



## НАЗВА КУРСУ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус) Допоміжні системи котлів і реакторів

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 Енергетичне машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/контрольна робота</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, Воробйов Микита Валерійович, vorobiov.nikv@gmail.com</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: <a href="https://www.youtube.com/channel/UCfXYSpl_ZnE2pN5y6ioZyfg/videos">https://www.youtube.com/channel/UCfXYSpl_ZnE2pN5y6ioZyfg/videos</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

При вивченні курсу «Допоміжні системи котлів і реакторів» студент має: 1) отримати основні поняття про принципи роботи допоміжного обладнання ТЕС і АЕС; 2) опанувати основи теорії лопатевих машин – відцентрових та осьових насосів та основ їх розрахунку; 3) розраховувати та обирати допоміжне обладнання ТЕС і АЕС: насоси, вентилятори, димососи, золоуловлювачі і т.д.; 4) Вирішувати різноманітні проблеми, які зустрічаються на практиці при експлуатації допоміжного обладнання..

В наслідок вивчення курсу «Допоміжні системи котлів і реакторів» студенти набувають наступних результатів у навчанні:

- Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування (ФК-4).

- Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентноздатності та охорони праці (ФК-7).

- Здатність організувати роботи по доведенню й освоєнню технологічних процесів у ході монтажних та пусконаладжувальних робіт основного та допоміжного обладнання, забезпечувати конкурентоздатність продукції в галузі енергетичного машинобудування (ФК-11).

Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів (ПРН-4).

Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів (ПРН-9).

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

Курс є базовим для вивчення студентами освітньої «Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем» програми таких дисциплін, як «Курсовий проект з допоміжних систем котлів і реакторів», «Переддипломна практика».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Розділ 1. Допоміжне устаткування котельних і реакторних установок.*

*Тема 1.1. Допоміжне устаткування котельних і реакторних установок. Принципи дії та основні класи насосів і компресорів.*

*Допоміжне устаткування котельних установок на ТЕС. Основні елементи допоміжного устаткування: насоси, компресори, вакуумнасоси. Принципи дії та основні класи насосів і компресорів.*

*Розділ 2. Основи теорії лопатевих відцентрових машин.*

*Тема 2.1. Основні положення та визначення, що характеризують роботу відцентрових машин.*

*Продуктивність машин або подача. Тиск, що розвивається насосом. Напір насосу. Корисна питома робота машини. Питома робота машини. Корисна потужність машини. Потужність машини. К.к.д. машини. К.к.д. установки. Характеристики гідравлічних машин (насосів).*

*Тема 2.2. Основи теорії лопатевих відцентрових машин.*

*Схема відцентрової машини. Діаграма швидкостей потоку рідини на вході та виході із каналів колеса. Основне рівняння лопатевих машин (рівняння Ейлера). Вплив скінченного числа лопатів на напір. Вплив на напір вихідного кута  $\beta_2$ .*

*Тема 2.3. Втрати енергії при роботі відцентрових машин. Коефіцієнти корисної дії. Гідравлічні втрати. Об'ємні втрати. Механічні втрати енергії. Коефіцієнти корисної дії.*

*Тема 2.4. Характеристики вентиляторів.*

*Аеродинамічні характеристики. Безрозмірні аеродинамічні характеристики. Коефіцієнти: витрати, тисків, потужності. Вентилятори, що виконані за одною аеродинамічною схемою.*

*Тема 2.5. Умови та закони подібності для лопатевих машин.*

*Геометрична подібність. Кінематична подібність. Динамічна подібність. Подібність за кавітацією. Закони подібності для лопатевих машин. Питома частота обертання і коефіцієнт швидкості. Параметри роботи відцентрових вентиляторів.*

*Тема 2.6. Регулювання насосів. Нестійка робота насосу.*

*Регулювання дроселюванням. Регулювання подачі зміненням частоти обертання валу машини. Регулювання зміненням кута установки лопатів робочого колеса. Нестійка робота насосу. Помпаж.*

