



МАЛОВИТРАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/ очна(вечірня)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – один раз на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська, англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: укр.мова -д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович, varlamovgb@gmail.com ¹ англ.мова-к.т.н., доц. Романова Катерина Олександрівна romanova_ko@ukr.net Практичні: д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович, varlamovgb@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=e7dcd4d8584a

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення та засвоєння студентами навчальної дисципліни «Маловитратні технології підвищення комплексної ефективності 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 освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності;

¹ 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.

здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу та інших методів;

здатність на підставі аналізу статичних, динамічних навантажень і режимних характеристик розробляти оптимальні режими експлуатації, розробляти заходи і здійснювати модернізацію та реконструкцію обладнання, установок та систем з метою забезпечення високих показників енергетичної ефективності та екологічної чистоти у т.ч. з використанням сучасних новітніх засобів, пристроїв та технологій енергообміну у системах енерговиробництва;

здатність застосовувати сучасні комп'ютерні середовища, математичне моделювання, системи моніторингу, бази даних та методи комплексного системного аналізу.

Предметом² навчальної дисципліни «Маловитратні технології підвищення комплексної ефективності енерговиробництва» є визначення стану теплоенергетичного устаткування та розробка заходів з покращення комплексних показників його експлуатації за рахунок оптимізації та ефективного управління енергетичними, теплообмінними і аеродинамічними процесами та режимами роботи теплоенергетичного об'єкту (ТЕО), впровадження сучасних методів та технологій з отриманням позитивного ефекту з мінімальним терміном окупності витрат.

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.
- ФК2** Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень з теплоенергетики.
- ФК4** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
- 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.
- ПРН3** Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- ПРН5** Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у

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

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 «Тепломасобмін», «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, інженерних і дипломних проєктів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Системний аналіз та технологічне передбачення ресурсних і екологічних проблем глобального і регіонального енергоспоживання

Тема 1.1. Аналіз сучасного стану паливно-енергетичного комплексу

Тема 1.2. Системний аналіз та технологічне передбачення ресурсних і екологічних проблем глобального і регіонального енергоспоживання

Тема 1.3. Особливості впливу теплоенергетичних об'єктів на навколишнє середовище

Розділ 2. Аналіз існуючих програм та методів підвищення енергоефективності об'єктів теплоенергетики

Тема 2.1. Перелік факторів та напрямків покращення комплексних показників енерговиробництва

Тема 2.2. Особливості та переваги сучасних технологій підвищення енерго-екологічної ефективності процесів спалювання в енергоустановках

Тема 2.3. Перспективні дослідження та розробки щодо вдосконалення теплоенергетичних установок

Розділ 3. Організаційні та економічні методи підвищення комплексної ефективності енерговиробництва

Тема 3.1. Особливості оцінки діяльності енергопідприємств за економічними показниками

Тема 3.2. Економічні важелі регулювання умов енерговиробництва

Тема 3.3. Екологічна таксація, як основа тарифікації енерговиробництва і джерело фінансування реабілітації теплоенергетики

Розділ 4. Наукові засади створення ефективних енерго-екологічних технологій паливоспалювання в енергетиці

Тема 4.1. Концепція уніфікованого малотоксичного пальника

Тема 4.2. Використання ефектів насадка Борда для створення уніфікованого енергоекологічного пальника

Тема 4.3. Властивості мікрофакельних пальникових систем

Розділ 5. Технології підвищення енерго-екологічної ефективності теплоенергетичних об'єктів

Тема 5.1. Методологія забезпечення високого рівня енерго-екологічної ефективності експлуатації енергетичних об'єктів на основі ГТУ

Тема 5.2. Застосування мікрофакельної технології спалювання газоподібного палива у камерах згорання ГТУ

Тема 5.3. Когенерація як засіб підвищення екологічної безпеки теплоенергетичних об'єктів

