.

20. Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Голота И.Н. Общие условия экологической экспертизы энергообъектов, работающих на органическом топливе// Экотехнологии и ресурсосбережение, 2001, №6.–С. 53–57.

21. Бертокс Я., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. Пер. с англ. / Под ред. Я.Б. Черткова.–М.: Мир, 1980.–606 с.

22. Варламов Г.Б. Оцінка негативного впливу та концепція енерго-екологічного моніторингу паливовоспалювальних енергооб'єктів // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – №4. – С.53–57.

23. Любчик Г.Н., Г.Б. Варламов. Факторы, параметры и показатели экобезопасности энергетических объектов/ Г.Н.Любчик, // Экотехнологии и ресурсосбережение.- 2001.- № 2. – С. 53–58.

## Рекомендації

Сайт наукової бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://library.kpi.ua> в розділі «Електронні ресурси», підрозділі «Загальний електронний каталог НТБ» дозволяє знайти та замовити рекомендовану літературу до навчальної дисципліни та отримати доступ до електронних ресурсів бібліотеки та роботи з ними

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                      |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Лекції 1, 2.</b><br>Роль енергетики в розвитку цивілізації. Енергетика і енергопостачання: основні поняття і визначення.<br>Література: [1-3].                                                                           |
| 2     | <b>Лекції 3, 4.</b><br>Паливно-енергетичний комплекс. Енергогенеруючі потужності.<br>Література: [1,2,14-17].                                                                                                               |
| 3     | <b>Лекції 5, 6, 7</b><br>Енергоспоживання як критерій рівня розвитку і добробуту суспільства.<br>Енергетика і навколишнє середовище. Література: [1,2,14-17,21].                                                            |
| 4     | <b>Лекції 8, 9.</b><br>Природні ресурси. Вископне органічне паливо<br>Завдання на СРС: етапи та форми звітності енергоаудиту промислової котельні.<br>Література: [1,2,15-17].                                              |
| 5     | <b>Лекції 10, 11, 12.</b><br>Склад і характеристики органічного палива.<br>Література: [1,2,15-17].<br>Завдання на СРС: скласти ієрархічну структуру величин та накопичення даних екологічного аудиту промислової котельні. |
| 6     | <b>Лекції 13, 14, 15.</b><br>Нетрадиційні і поновлювальні енергоресурси. Вторинні енергоресурси                                                                                                                             |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Література: [1,2,14].<br>Завдання на СРС: алгоритм проведення, етапи та форми звітності за даними екологічного аудиту промислової котельні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | <b>Лекції 16, 17, 18.</b><br>Особливості використання органічного палива. Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин при горінні палива. Характеристика шкідливих речовин в продуктах згорання палива і їх вплив на навколишнє середовище. Нормування вмісту шкідливих речовин у продуктах згорання органічного палива.<br>Література: [1,2,6,8-13,15-21].<br>Завдання на СРС: Особливості, форми та алгоритм проведення, стратегія, характеристика основних етапів, основні параметри, величини, прилади контролю, аналіз та похибка якісного впливу різних факторів проведення ЕЕА промислової котельні. |
| 8  | <b>Лекції 19, 20, 21.</b><br>Газові та аерозольні забруднюючі викиди і їх шкідливий вплив. Тепловий та шумовий вплив об'єктів енергетики на навколишнє середовище<br>Література: [1,2,6,8-13,15-21].<br>Завдання на СРС: форми та зміст проведення ЕЕА промислової котельні, опис та аналіз даних основних етапів, систематизація та форми представлення результатів, прогнозування стану експлуатації промислової котельні за результатами попередніх даних ЕЕА.                                                                                                                                                     |
| 9  | <b>Лекції 22, 23, 24</b><br>Екологічна експертиза та енерго-екологічний моніторинг паливоспалювальних енергооб'єктів<br>Література: [1,2,5,7-13,15-22].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10 | <b>Лекції 25, 26, 27.</b><br>Фактори і показники, що визначають енерго-екологічну ефективність теплоенергетичних об'єктів. Вплив термодинамічного фактору на показники екологічної безпеки ТЕС. Технологічні, паливні і експлуатаційні фактори впливу на екологічну безпеку<br>Література: [1,2,5,8-13,15-23]                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### Практичні заняття

Основним завданням циклу проведення практичних занять є закріплення студентами лекційної частини дисципліни при знаходженні способів підвищення екологічної безпеки експлуатації теплоенергетичних установок.