*Тема 2.7. Кавітація.*

*Кавітація. Кавітаційні характеристики та критерії кавітації. Критерії кавітації: Руднева, Інституту гідромашинобудування. Вплив температури, щільності та в'язкості на кавітаційний запас насосу. Заходи по відверненню або ослабленню кавітації.*

*Тема 2.8. Осьова сила у відцентровому насосі. Засоби врівноваження осьової сили на валу відцентрового насосу.*

*Осьова сила у відцентровому насосі. Засоби врівноважування осьової сили на валу відцентрового насосу.*

*Тема 2.9. Корпус насосу. Кожух вентилятора.*

*Корпус насосу. Схеми підводів та відводів відцентрових насосів. Форми перерізів спірального відводу. Кожух вентилятора.*

*Розділ 3. Осьові насоси і вентилятори.*

*Тема 3.1. Будова осьових насосів. Пряма плоска решітка профілів. Будова осьового вентилятора. Методи підвищення напору, що створюється осьовим вентилятором.*

*Будова осьових насосів. Рівняння Ейлера для осьового насосу. Пряма плоска решітка профілів. Геометричні і гідродинамічні параметри профіля та решітки профілів. Сили, що діють на профіль у решітці. Застосування осьових насосів. Будова осьового вентилятора. Схеми осьових вентиляторів. Застосування осьових вентиляторів.*

*Розділ 4. Тягодуттєві установки.*

*Тема 4.1. Схеми газоповітряного тракту котлів. Вибір тягодуттєвих машин.*

*Схеми газоповітряного тракту котлів. Типи тягодуттєвих машин. Відцентрові вентилятори, що застосовуються в якості ТДМ. Робота відцентрових машин на запиленому потоці. Регулювання вентиляторів та димососів. Осьовий спрямовуючий апарат. Конструкції вентиляторів та димососів. Ходова частина вентиляторів і димососів. Компоновка тягодуттєвих машин. Дійсний об'єм димових газів у димососа. Сумарний опір газового тракту. Дійсний об'єм повітря, що подається дуттєвим вентилятором. Опір повітряного тракту. Розрахункова продуктивність і розрахунковий тиск тягодуттєвої машини.*

*Розділ 5. Золоуловлювання.*

*Тема 5.1. Основи золоуловлювання. Механічні (інерційні) золоуловлювачі.*

*Ступінь уловлювання золи. Ступінь проскакування. Концентрація золи у димових газах. Розрахункова витрата палива. Механічні (інерційні) золоуловлювачі: сухий циклонний, батарейний циклон, мокрий циклонний.*

*Тема 5.2. Електрофільтри. Очищення димових газів від сірчистого ангідриду SO<sub>2</sub>. Димові труби.*

*Електрофільтри. Очищення димових газів від сірчистого ангідриду SO<sub>2</sub>. Димові труби. Вибір обладнання та компоновка тракту відхідних газів.*

*Розділ 6. Шлакозоловидалення (ШЗВ).*

*Тема 6.1. Класифікація систем ШЗВ. Системи гідравлічного ШЗВ. Системи пневматичного ШЗВ. Елементи ШЗВ.*

*Системи ШЗВ: гідравлічні, пневматичні, пневмогідравлічні, механічні, ручні. Вимоги до систем ШЗВ. Шлакозмівні щажти і ванни. Золозмівні і золопускні пристрої. Шлакозолові канали. Гідроапарат, багерний і шламований насоси.*

*Розділ 7. Розрахунки на міцність елементів котлоагрегата з урахуванням температурних навантажень та тиску.*

*Тема 7.1. Розрахунки на міцність під дією температурних навантажень та тиску.*

*Тема 7.2. Поняття термічної втоми. Тепловий удар. Вплив температури та радіації на механічні характеристики метеріалів.*

*Тема 7.3. Розрахунки на міцність з урахуванням повзучості матеріалу. Поняття повзучості матеріалу та релаксації напружень.*

