



НАЗВА КУРСУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус) Спеціальні питання котло-та реакторобудування (ПВ-2)

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>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів/180 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 4 години на тиждень; Практичні: 1 година на тиждень (всього 18 тижнів)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.т.н., с.н.с., Рогачов Валерій Андрійович, 098 405 17 51 (viber) ¹</i> <i>к.т.н, Косячков Олексій В'ячеславович, AlexKosoy@ukr.net</i> Практичні: <i>Рогачов Валерій Андрійович</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: https://www.youtube.com/channel/UCARcVdw66UfGYIzHamuKpzw /videos

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **фахових компетентностей: здатність:**

- продемонструвати всебічні знання в галузі енергетичного машинобудування та перспективи її розвитку (*ФКІ*);
- розробляти методи технічної діагностики, визначати залишковий ресурс та міцність теплових і парогенеруючих установок з метою подовження терміну їх експлуатації (*ФКІ.6*);
- створювати нові технічні рішення, розробляти пропозиції, заходи і технічну документацію, щодо діагностування робочих параметрів парових котлів з метою підвищення надійності енергетичного і технологічного обладнання (*ФКІ.7*);
- визначати та ідентифікувати вихідні причини аварійних ситуацій та пошкоджень енергетичного обладнання (*ФКІ.8*).

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.

Основні завдання навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- розуміння спеціальних розділів термодинаміки, теорії тепломасообміну, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Енергетичне машинобудування» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (ЗН1);
- розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Енергетичне машинобудування», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки в галузі (ЗН2);
- розуміння, аналіз і використання у професійній діяльності інженерних технологій, процесів, систем і обладнання відповідно до спеціальності «Енергетичне машинобудування» (ЗН3);

уміння:

- застосовувати аналітичні, розрахункові та експериментальні методи досліджень; інтерпретувати і впроваджувати результати таких досліджень в галузі енергетичного машинобудування (УМ2);
- використовувати сучасний інструментарій (створення, вибір і застосування відповідних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування і моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності за спеціальністю (УМ9);
- оцінювати енергетичну та екологічну ефективність роботи обладнання, знаходити технічні рішення покращення існуючих експлуатаційних характеристик (УМ23);
- визначати ресурс та надійність енергетичного і технологічного обладнання (УМ24).

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

Для успішного засвоєння дисципліни, необхідно мати базовий рівень володіння знаннями та уміннями таких дисциплін: ПО9 „Парові котли”; ПО3 „Спеціальні розділи вищої математики”. Дисципліна забезпечує: ЗВ4 „Наукова робота за темою магістерської дисертації”.

3. Зміст навчальної дисципліни.

Перелік розділів і тем всієї дисципліни:

Розділ 1 Теоретичні та практичні основи технічної діагностики парових котлів, її методи і засоби.

Тема 1.1 Роль і місце парових котлів у народному господарстві України.

Тема 1.2 Основні математичні методи діагностики.

Тема 1.3 Лінійні методи розділення у просторі ознак.

Тема 1.4 Булеві функції в задачах діагностування.

Тема 1.5 Метод Байеса в задачах діагностування.

Тема 1.6 Класифікація методів діагностування. Автоматизація процесів діагностування.

Тема 1.7 Діагностичне забезпечення для котлоагрегатів.

Тема 1.8 Схеми і моделі прийняття оперативних рішень.

Розділ 2 Тепловий баланс – методична основа економічності ПК.

Тема 2.1 Аналіз теплового балансу котлоагрегату.

Тема 2.2 Теплові втрати та їх вплив на ефективну роботу ПК. Спрощений метод розрахунків теплових втрат проф. Равича М.Б.

Тема 2.3 Статичні характеристики та оцінка ефективності заходів для підвищення економічності котла.

Розділ 3 Основні поняття теорії надійності і проблеми надійності металу в котло-та реакторобудуванні.

Тема 3.1 Загальна характеристика ПК як об'єкта аналізу надійності.