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 Є.М., Квасов В.А., Брук В.В., Берешко І.М. Моніторинг навколишнього природного середовища. Концептуальні положення, 2016.-188с.
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. 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.
6. Варламов Г.Б. Особливості застосування організаційних методів підвищення екологічної безпеки теплоенергетичних об'єктів // Энергетика та електрифікація. 2008, №4, с.53-56.
7. Варламов Г.Б. Любчик Г.М. Оліневич І. В. Сучасні тенденції підвищення екологічної безпеки об'єктів теплоенергетики // Энергетика та електрифікація. 2008, №10, с.11-14.
8. Варламов Г.Б. Оцінка негативного впливу та концепція енерго-екологічного моніторингу паливоспалювальних енергооб'єктів // Экотехнологии и ресурсосбережение.–2001.–№ 4.–С.66-70.
9. Варламов Г.Б., Любчик Г.М. Аналіз доцільності впровадження економічних важелів екологічного регулювання енерговиробництва // Энергетика и электрификация.–2003.–№8.–С. 49-56.
10. Варламов Г.Б. Екологічна таксація, як основа тарифікації енерговиробництва і джерело фінансування реабілітації теплоенергетики // Энергетика и электрификация.–2003.–№11-12.– С. 27-32.
11. ГКД 34. 02. 305 – 2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – К.: ОЕП “ГРІФРЕ”, 2002. – 43 с.
12. 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.: Мінкоресурсів України . 2001. – 38с.
13. Комплексний аналіз ефективності експлуатації теплоенергетичного об'єкту: Вказівки до виконання практичних занять [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здоб. третього освітньо-наукового рівня вищої освіти за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім.Ігоря Сікорського; уклад: Г.Б. Варламов, К.О. Романова. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2021. – 80 с.
14. Закон України “Про екологічний аудит” від 24.04.2004 № 1862-IV.
15. 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.
16. Любчик Г.М., Варламов Г.Б., Говдяк Р.М., Чабанович Л.Б., Шелковський Б.І. Методологія екологічного аналізу енергетичних об'єктів, систем та територій (ЕО С та Т). // Энергетика и электрификация. 2005. № 3 с. 50-55.

17. Варламов Г.Б., Позняков П.О., Юрашев Д.Н. Комплексні дослідження енерго-екологічних показників експлуатації ГТУ у складі газоперекачувального агрегату типу ГТК-10. В кн. «Научные и прикладные вопросы промышленного газотурбостроения». –Scientific and Applied of Industrial Gas Turbine Engineering . – под ред.Халатова А.А. – ИТТФ НАНУ. – Киев , 2014, Т.2,- С.634-647.

18. Приймак К.О., Варламов Г.Б., Олінович Н.В., Дащенко О.П. Дослідне випробування методології комплексної параметричної ідентифікації фактичних характеристик енергетичного об'єкту / «Енергетика: економіка, технології, екологія». Наукометр.база №1(39)-2015.-С.47-56.

Допоміжна література

19. Методичні рекомендації щодо заповнення енергетичного паспорту споживача паливно-енергетичних ресурсів. – [Протокол № 24 від 12.03. 2012р].-К: Рішення Ради Некомерційного Партнерства СРО «Об'єднання енергоаудиторів,2012. – (Загальні вимоги)

20. Варламов Г.Б., Александров А.А., Маляренко В.А., Приймак Е.А. Топливо-энергетический комплекс = Fuel and Energy Complex : Учебник. – К.: НТУУ «КПИ», 2015. – 186с.– (Серия «Экологические аспекты энергопроизводства» = Environmental aspects of energy generation).

21. Варламов Г.Б., Любчик Г.Н. Использование методов технологического предвидения для анализа ресурсных и экологических проблем энергопотребления. / В кн. “Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса: проблемы и возможности.” Под общей редакцией Вороновского Г.К., Недина И.В. К.: Знания Украины. – 2004. – С.55-63

22. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» від 9 березня 1999 р. № 343.

23. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища 158-VI (1158-17) від 19.03.2009, ВВР, 2009, N 30, ст.428.

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

25. 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.

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

27. 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.

28. Варламов Г.Б., Марчук Я.С., Беккер М.В., Любчик Г.М. , Камаев Ю.М., Позняков П.О., Кузьменко Д.О. Трубчаста технологія газоспалювання – прорив у енергозбереженні та екологічності транспортування природного газу // Нафтова і газова енергетика №1 (12) 2010р. с. 60-63.

29. Варламов Г.Б., Приймак К.О., Алгоритм параметричної ідентифікації фактичних характеристик газоперекачувального агрегату компресорної станції. // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит №12 (94) 2011р. с. 10-13.

30. Варламов Г.Б., Позняков П.О., Юрашев Д.М. Комплексні дослідження енерго-екологічних показників експлуатації ГТУ у складі газоперекачувального агрегату типу ГТК-10. // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит №01 (95) 2012р. с. 15-25.

31. Варламов Г.Б., Камаев Ю.Н., Позняков П.О., Юрашев Д.Н. Улучшение характеристик камеры сгорания газотурбинного двигателя за счет использования трубчатой технологии газосжигания. // Газотурбинные технологии №03 (104) 2012г. с. 2-8.