*Тема 7.4. Рівняння кривих повзучості. Залежності мінімальної швидкості деформацій повзучості від напружень та температури.*

*Тема 7.5. Функціональні залежності між напруженнями, деформаціями (швидкостями деформацій) та часом за основними гіпотезами повзучості. Руйнування матеріалу внаслідок повзучості.*

*Тема 7.6. Розрахунок товстостінних труб. Розрахунок циліндрів та тонкостінних труб під дією внутрішнього тиску.*

*Тема 7.7. Температурні напруження в трубах .*

Тема 7.8 Проектувальний розрахунок складених циліндрів. Перевірочний розрахунок складених циліндрів.

Тема 7.9. Розрахунок циліндричних барабанів. Розрахунки на міцність колекторів екранів.

Тема 12. Розрахунки колін. Розрахунки змієвиків.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

1. Парогенераторы: Учебник для вузов / А.П. Ковалев, Н.С. Лелеев, Т.В. Виленский; Под общ. ред. А.П. Ковалева. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с., ил.
2. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с., ил.
3. Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы. – М.: Стройиздат, 1990. – 336 с., ил.
4. Малюшенко В.В., Михайлов А.К. Энергетические насосы: Справочное пособие. – М.: Энергоиздат, 1981. – 200 с., ил.
5. Яценко Я.В. Вспомогательное оборудование котельных установок. – К.: НТУУ "КПИ", 2009. – 344с., ил.
6. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с., ил.
7. Вентиляторы и дымососы котельных установок. Справочник/ Н.Л. Лане, В.В. Семов, В.А. Яковенко; Под ред. Е.Э. Гильде. – Санкт – Петербург.: НПО ЦКТИ, 1993. – 216с., ил..
8. Роддатис К.Ф. Котельные установки. – М.: "Энергия", 1977. – 432 с., ил.
9. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. – М.: Из-во литературы по строительству, 1973.– 248 с., ил.
10. Рихтер Л.А. Тепловые электрические станции и защита атмосферы.– М.: "Энергия", 1975.– 312 с., ил.
11. Виленский Е.В. Расчет систем золоулавливания и шлакозолоудаления.– М.– Л.: "Энергия", 1964.– 200 с., ил.
12. Теория горения и топочные устройства/ Д.М. Хзмалян, Я.А. Каган; Под ред. Д.М. Хзмаляна. – М.: Энергия, 1976 – 488 с., ил.
13. Рихтер Л.А. и др. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций.– М.: Энергоатомиздат, 1987.– 216с., ил.
14. Справочник по пыли –и золоулавливаню/ Под ред. А.А. Русанова. – М.: 1983.– 312 с., ил.
15. Биргер И.А., Балашов Б.Ф. Прочность материалов и деталей газотурбинных двигателей.-М.: Машиностроение, 1981.-222 с.
16. ОСТ 108.031.08-85. Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность. Общие положения по обоснованию толщины стенки.
17. ОСТ 108.031.09-85. Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность. Методы определения толщины стенки.
18. ОСТ 108.031.10-85. Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность. Определение коэффициентов прочности.
19. Писаренко Г.С., Можаровский Н.С. Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести.-К.: Наук. думка, 1981.- 496 с.
20. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях: в 2 т./ Под общ.ред. Писаренко Г.С.-К.: Наук. думка,1980.-Т.1 535с., Т.2 771с.
21. Серенсен С.В., Когаев В.В., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчеты на прочность деталей машин,-М,: Машиностроение, 1975.-488 с.

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Допоміжне устаткування котельних установок на ТЕС. Принципи дії та основні класи насосів і компресорів.

Перелік основних питань. Допоміжне устаткування котельних установок на ТЕС. Основні елементи допоміжного устаткування: насоси, компресори, вакуумнасоси. Принципи дії та основні класи насосів і компресорів.

Лекція 2. Основні положення та визначення, що характеризують роботу машин.