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Практичне заняття 1</b><br>Аналіз енерго-екологічних особливостей застосування різних видів органічного палива на енергетичних об'єктах<br>Література: [1-5,15-17,21].                             |
| 2     | <b>Практичне заняття 2</b><br>Аналіз загального складу органічного палива, основні характеристики палива, що впливають на утворення шкідливих викидів котельних установок<br>Література: [1,2,15-17]. |
| 3     | <b>Практичне заняття 3, 4</b><br>Основні стадії спалювання органічного палива, характеристики продуктів згорання, системи контролю шкідливих викидів котла<br>Література: [1,2,15-20].                |

|   |                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <b>Практичне заняття 5, 6</b><br>Основні умови організації та методика проведення моніторингу енерго-екологічних параметрів та характеристик експлуатації енергетичних об'єктів.<br>Література: [1,2,7,8,11,12,15,19,21]. |
| 5 | <b>Практичне заняття 7</b><br>Умови та загальні положення проведення енерго-екологічної експертизи експлуатації енергетичних об'єктів Література: [1,2,5,9-13,18-20].                                                     |
| 6 | <b>Практичне заняття 8, 9</b><br>Умови проведення комплексного енерго-екологічного аналізу експлуатації енергетичних об'єктів, розробка рекомендацій з покращення екологічної безпеки Література: [1,2,4,5,16,17,22].     |

## 6. Самостійна робота аспіранта

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Кількість годин СРС |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1     | Паливно-енергетичний комплекс. Енергогенеруючі потужності Енергетика і навколишнє середовище<br>Література: [1,2,4,15-17].<br>Завдання на СРС: скласти ієрархію об'єктів ПЕК, привести приклади основних енергогенеруючих потужностей енергетичної галузі за рівнем енерговиробництва.<br>Перелічити основні види впливу енергетики на довкілля за видами та потужністю енергогенеруючих потужностей. | 22                  |
| 2     | Природні ресурси. Вископне органічне паливо Склад і характеристики органічного палива.<br>Література: [1,2,15,16].<br>Завдання на СРС: Навести класифікацію природних органічних паливних ресурсів та районів їх видобутку в країні. Скласти перелік органічного палива за теплотворною здатністю.                                                                                                    | 22                  |
| 3     | Нетрадиційні і поновлювальні енергоресурси. Вторинні енергоресурси.<br>Література: [1,2,14,].<br>Завдання на СРС: скласти класифікацію для країни нетрадиційних, поновлювальних та вторинних енергоресурсів за теплотворною здатністю.                                                                                                                                                                | 22                  |
| 4     | Особливості використання органічного палива. Закономірності утворення екологічно шкідливих речовин при горінні палива<br>Література: [1,2,6,8-13,15-21].<br>Завдання на СРС: класифікувати валові шкідливі викиди при спалюванні органічного палива за величиною екологічної агресивності та ГДК                                                                                                      | 22                  |
| 5     | Характеристика шкідливих речовин в продуктах згорання палива і їх вплив на навколишнє середовище. Нормування вмісту шкідливих речовин у продуктах згорання органічного палива<br>Література: [1,2,6,8-13,15-21].<br>Завдання на СРС: навести розгорнуту характеристику шкідливого впливу димових газів на навколишнє середовище при спалюванні органічного палива у енергетичних котлах               | 22                  |
| 6     | Екологічна експертиза та енерго-екологічний моніторинг паливоспалювальних енергооб'єктів<br>Література: [1,2,5,7-13,15-22].                                                                                                                                                                                                                                                                           | 13                  |

|  |                                                                                                                                                                               |     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|  | Завдання на СРС: розробити та перерахувати основні та допоміжні параметри для контролю експлуатації енергетичних об'єктів за енерго-екологічними характеристиками моніторингу |     |
|  | <u>Всього</u>                                                                                                                                                                 | 123 |

