



Теплообмінні апарати

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>ОПП Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити, 60 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – один раз на два тижні; практичні заняття – один раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: укр. мова - к.т.н, доц. Фуртат Ірина Едуардівна, i.e.furtat@gmail.com Практичні: к.т.н, доц. Фуртат Ірина Едуардівна, i.e.furtat@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=218283

Програма освітнього компонента

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

Предметом навчальної дисципліни «Теплообмінні апарати» є вивчення основ теорії і розрахунку теплообмінних апаратів. Теплообмінники, враховуючи їх широке розповсюдження в різноманітних теплоенергетичних і теплотехнічних установках, обрано об'єктом проектування.

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

- ЗК3 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК9 Здатність приймати обґрунтовані рішення
- ФК1 Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- ФК2 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.
- ФК7 Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.
- ФК8 Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК 13 Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики.

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

ПРН 1 Знати і розуміти математику, фізику, хімію, екологію, економіку на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

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 5 Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН 9 Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН 12 Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

ПРН 19 Вміти розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.

ПРН 20 Вміти розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати їх ефективність і загальну економічність

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Передумовою вивчення освітнього компоненту є засвоєння знань з освітніх компонентів, що викладаються попередньо, а саме: «Вища математика», «Фізика», «Гідрогазодинаміка», «Технічна термодинаміка», «Інформаційні технології», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Технічна механіка». В свою чергу знання в області теплообмінних апаратів забезпечують повноцінне сприйняття та вивчення таких наступних професійно-орієнтованих дисциплін навчальних планів: «Теплотехнологічні процеси і установки», «Котельні установки промислових підприємств», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Теплові мережі», «Використання нетрадиційних джерел енергії», «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв», «Спеціалізоване тепломасообміну», «Проектування теплоенергетичних установок». На результатах навчання з даного освітнього компоненту базується виконання науково-дослідних робіт, інженерних і дипломних проєктів.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ.

1.1. Характеристики теплообмінних апаратів.

Розділ 2. ТЕПЛОВИЙ І ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНКИ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ.

2.1. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінників.

2.2. Методика теплового розрахунку регенераторів.

2.3. Основи гідравлічного розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів.

Розділ 3. ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ.

3.1. Теплообмінники труба в трубі.

3.2. Кожухотрубні теплообмінники з однофазними потоками.

3.3. Теплообмінники із зміною агрегатного стану теплоносіїв: конденсатори та випарники.

3.4. Кожухотрубні парогенератори - рейбойлери.

Розділ 4. ПЛАСТИНЧАСТІ ТЕПЛООБМІННИКИ.

4.1. Конструкції і застосування пластинчастих теплообмінників.

Розділ 5. ТЕПЛООБМІННИКИ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ.

5.1. Типи теплообмінників повітряного охолодження.

5.2. Системи оребрених труб для повітряних охолоджувачів.

Розділ 6. КОМПАКТНІ ТЕПЛООБМІННИКИ.

6.1 Конфігурації і геометричні параметри теплообмінників.

6.2. Теплообмінники із великою кількістю теплоносіїв.

6.3. Теплові труби.

Розділ 7. ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ СУТТЄВИХ ГАБАРИТІВ.

7.1. Топки і камери згорання.

7.2. Градирні.

7.3. Сушильні установки.

Розділ 8. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООБМІННИКІВ.

8.1. Загальні принципи механічного розрахунку.

8.2. Механічний розрахунок загальних типів теплообмінників.

Розділ 9. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ.

9.1. Елементи конструкцій і особливості їх конструювання для кожухотрубних теплообмінників.

9.2. Прогнозування і удосконалення конструкцій теплообмінників.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Розрахунок теплообмінних апаратів [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійної програми «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження», освітньо- кваліфікаційного рівня «бакалавр». / Укладачі: І.О. Назарова, Н.О. Притула; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,6 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 51 с.
2. Теплообмінники теплових схем паротурбінних установок. Ч.І. Поверхневі теплообмінники [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика», спеціалізації «Теплові електричні станції та установки»/ Л.О.Кесова, Ю.М.Побіровський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 115 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, О.П. Ломейко. Мелітополь, 2020. 300

4. Таранова, Л. В. Т 19 Теплообменные аппараты и методы их расчета : учебное пособие / Л. В. Таранова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. – 198 с.
5. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Солнышкова Ю.С., Пророкова М.В. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2014. – 124 с
6. Савельев Н.И Расчет и проектирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: учеб. пособие / Н.И. Савельев, П.М. Лукин. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2010. – 80 с
7. Тепломассообменное оборудование предприятий: краткий курс лекций для обучающихся 3 курса направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Сост.: В.А. Глухарев // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2017. – 120 с.
8. Дахин О. Х. Теплообменные аппараты: учеб. пособие/ О. Х. Дахин, Н. О. Сиволобова/ ВолгГТУ. - Волгоград, 2006. - 96 с
9. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Т 19 Теплообменные аппараты ТЭС: учеб. пособие для вузов. — 4-е изд., дополненное. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 269 [3] с.
10. Теплообменные аппараты ТЭС [Электронный ресурс] : справочник: в 2 кн. Кн. 1 / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю.Г. Назмеева и проф. В.Н. Шлянникова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016.
11. Теплообменные аппараты ТЭС [Электронный ресурс]: справочник: в 2 кн. Кн. 2 / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю.Г. Назмеева и проф. В.Н. Шлянникова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016