Перелік основних питань. Продуктивність машин або подача. Тиск, що розвивається насосом. Напір насосу. Корисна питома робота машини. Питома робота машини. Корисна потужність машини. Потужність машини. К.К.Д. машини. К.К.Д. установки. Характеристики гідравлічних машин (насосів).

Лекція 3. Основи теорії лопатевих відцентрових машин.

Перелік основних питань. Схема відцентрової машини. Діаграма швидкостей потоку рідини на вході та виході із каналів колеса. Основне рівняння лопатевих машин (рівняння Ейлера).

Лекція 4. Вплив скінченного числа лопатів на напір. Вплив на напір вихідного кута  $\beta_2$ .

Перелік основних питань. Вплив скінченного числа лопатів на напір. Вплив на напір вихідного кута  $\beta_2$ .

Лекція 5. Втрати енергії. Коефіцієнти корисної дії.

Перелік основних питань. Гідравлічні втрати. Об'ємні втрати. Механічні втрати енергії. Коефіцієнти корисної дії.

Лекція 6. Характеристики вентиляторів.

Перелік основних питань. Аеродинамічні характеристики. Безрозмірні аеродинамічні характеристики. Коефіцієнти: витрати, тисків, потужності. Вентилятори, що виконані за одною аеродинамічною схемою.

Лекція 7. Умови та закони подібності для лопатевих машин.

Перелік основних питань. Геометрична подібність. Кінематична подібність. Динамічна подібність. Подібність за кавітацією. Закони подібності для лопатевих машин. Питома частота обертання і коефіцієнт швидкохідності. Параметри роботи відцентрових вентиляторів

Лекція 8. Регулювання насосів та вентиляторів. Нестійка робота насосу. Помпаж.

Перелік основних питань. Регулювання дроселюванням. Регулювання подачі змінням частоти обертання валу машини. Регулювання змінням кута установки лопатів робочого колеса. Нестійка робота насосу. Помпаж.

Лекція 9. Кавітація.

Перелік основних питань. Кавітація. Кавітаційні характеристики та критерії кавітації. Критерії кавітації: Руднева, Інституту гідромашинобудування. Вплив температури, щільності та в'язкості на кавітаційний запас насосу. Заходи по відверненню або ослабленню кавітації.

Лекція 10. Осьова сила у відцентровому насосі. Засоби врівноваження осьової сили на валу відцентрового насосу.

Перелік основних питань. Осьова сила у відцентровому насосі. Засоби врівноважування осьової сили на валу відцентрового насосу.

Лекція 11. Корпус насосу. Кожух вентилятора.

Перелік основних питань. Корпус насосу. Схеми підводів та відводів відцентрових насосів. Форми перерізів спірального відводу. Кожух вентилятора.

Лекція 12. Будова осьових насосів. Пряма плоска решітка профілів. Будова осьового вентилятора. Застосування осьових насосів та осьових вентиляторів.

Перелік основних питань. Будова осьових насосів. Рівняння Ейлера для осьового насосу. Пряма плоска решітка профілів. Геометричні і гідродинамічні параметри профіля та решітки профілів. Сили, що діють на профіль у решітці. Застосування осьових насосів. Будова осьового вентилятора. Схеми осьових вентиляторів. Застосування осьових вентиляторів.

Лекція 13. Схеми газоповітряного тракту котлів. Типи тягодуттьових машин.

Перелік основних питань. Схеми газоповітряного тракту котлів. Типи тягодуттьових машин. Відцентрові вентилятори, що застосовуються в якості ТДМ. Робота відцентрових машин на запиленому потоці.

Лекція 14. Регулювання вентиляторів та димососів. Конструкції вентиляторів та димососів. Компонівка тягодуттьових машин.

Перелік основних питань. Регулювання вентиляторів та димососів. Осьовий спрямовуючий апарат. Конструкції вентиляторів та димососів. Ходова частина вентиляторів і димососів. Компонівка тягодуттьових машин.

Лекція 15. Вибір тяго дуттьових машин для схеми газоповітряного тракту з урівноваженою тягою та дуттям.