Тема 3.2 Основи теорії випадкових величин, їх характеристики.

Тема 3.3 Види розподілів випадкової величини. Функція надійності.

Тема 3.4 Закони розподілів випадкових величин для визначення показників надійності.

Тема 3.5 Одиничні та комплексні показники надійності парового котла.

Тема 3.6 Кількісні показники надійності парових котлів.

Тема 3.7 Відмови і пошкодження в роботі устаткування теплових і атомних електростанцій.

Тема 3.8 Умови експлуатації поверхонь нагрівання ПК.

Тема 3.9 Вплив структури і властивостей металу на довговічність поверхонь нагрівання. Параметрична залежність Ларсена-Міллера.

Тема 3.10 Методи прогнозного діагностування ресурсу труб котла.

Розділ 4. Основні типи і характеристики енергетичних парових котлів.

Тема 4.1. Стан теплової енергетики України. Основні типи парових котлів, які експлуатуються на ТЕС України.

Тема 4.2. Екологічні характеристики блоків

Тема 4.3. Нормативна і конструкторська документація, яка використовується при проектуванні котлів

Розділ 5. Фізико-хімічні властивості твердих палив.

Тема 5.1. Фізико-хімічні властивості твердих палив. Мінеральні речовини і зола палива.

Тема 5.2. Мінеральні домішки, їх фізико-хімічні властивості. Сірчасті з'єднання. Склад летких.

Розділ 6. Особливості топкових процесів в енергетичних котлах.

Тема 6.1. Особливості визначення розмірів топкової камери енергетичних котлів.

Тема 6.2. Визначення розмірів зони активного горіння в топках з рідким шлаковидаленням

Тема 6.3. Розрахунок вигорання пиловугільного палива

Розділ 7. Процеси корозії поверхонь нагріву.

Тема 7.1. Види корозії поверхонь нагріву.

Тема 7.2. Особливості сульфідної корозії.

Тема 7.3. Особливості ванадієвої корозії.

Розділ 8. Особливості конструкцій парових котлів, які працюють на низько реакційному вугіллі, штучному та водо-вугільному паливі.

Тема 8.1. Особливості конструкції парових котлів, які працюють на низькорекційному вугіллі

Тема 8.2. Особливості конструкцій парових котлів, які працюють на штучних паливах

Тема 8.3. Особливості конструкцій парових котлів, які працюють на водо-вугільному паливі

Розділ 9. Парові котли з циркулюючим киплячим шаром.

Тема 9.1. Парові котли з киплячим шаром

Тема 9.2. Котли з розширеним киплячим шаром

Тема 9.3. Топкові камери з високотемпературним киплячим шаром

Тема 9.4. Спалювання низько реакційних палив по технології циркулюючого киплячого шару

Тема 9.5. Особливості конструкції котлів Lyrgey, Foster Willer, Babkok Wilkoks

Тема 9.6. Особливості конструкції енергетичного котла паропродуктивністю 660 т/год

Розділ 10. Технології підвищення ефективності використання енергетичного вугілля

Тема 10.1. Шляхи модернізації енергетичних котлів.

Тема 10.2. Спільне спалювання низько реакційних палив і біомаси.

Тема 10.3. Технологія газифікації твердих палив для використання в котельних установках.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск. Част 1. Надежность технических систем. – М.: Альянс, 2008 -200с.
2. Половко А. М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704с.
3. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС. Учеб. пособие. -М.: Высшая школа, 1991.-303 с.
4. Биргер И.А. Техническая диагностика.- М.: Машиностроение 1978.-240с.
5. Скляр В.Ф., Гуляев В.А. Диагностическое обеспечение энергетического оборудования.- Киев.: Техніка, 1985.-184 с.
6. Мадоян А.А, Канцдалов В.Г. Дистанционный контроль оборудования ТЭС и АЭС.- М.:Энергоатомиздат, 1985. - 200с.
7. Чачко А.Г. Подготовка операторов энергоблоков. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 231 с.