Допоміжна література

12. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Кн. 2. – 4-е изд., – М.: Машиностроение, 1973. – 576с., ил.
13. Бажан П.И. и др. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989. – 368с., ил.
14. Бакластов А.М. и др. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 336с., ил.
15. Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов. Учебник для студентов вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 560с., ил.
16. Гетьман О.Г., Білицька Н.В., Баскакова Г.В., Шепель В.П. Читання та деталювання креслеників загального виду. Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 112с.
17. Кошкин Н.Н. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л.: Машиностроение, 1976. – 510с., ил.
18. Лебедев П.Д., Щукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. (Курсовое проектирование). Учеб. пособие для энергетических вузов и факультетов. – М.: Энергия, 1970. – 356с., ил.
19. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.М. Теплообменная аппаратура химических производств. – Л.: Химия, 1976. – 460с., ил.
20. Пермьяков В.А., Левин В.С., Дивова Г.В. Теплообменники вязких жидкостей, применяемые на электростанциях. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983. – 176с., ил.
21. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 588с.: ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника: Кн. 4).

22. *Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т. 1 / Пер. с англ., под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560с., ил.*
23. *Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352с.: ил.*
24. *Теплообменные аппараты холодильных установок / Под ред. Г.Н. Даниловой. – М.: Машиностроение, 1986. – 560с., ил.*
25. *Фраас А., Оцисик М. Расчет и конструирование теплообменников. – М.: Атомиздат, 1971. – 358с.*
26. *Стандартные кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего назначения. Каталог. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1982. – 33 с.*
27. *Пластинчатые теплообменные аппараты/ А.М.Тарадай, О.И.Гуров, Л.М.Коваленко; под ред. Н.М.Зингера Х.: Прапор, 1995. – 60с.*
28. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с., ил.*

Навчальний контент

5. Методика опанування 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 Призначення, класифікації теплообмінних апаратів та основні схеми руху теплоносіїв. Комбіновані рекуперативні теплообмінники та конструктивні особливості теплообмінної поверхні. Рівняння теплового балансу та теплопередачі, проектний і перевірочний розрахунки рекуперативних теплообмінників. Визначення середнього температурного напору для основних схем руху теплоносіїв при проектному розрахунку, порівняння прямого, протитоку, перехресного току і складних схем руху теплоносіїв. Розподіл температур теплоносіїв по поверхні та перевірочний тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінників. Література: [1,4,8-11].
2	Лекція 2 Характер зміни температур робочих середовищ і насадки в період нагріву і охолодження. Температурний коефіцієнт, коефіцієнт акумуляції тепла. Квазістаціонарний періодичний режим роботи регенератора. Особливості в методиці теплового розрахунку регенеративних теплообмінників, коефіцієнт теплопередачі за цикл. Вираз для повного падіння тиску в теплообміннику. Втрати напора на подолання опору тертя, від місцевих опорів, на подолання самотяги та втрати напора, спричинена прискоренням потоку. Потужність, що необхідна для переміщення теплоносія. Література: [1,4,8-11,13].
3	Лекція 3 Області застосування, розрахунок параметрів, особливості експлуатації теплообмінників труба в трубі. Загальні положення і наближений розрахунок кожухотрубних теплообмінників. Вихідні дані, рекомендовані значення, розрахунок допоміжних параметрів. Методи теплогидравлічного розрахунку потоку в міжтрубному просторі. Розрахунок тепловіддачі і втрат тиску в ідеальних пучках труб та в міжтрубному просторі. Теплообмінники із сегментними перетинками. Розрахунок різних конструкцій кожуха і пучку труб. Література: [1,4,8-11,13].