Перелік основних питань. Дійсний об'єм димових газів у димососа. Сумарний опір газового тракту. Дійсний об'єм повітря, що подається дуттьовим вентилятором. Опір повітряного тракту. Розрахункова продуктивність і розрахунковий тиск тягодуттьові машини.

Лекція 16. Основи золоуловлювання. Механічні (інерційні) золоуловлювачі.

Перелік основних питань. Ступінь уловлювання золи. Ступінь проскакування. Концентрація золи у димових газах. Розрахункова витрата палива. Механічні (інерційні) золоуловлювачі: сухий циклонний, батарейний циклон, мокрий циклонний.

Лекція 17. Електрофільтри. Очищення димових газів від сірчистого ангідриду SO<sub>2</sub>. Димові труби.

Перелік основних питань. Електрофільтри. Очищення димових газів від сірчистого ангідриду SO<sub>2</sub>. Димові труби. Вибір обладнання та компоновка тракту відхідних газів.

Лекція 18. Класифікація систем ШЗВ. Системи гідравлічного ШЗВ. Системи пневматичного ШЗВ. Елементи ШЗВ.

Перелік основних питань. Системи ШЗВ: гідравлічні, пневматичні, пневмогідравлічні, механічні, ручні. Вимоги до систем ШЗВ. Шлакозливні щакти і ванни. Золозмивні і золоспускні пристрої. Шлакозолові канали. Гідроапарат, багерний і шламовий насоси.

Лекція 19. Розрахунки на міцність під дією температурних навантажень та тиску.

*Лекція 20. Поняття термічної втоми. Тепловий удар. Вплив температури та радіації на механічні характеристики метеріалів.*

*Лекція 21. Розрахунки на міцність з урахуванням повзучості матеріалу. Поняття повзучості матеріалу та релаксації напружень.*

*Лекція 22. Рівняння кривих повзучості. Залежності мінімальної швидкості деформацій повзучості від напружень та температури.*

*Лекція 23. Функціональні залежності між напруженнями, деформаціями (швидкостями деформацій) та часом за основними гіпотезами повзучості. Руйнування матеріалу внаслідок повзучості.*

*Лекція 24. Розрахунок товстостінних труб. Розрахунок циліндрів та тонкостінних труб під дією внутрішнього тиску.*

*Лекція 25. Температурні напруження в трубах.*

*Лекція 26. Проектувальний розрахунок складених циліндрів. Перевірочний розрахунок складених циліндрів.*

*Лекція 26. Проектувальний розрахунок складених циліндрів. Перевірочний розрахунок складених циліндрів.*

*Лекція 27. Розрахунок циліндричних барабанів. Розрахунки на міцність колекторів екранів. Розрахунки колін. Розрахунки змієвиків.*

## **5. Самостійна робота студента**

*Теми до самостійної роботи до лекційних занять:*

- 1. Класифікація насосів: за властивостями рідини, що перекачується; за призначенням; за конструктивними ознаками (2 год.).*
- 2. Основні параметри насосів та їх характеристики (2 год.).*
- 3. Теоретичний і дійсний напори насосу(2 год.).*
- 4. Типи лопатів робочого колеса (2 год.).*
- 5. Потужність. Коефіцієнти корисної дії (2 год.).*
- 6. Дійсна та повна характеристика вентилятора (2 год.).*
- 7. Подібність лопатевих машин (2 год.).*
- 8. Регулювання поворотними напрямними лопатями на вході в робоче колесо (2 год.).*
- 9. Засоби врівноважування осьової сили на валу відцентрового насосу (2 год.).*
- 10. Засоби врівноважування осьової сили на валу відцентрового насосу(2 год.).*
- 11. Підвідні та відвідні пристрої насосів. Конструкції відцентрових насосів (2 год.).*
- 12. Конструкції осьових насосів і вентиляторів ( 2 год.).*
- 13. Абразивне зношення димососів (1год.).*
- 14. Тягодуттьові вентилятори ТЕС (1год.).*
- 15. Методика аеродинамічних розрахунків газового та повітряного трактів котельних установок (1год.).*
- 16. Мокрі циклонні золоуловлювачі ( 2 год.).*
- 17. Вибір обладнання та компоновка тракту відхідних газів(1год.).*
- 18. Шлакозолопроводи (пульпопроводи) для подачі шлака і золи на золо відвал (1год.).*
- 19. Задачі спецкурсу та його місце у підготовці майбутніх фахівців теплоенергетичних спеціальностей. Об'єкти вивчення. Конструкції ПК різної паропроодуктивності (2 год.).*
- 20. Розрахунки на міцність під дією температурних навантажень та тиску (1год.).*