32. Варламов Г.Б., Камаев Ю.Н., Позняков П.О., Юрашев Д.Н. Модернизация горелочной системы газотурбинного двигателя ДН80 с использованием трубчатой технологии газосжигания. В кн. «Научные и прикладные вопросы промышленного газотурбостроения». –Scientific and Applied of

Industrial Gas Turbine Engineering . – под ред.Халатова А.А. – ИТТФ НАНУ. – Киев , 2014, Т.2,- С.620-633.

33.Варламов Г.Б., Халатов А.А., Позняков П.О., Юрашев Д.Н. Новое поколение горелочных систем ГТУ на основе трубчатой технологии сжигания газа. В кн. «Научные и прикладные вопросы промышленного газотурбостроения». –Scientific and Applied of Industrial Gas Turbine Engineering . – под ред.Халатова А.А. – ИТТФ НАНУ. – Киев , 2014, Т.2,- С.659-671.

34.Варламов Г.Б., Приймак К.О., Варламов Д.Г. Спосіб уніфікованого трубчастого спалювання газоподібного палива. Патент України на корисну модель, № 87785, 25.02.2014 р., бюл. № 4, 4 стор.

35.Варламов Г.Б., Родинков С.Ф., Приймак Е.А., Олиневич Н.В., Варламов Д.Г. Низкоэмиссионная газовая горелка трубчатого типа с направленным воздушным потоком. Евразийский патент ЕАПО, № 019766, 10.04.2014г., бюл.№6 В1 30.06.2014.

36.Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Маляренко В.А., Стольберг Ф.В., Шутенко Л. Н. Базовые энергоустановки и технологии производства энергии с учетом экологических аспектов // Часть I «Энергогенерирующие установки на органическом топливе».– Харьков: ХГАГХ.– 2001.– 210 с.

37. Любчик Г.Н., Варламов Г.Б. Новая технология создания и использования эффективных и высокоэкологических горелочных устройств для энергетических котлов и камер сгорания ГТУ и ПГУ / В кн. “Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса: проблемы и возможности.” Под общей редакцией Вороновского Г.К., Недина И.В. К.: Знания Украины. – 2004. – С.115-121.

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	Лекція 1, 2 Системний аналіз та технологічне передбачення ресурсних і екологічних проблем глобального і регіонального енергоспоживання Література: [1-3,21,26].
2	Лекції 3, 4 Аналіз існуючих програм та методів підвищення енергоефективності об'єктів теплоенергетики Література: [4-6,11,12,14,19,22,23,25]. Завдання на СРС: Особливості, форми та алгоритм проведення, стратегія, характеристика основних етапів, основні параметри, величини, прилади контролю, аналіз та похибка якісного впливу різних факторів на комплексні показники експлуатації теплоенергетичних об'єктів.
3	Лекції 5, 6 Організаційні та економічні методи підвищення комплексної ефективності енерговиробництва Література: [5-10,37].
4	Лекції 7, 8 Наукові засади створення ефективних енерго-екологічних технологій

	паливоспалювання в енергетиці Література: [1,2,5, 28,30-37].
5	Лекції 9, 10, 11 Технології підвищення енерго-екологічної ефективності теплоенергетичних об'єктів Література: [1,2,5,6,28-37]. Завдання на МКР: розробити алгоритм та перелік параметрів та величин для проведення комплексного аналізу умов експлуатації теплоенергетичного устаткування для конкретного ТЕО (конкретний агрегат визначається викладачем).
6	Лекції 12, 13 Когенерація як засіб підвищення екологічної безпеки теплоенергетичних об'єктів Література: [1,2,34-37].

Практичні заняття

Основним завданням циклу проведення практичних занять є закріплення студентами лекційної частини дисципліни при знаходженні способів та засобів підвищення комплексних показників енерго-екологічної ефективності експлуатації ТЕО та конкретних теплоенергетичних установок.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Практичне заняття 1 Визначення та аналіз енергетичної ефективності котельного агрегату ТЕО Література: [1,2,4,13,16-19].
2	Практичне заняття 2 Визначення та аналіз екологічної безпеки експлуатації котельного агрегату ТЕО Література: [1,2,8,11,13-17,24,25,27].
3	Практичне заняття 3 Визначення показників комплексної енерго-екологічної ефективності котла ТЕО Література: [1,7,8,13,17-19,24,25,36].
4	Практичне заняття 4 Підведення підсумків щодо проведення аналізу енергетичної ефективності котельного агрегату ТЕО за варіантами індивідуальних завдань Література: [1,2,4,13,16-19].
5	Практичне заняття 5 Підведення підсумків щодо проведення аналізу екологічної безпеки котельного агрегату ТЕО за варіантами індивідуальних завдань Література: [1,2,8,11,14-17,24,25,27].
6	Практичне заняття 6 Підведення підсумків щодо проведення аналізу комплексної енерго-екологічної ефективності котла ТЕО за варіантами індивідуальних завдань Література: [1,7,8,13,17-19,24,25,36].
7	Практичне заняття 7 Обговорення заходів з підвищення комплексної енерго-екологічної ефективності котла ТЕО. Підведення підсумків [1,7,8,13,17-19,24,25,36].