4	Лекція 4 Типи конденсаторів та випарників. Схеми підключення та особливості конструкцій. Оцінка тепловіддачі, визначення теплопередачі, розрахунок втрат тиску та середньої різниці температур. Проектування. Конденсація сумішей та багатокомпонентна конденсація. Теплообмін при кипінні в умовах вимушеної течії в трубах. Тепловий розрахунок і визначення втрат тиску. Витратні і істинні параметри двофазного потоку. Режими течії і структура двофазних потоків при течії паро рідинної суміші в вертикальних і горизонтальних трубах. Залежність тепловіддачі від швидкості циркуляції, об'ємного паровмісту і густини теплового потоку. Розрахунок тепловіддачі в трубах. Література: [2,3,8-11].
5	Лекція 5 Типи гофрованих пластин. Типи ребристих поверхонь. Фактори, які визначають характеристики пластин. Коефіцієнти гідравлічного опору. Коефіцієнти теплопередачі. Визначення тепло гідравлічних характеристик при течії між пластинами. Розташування пластин, поправочні множники, відкладення, теплове перемішування, застосування двофазних потоків. Пучки труб і тепловий розрахунок. Природна конвекція повітря. Прокачка повітря вентилятором. Види оребрення. Пучки оребрених труб. Природна і вимушена конвекція повітря. Безрозмірний опис, числа і критерії подібності для таких процесів, їх фізичний зміст; загальний вигляд рівнянь подібності. Література: [2-5,8,9].
6	Лекція 6 Геометричні параметри теплообмінників. Конфігурації пластинчасто-ребристих поверхонь. Тепло гідравлічні характеристики. Поверхні при ламінарному режимі течії. Співвідношення для розрахунку тепловіддачі і коефіцієнтів тертя. Параметри для порівняння ефективності поверхонь. Розрахунок перепаду тиску. Конденсація і випаровування в пластинчасто-ребристих теплообмінниках. Циркуляція і передача теплоти. Розподіл температури і радіальний тепловий потік. Вибір робочого середовища і обмеження потужності. Характеристики капілярних структур. Література: [4,8-11,27].
7	Лекція 7 Технологічні нагрівники і парові котли. Теплопередача в топках. Моделі стрижневої течії. Зонна модель топки. Модель потоку, який перемішується. Тепловий розрахунок. Градирні із природною тягою. Градирні із примусовою тягою. Гібридні градирні. Література: конспект лекцій; (Л12), с.120-134. Процес сушіння і його характеристики. Визначення швидкості сушки. Визначення часу сушіння за умови однорідної структури матеріалу Література: [2,5,8-11,14].
8	Лекція 8 Методи аналізу. Кожухи. Трубні дошки (решітки). Труби. Компенсатори. Фланці. Днища, отвори і патрубки. Механічний розрахунок теплообмінників із повітряним охолодженням. Механічний розрахунок пластинчастих теплообмінників. Пластинчасто-ребристі теплообмінники. Інші типи конструкцій апаратів. Література: [2,5,8-11,14,22,23].

9	Лекція 9 Типи апаратів. Норми розрахунку і конструювання. Типи головок. Особливості конструювання, пов'язані із теплообміном. Особливості конструювання і виготовлення кожухотрубних теплообмінників. Конструкційні матеріали і види їх ушкоджень. Корозія і ерозія поверхонь теплообміну. Види ушкоджень. Особливості вібрації в трубних пучках. Швидкості рідин в між трубному просторі. Явища, які можуть бути викликані потоками теплоносіїв. Методи прогнозування. Вдосконалення конструкцій. Література: [2,5,8-11,14,22,23].
---	--

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Практичне заняття 1 Основи теорії теплообмінних апаратів. Характеристики теплообмінних апаратів. Тепловий і гідравлічний розрахунки теплообмінних апаратів. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінників. Література: [1,4,8-11].
2	Практичне заняття 2 Методика теплового розрахунку регенераторів. Література: [1,4,8-11,13].
3	Практичне заняття 3 Основи гідравлічного розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Література: [1,4,8-11,13].
4	Практичне заняття 4 Принципи конструювання теплообмінних апаратів. Теплообмінники труба в трубі. Література: [2,3,8-11].
5	Практичне заняття 5 Кожухотрубні теплообмінники з однофазними потоками та із зміною агрегатного стану теплоносіїв: конденсатори та випарники. Література: [2-5,8,9].
6	Практичне заняття 6 Загальні положення і наближений розрахунок кожухотрубних теплообмінників. Методи тепло гідравлічного розрахунку потоку в між трубному просторі. Розрахунок тепловіддачі і втрат тиску в ідеальних пучках труб та в між трубному просторі. Література: [4,8-11,27].
7	Практичне заняття 7 Тепловий розрахунок і визначення втрат тиску. Витратні і істинні параметри двофазного потоку. Режимы течії і структура двофазних потоків при течії паро рідинної суміші в трубах. Залежність тепловіддачі від швидкості циркуляції, об'ємного паровмісту і густини теплового потоку. Література: [2,5,8-11,14].
8	Практичне заняття 8 Основні положення механічного розрахунку теплообмінників. Загальні принципи механічного розрахунку. Література: [2,5,8-11,14,22,23].
9	Практичне заняття 9 Особливості конструювання кожухотрубних теплообмінників. Елементи конструкцій і особливості їх конструювання для кожухотрубних теплообмінників. Література: [2,5,8-11,14,22,23].