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- на заняттях дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації та виконання індивідуальних завдань;
- захист практичних завдань відбувається під час занять у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
  - відсутність на занятті без поважної причини                      мінус 5 балів;
  - несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання МКР            мінус 5 балів;
  - участь в олімпіаді з дисципліни, розробка ситуаційних вправ, тестових завдань та задач з курсу, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.;

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Види контролю знань аспірантів з дисципліни:**

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР (дві частини);
- відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

**Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує за:**

- 1) шість відповідей в середньому кожного аспіранта на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 аспіранти; при середній чисельності групи 10 осіб і двадцяти семи лекційних заняттях (54 години) отримуємо:  $2 \cdot 27 / 10 \approx 6$  відповідей);
- 2) дві відповіді в середньому кожного аспіранта на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 аспіранти; при середній чисельності групи 10 осіб і семи практичних заняттях (18 годин) отримуємо:  $2 \cdot 9 / 10 \approx 2$  відповіді);
- 3) виконання завдань СРС;
- 4) виконання однієї МКР;
- 5) відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

**Система рейтингових балів та критерії оцінювання**

#### 1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях:  $r_1 = 2 \text{ бали} \times 6 = 12$  балів.

Критерії оцінювання:

2 бали – повна вірна відповідь на поставлене запитання; 1 бал – відповідь має несуттєві помилки; 0 балів – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

#### 2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях:  $r_2 = 2 \text{ бали} \times 2 = 4$  бали.

*Критерії оцінювання:*

2 бали – повна вірна відповідь на поставлене запитання; 1 бал – відповідь має несуттєві помилки; 0 балів – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

### **3. Виконання завдань СРС**

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів аспіранта 36 (видається шість завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі):  $r_3 = 6 \text{ бал} \times 6 = 36 \text{ балів}$ . Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

*Критерії оцінювання:*

6 балів – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 3 бали – не в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 0 балів – не вчасно надана відповідь або ненадана відповідь.

*Штрафні бали:*

– несвоєчасне представлення виконаного завдання СРС без поважної причини (хвороба) – -3 бали.

*Заохочувальні бали*

– участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозіумах – 5 балів.

### **4. Модульна контрольна робота (МКР)**

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини – 4. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює  $r_4 = 4 \times 2 = 8 \text{ балів}$ .

*Критерії оцінювання:*

4 бали – повна вірна відповідь на завдання; 3 бали – відповідь має несуттєві похибки; 2 бали – неповна відповідь; 0...1 бал – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

### **5. Відповіді на екзамені**

Екзамен проводиться у письмово-усній формі. Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Перші два теоретичних питання оцінюються по 10 балів, а третє – 20 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконане завдання  $10+10+20 = 40 \text{ балів}$ .

*Критерії оцінювання:*

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 (18...20) балів;

достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 (14...17) балів;

неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 5...6 (11...13) балів;

незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 50% потрібної інформації та помилки) – менше 5 (10) балів.

*Штрафні бали:*

додаткове питання з тем лекційного курсу отримують аспіранти, які не брали участі у роботі певного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 3 бали.

### **Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $R_d$ ):**

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + r_4.$$

де  $R_i$  — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг:  $R_c = 12+4+36+8 = 60 \text{ балів}$ .

Необхідною умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС, захист розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше  $0,4 \times R_c = 24$  балів.

Аспіранти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 24 бали, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Екзаменаційна складова  $R_E$  шкали дорівнює:  $R_E = 40$  балів.

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

| Кількість балів           | Оцінка       |
|---------------------------|--------------|
| 100-95                    | Відмінно     |
| 94-85                     | Дуже добре   |
| 84-75                     | Добре        |
| 74-65                     | Задовільно   |
| 64-60                     | Достатньо    |
| Менше 60                  | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено  |

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100-бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання студентом умов допуску до екзамену. Аспірантам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто  $R_c \geq 54$ ), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 60 + \frac{40 \cdot (R_i - R_D)}{(R_c - R_D)},$$

де  $R$  – оцінка за 100-бальною шкалою;

$R_i$  – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

$R_c$  – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

$R_D$  – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** зав.каф., д.т.н., проф. Варламов Геннадій Борисович

**Ухвалено** кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 14 від 24.06.2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 10 від 25.06.2020р.)