6. Самостійна робота аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Особливості, форми та алгоритм проведення енергетичного аудиту показники експлуатації ТЕО. Література: [1,2,4,13,16-19].	11

	Завдання на СРС: скласти алгоритм проведення енергетичного аудиту показники експлуатації ТЕО (конкретного агрегату за завданням викладача)	
2	Розробка стратегії та основних етапів проведення енергетичного аудиту, визначення основних параметрів, величини та приладів проведення моніторингу, аналіз точності вимірювань з визначенням похибки параметрів та показників експлуатації ТЕО. Література: [1,2,4,13,16-19]. Завдання на СРС: скласти послідовність та перелік основних параметрів, величин та приладів проведення моніторингу, описати методологію визначення похибки параметрів та показників	11
3	Особливості, форми та алгоритм проведення екологічного аудиту показників експлуатації теплоенергетичних об'єктів. Література: [1,2,8,11,13-17,24,25,27]. Завдання на СРС: скласти алгоритм проведення екологічного аудиту показники експлуатації ТЕО (конкретного агрегату за завданням викладача)	11
4	Розробка стратегії та основних етапів проведення екологічного аудиту, визначення основних параметрів, величини та приладів проведення моніторингу, аналіз точності вимірювань з визначенням похибки параметрів та показників експлуатації ТЕО. Література: [1,2,8,11,13-17,24,25,27]. Завдання на СРС: скласти послідовність та перелік основних параметрів, величин та приладів проведення моніторингу, описати методологію визначення похибки параметрів та показників	12
5	Особливості, форми та алгоритм проведення комплексного енерго-екологічного аналізу показників експлуатації теплоенергетичних об'єктів. Література: [1,7,8,13,17-19,24,25,36]. Завдання на СРС: скласти алгоритм проведення комплексного енерго-екологічного аналізу показників експлуатації ТЕО (конкретного агрегату за завданням викладача)	12
6	Розробка стратегії та основних етапів проведення комплексного енерго-екологічного аудиту, визначення основних параметрів, величини та приладів проведення моніторингу, аналіз точності вимірювань з визначенням похибки вимірювань параметрів та показників експлуатації ТЕО. Література: [1,7,8,13,17-19,24,25,36]. Завдання на СРС: скласти алгоритм проведення комплексного енерго-екологічного аналізу показників експлуатації ТЕО (конкретного агрегату за завданням викладача)	12
7	Здійснення аналізу якісного впливу різних факторів на комплексні показники експлуатації теплоенергетичних об'єктів .Література: [1-3,8,13,17,30,36,37]. Завдання на СРС: проаналізувати якісного впливу окремих факторів на комплексні показники експлуатації ТЕО (конкретного агрегату за завданням викладача)	12
	<u>Всього</u>	81

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 на практичному занятті у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
 - відсутність на практичному 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 дисципліни, 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) три відповіді в середньому кожного аспіранта на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 аспіранти; при середній чисельності групи 10 осіб і двадцяти шести лекційних занять (52 години) отримуємо: $2 \cdot 13 / 10 \approx 3$ відповіді);
- 2) дві відповіді в середньому кожного аспіранта на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 3 аспіранти; при середній чисельності групи 10 осіб і семи практичних занять (13 годин) отримуємо: $3 \cdot 7 / 10 \approx 2$ 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 — 3. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях: $r_1 = 3 \text{ бали} \times 3 = 9$ балів.

Критерії оцінювання:

3 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **2 бали** — відповідь має несуттєві похибки; **1 бал** — неповна відповідь; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів аспіранта на всіх заняттях: $r_2 = 3 \text{ бали} \times 2 = 6$ балів.

Критерії оцінювання:

3 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **2 бали** — відповідь має несуттєві похибки; **1 бал** — неповна відповідь; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання завдань СРС

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів аспіранта 35 (видається сім завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі): $r_3 = 5 \text{ балів} \times 7 = 35$ балів.

Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

5 бали – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 2 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) – -2 бал.

Заохочувальні бали

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

4. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини – 5. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_4=5 \times 2 = 10$ балів.

Критерії оцінювання:

5 балів – повна вірна відповідь на завдання; 4 бали – відповідь має несуттєві похибки; 3 бали – неповна відповідь; 0...2 бали – 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 $10+10+20 = 40$ 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: $R_c = 9+6+35+10 = 60$ 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.)