21. *Поняття термічної втоми. Тепловий удар. Вплив температури та радіації на механічні характеристики матеріалів (1год.).*

22. *Розрахунки на міцність з урахуванням повзучості матеріалу. Поняття повзучості матеріалу та релаксації напружень (2 год.).*

23. *Залежності мінімальної швидкості деформацій повзучості від напружень та температури (1год.).*

24. *Руйнування матеріалу внаслідок повзучості (2 год.).*

25. *Поняття довготривалої міцності(1 год.).*

26. *Товстінні труби , циліндри та тонкостінні труби під дією внутрішнього тиску.*

27. *Розрахунок температурних напружень в трубах(1 год.).*

28. *Визначення НДС в складених циліндрах(1год.).*

29. *Розрахунки на міцність циліндричних барабанів та колекторів екранів(1год.).*

30. *Розрахунки колін та змієвиків(1год.).*

31. *Конічні переходи під внутрішнім тиском (2 год.).*

32. *Розрахунки плоских та випуклих днищ(1год.).*

*На підготовку до екзамену передбачено 18 годин СРС.*

## **Політика та контроль**

### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Викладачі курсу очікують від студентів активного залучення та безпосередньої участі у опануванні дисципліни, зокрема:*

- *відвідування занять (лекцій);*
- *дотримання правил поведінки на заняттях (активність, уникнення телефонних розмов під час аудиторних занять, зосередженість на матеріалі заняття, відключення телефонів, використання відповідних засобів для оперативного пошуку інформації);*
- *регулярний перегляд повідомлень та виконання призначених завдань; регулярний перегляд та обробка повідомлень на електронну пошту у корпоративному домені @kpi.ua;*
- *оперативне реагування на запити та питання викладача;*
- *самостійне оформлення лабораторних робіт та розрахункової роботи, виконання необхідних розрахунків, побудова графіків та написання висновків до роботи; дотримання узгоджених з викладачем правил підготовки, та подальшого виправлення (у разі необхідності) завдань; індивідуальний їх захист.*
- *вчасною здачею лабораторних робіт та індивідуальних завдань є захист отриманих результатів на протязі 2 занять з моменту виконання лабораторної роботи згідно розкладу.*
- *розуміння та дотримання рейтингової системи оцінювання (PCO);*
- *дотримання політики дедлайнів та перескладань;*
- *дотримання політики щодо академічної доброчесності;*
- *інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам університету.*

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

*Поточний контроль: опитування за темами (ZOOM конференції), МКР*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: Екзамен*



Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за опитуваннями, зарахування усіх лабораторних робіт, виконання РГР, семестровий рейтинг більше 30 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

	кількість	бали	сума балів
Практичні заняття	18	відповіді на занятті	36
МКР	1	2x12	24
Сума вагових балів контрольних заходів			60

Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю.

1. МКР:

Модульна контрольна робота. Частина I (12 балів)

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12-10 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8-9 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7-4 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 3-0 балів.

Модульна контрольна робота. Частина II (12 балів)

Модульна контрольна робота. Частина I (12 балів)

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12-10 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8-9 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7-4 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 3-0 балів.