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Історія розвитку ТОА як науки. Опрацювати теми 1.1. Характеристики теплообмінних апаратів та 2.1. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінників за конспектом, літературними джерелами Література: [1,4,8-11].	2
2	Опрацювати теми 2.2. Методика теплового розрахунку регенераторів та 2.3. Основи гідравлічного розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів за конспектом, літературними джерелами Література[1,4,8-11,13].	2
3	Опрацювати теми 3.1. Теплообмінники труба в трубі та 3.2. Кожухотрубні теплообмінники з однофазними потоками за конспектом, літературними джерелами. Література[1,4,8-11,13].	2
4	Опрацювати теми 3.3. Теплообмінники із зміною агрегатного стану теплоносіїв: конденсатори та випарники та 3.4. Кожухотрубні парогенератори-рейбойлери за конспектом, літературними джерелами Література: [2,3,8-11].	2
5	Опрацювати теми 4.1. Конструкції і застосування пластинчастих теплообмінників, 5.1. Типи теплообмінників повітряного охолодження та 5.2. Системи оребрених труб для повітряних охолоджувачів за конспектом, літературними джерелами Література: [2-5,8,9].	2
6	Опрацювати теми 6.1. Конфігурації і геометричні параметри теплообмінників, 6.2. Теплообмінники із великою кількістю теплоносіїв та 6.3. Теплові труби за конспектом, літературними джерелами Література: [4,8-11,27].	2
7	Опрацювати теми 7.1. Топки і камери згорання, 7.2. Градирні та 7.3. Сушильні установки за конспектом, літературними джерелами Література: : [2,5,8-11,14].	2
8	Опрацювати теми 8.1. Загальні принципи механічного розрахунку та 8.2. Механічний розрахунок загальних типів теплообмінників за конспектом, літературними джерелами Література: [2,5,8-11,14,22,23].	2
9	Опрацювати теми 9.1. Елементи конструкцій і особливості їх конструювання для кожухотрубних теплообмінників та 9.2. Прогнозування і удосконалення конструкцій теплообмінників за конспектом, літературними джерелами Література: [2,5,8-11,14,22,23].	2
	Підготовка до підсумкового контролю засвоєння навчальної дисципліни	6
	<u>Всього</u>	24

Політика та контроль

7. Політика освітнього компонента

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- 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 або лекції без поважної причини - мінус 2 бали;
 - 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 студентів з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР (дві частини);

Рейтинг студента з освітнього компоненту складається з балів, які він отримує за:

- 1) три відповіді в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 6 студентів; при середній чисельності групи 18 осіб і дев'яти лекційних заняттях (18 годин) отримуємо: $6 \cdot 9 / 18 \approx 3$ відповіді;
- 2) три відповіді в середньому кожного студента на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 6 студентів; при середній чисельності групи 18 осіб і дев'яти практичних заняттях (18 годин) отримуємо: $6 \cdot 9 / 18 \approx 3$ відповіді;
- 3) виконання завдань СРС;
- 4) виконання однієї МКР;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал — 6. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1 = 6 \text{ балів} \times 3 = 18$ балів.

Критерії оцінювання:

6 балів — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3...5 балів** — відповідь має несуттєві похибки; **0...2 бали** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_2 = 6 \text{ балів} \times 3 = 18$ балів.

Критерії оцінювання:

6 балів — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3...5 балів** — відповідь має несуттєві похибки; **0...2 бали** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання завдань СРС

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів студента 54 (видається дев'ять завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі): $r_4 = 6 \text{ балів} \times 9 = 54$ бали. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

6 балів – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; **4-5 балів** – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь з незначними неточностями; **2-3 бали** – не в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; **0-1 бал** – не вчасно надана відповідь або ненадана відповідь.

Штрафні бали:

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

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 – 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; 2-3 бали – неповна відповідь; 0-1 бали – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_d):

Сума максимальних вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає :

$$R = R_C = \sum r_k = 6 \times 3 + 6 \times 3 + 6 \times 9 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля формується як сума рейтингових балів r_k , а також заохочувальних/штрафних балів r_s :

$$R_D = \sum r_k + \sum r_s$$

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 0,4R ($R_D < 40$), зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку і мають академічну заборгованість.

Студенти, що набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($40 \leq R_D < 60$ балів) зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни $R_D \geq 60$ мають можливість:

отримати залікову оцінку відповідно набраного рейтингу «автоматом»;

виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки;

у разі отримання оцінки, більшої ніж «автоматом» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи;

у разі отримання оцінки, меншої ніж «автоматом» з рейтингу, попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами залікової контрольної роботи;

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

Робочу програму освітнього компоненту (силабус):

Складено доцент., к.т.н., доцент Фуртат Ірина Едуардівна

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.2021р.)