Заохочувальні і штрафні бали:

	бали
1. Несвоєчасне виконання завдання СРС,	-1
2. Ведення конспекту лекцій	1...5
Сума заохочувальних і штрафних балів RS	10

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Перелік залікових питань

1. Допоміжне устаткування котельних установок на ТЕС.
2. Принципи дії та основні класи насосів і компресорів.
3. Основні положення та визначення, що характеризують роботу машин.
4. Схема відцентрової машини. Діаграма швидкостей потоку рідини на вході та виході із каналів колеса.
5. Основне рівняння лопатевих машин (рівняння Ейлера).
6. Вплив скінченного числа лопатів на напір. Вплив на напір вихідного кута  $\beta_2$ .
7. Втрати енергії: Гідравлічні втрати. Об'ємні втрати. Механічні втрати енергії. Коефіцієнти корисної дії.
8. Характеристики вентиляторів: Аеродинамічні характеристики. Безрозмірні аеродинамічні характеристики. Коефіцієнти: витрати, тисків, потужності. Вентилятори, що виконані за одною аеродинамічною схемою.
9. Умови та закони подібності для лопатевих машин.
10. Регулювання дроселюванням. Регулювання подачі змінням частоти обертання валу машини. Регулювання змінням кута установки лопатів робочого колеса.
11. Нестійка робота насосу. Помпаж.
12. Кавітація. Кавітаційні характеристики та критерії кавітації. Критерії кавітації: Руднева, Інституту гідромашинобудування.
13. Вплив температури, щільності та в'язкості на кавітаційний запас насосу. Заходи по відверненню або ослабленню кавітації.
14. Осьова сила у відцентровому насосі. Засоби врівноважування осьової сили на валу відцентрового насосу.
15. Корпус насосу. Кожух вентилятора.
16. Будова осьових насосів. Пряма плоска решітка профілів.
17. Будова осьового вентилятора. Застосування осьових насосів та осьових вентиляторів.
18. Схеми газоповітряного тракту котлів. Типи тягодуттьових машин.
19. Регулювання вентиляторів та димососів.
20. Конструкції вентиляторів та димососів. Компоновка тягодуттьових машин.
21. Вибір тяго дуттьових машин для схеми газоповітряного тракту з урівноваженою тягою та дуттям.
22. Дійсний об'єм повітря, що подається дуттьовим вентилятором.
23. Опір повітряного тракту.
24. Розрахункова продуктивність і розрахунковий тиск тягодуттьові машини.
25. Основи золоуловлювання.
26. Механічні (інерційні) золоуловлювачі.
27. . Електрофільтри.
28. Очищення димових газів від сірчистого ангідриду  $SO_2$ . Димові труби.
29. Класифікація систем ШЗВ. Системи гідравлічного ШЗВ. Системи пневматичного ШЗВ. Елементи ШЗВ.
30. Розрахунки на міцність під дією температурних навантажень та тиску.
31. Поняття термічної втоми. Тепловий удар. Вплив температури та радіації на механічні характеристики метеріалів.
32. Розрахунки на міцність з урахуванням повзучості матеріалу. Поняття повзучості матеріалу та релаксації напружень.
- 33.
34. Рівняння кривих повзучості. Залежності мінімальної швидкості деформацій повзучості від напружень та температури.

35. Функціональні залежності між напруженнями, деформаціями (швидкостями деформацій) та часом за основними гіпотезами повзучості. Руйнування матеріалу внаслідок повзучості.

36. Розрахунок товстостінних труб. Розрахунок циліндрів та тонкостінних труб під дією внутрішнього тиску.

37. Температурні напруження в трубах.

38. Проектувальний розрахунок складених циліндрів. Перевірочний розрахунок складених циліндрів.

39. Проектувальний розрахунок складених циліндрів. Перевірочний розрахунок складених циліндрів.

40. Розрахунок циліндричних барабанів. Розрахунки на міцність колекторів екранів. Розрахунки колін. Розрахунки змієвиків.

*Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):*

*Складено старшим викладачем каф. АЕС і ІТФ, к.т.н., Воробйовим Микитою Валерійовичем*

*Ухвалено кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 19 від 09.06.2021 р.)*

*Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)*

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.