Додаткова література:

8. Надежность и эффективность в технике. Справочник.-В 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдеевский и др.- М.: Машиностроение, 1986. – 596с.
9. Туляков Г.А. Термическая усталость в теплоэнергетике, М. Машиностроение, 1978. - 199с.
11. Антикайн П.А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов. -М.: Энергия, 1980.- 424с.
10. Липман А.А. Теория надежности в задачах с решениями.-М.: МЭИ, 1975.- 192с.
11. Острейковский В.А. Физико-статистические модели надежности элементов ЯЭУ.- М.: Энергоатомиздат. 1986.-200с.
12. Теплоаеродинамічні та гідравлічні розрахунки трубчастих теплообмінних поверхонь теплоенергетичних виробництв [Текст]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” (освітня програма “Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій”) та 142 “Енергетичне машинобудування” (освітня програма “Інженерія і комп’ютерні технології теплоенергетичних систем”) / укладачі . В.А. Рогачов, О.В. Баранюк, О. . Терех, О.І. Руденко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 118 с.
13. «Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Діагностика та надійність парових котлів» для студентів спеціальностей 7.05060401 та 8.05060401 «Котли і реактори»» / Уклад.: В.А. Рогачов. – К.: НТУУ «КПІ», електронне видання, 2013. – 15 с.
14. «Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Діагностика та надійність парових котлів» для студентів спеціальностей 7.05060401 та 8.05060401 «Котли і реактори»» / Уклад.: В.А. Рогачов. – К.: НТУУ «КПІ», електронне видання, 2013. – 15 с

Зазначені матеріали можна знайти у Кампусі НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського у розділі «Методичне забезпечення» дисципліни. Обов'язковим є опрацювання базової літератури [2 - 6] і факультативно [1, 7, 8, 10, 12-14]. Вказані матеріали пов'язані з темами (1.1 – 1.8) дисципліни з діагностування котлів [4 - 7], з темами (2.1 – 2.3) з економічності та темами (3.1 - 3.11) з надійності котлів [1 - 3, 8 - 12].

Інформаційні ресурси: Кампус НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського <http://login.kpi.ua/>; Бібліотека НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського <http://library.kpi.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття (деталізований опис):

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1 Теоретичні та практичні основи технічної діагностики парових котлів, її методи і засоби	
1.	Парові котли в енергетиці України та їх значення. (Тема 1.1) Предмет курсу, його значення і причини виникнення. Аспекти розвитку енергетики України. Концепція енергозбереження в Україні і її принципові напрямки. Шляхи підвищення надійності та економічності ПК. СРС: КУ та ПК, як об'єкти діагностування.
2.	Теоретичні методи технічної діагностики. Діагностування методами розділення у просторі ознак. (Тем 1.2, 1.3). Терміни і визначення. Основні задачі ТД. Структурна схема ТД. Математична постановка задачі ТД. Основні поняття і терміни. Методи розділення у просторі ознак. Функції дискримінантів і розділювальних. Лінійні розділювальні функції. СРС: Підходи до задач розпізнавання.
3.	Методи Булевої алгебри в діагностуванні парових котлів. (Тема 1.4). Основні поняття алгебри логіки. Булеві функції та способи їх складання. Базис булевої функції і числа, що зображають. Застосування методів логічної діагностики в ПК. СРС: Використання булевих функцій для побудови діагностичних пристроїв.
4.	Статистичні методи розпізнавання. Метод Байеса. (Тема 1.5). Основні поняття теорії імовірності. Логічні сума і добуток подій. Умовна імовірність. Види подій та їх властивості. Формула Байеса та її застосування. Діагностична матриця. Вирішальне правило. СРС: Узагальнююча формула Байеса.
5.	Методи практичного діагностування енергетичного обладнання. Основні системи діагностичного забезпечення котлів. (Тем 1.6, 1.7). Функціональне, тестове та комбіноване діагностування. Автоматизація процесів діагностування. Комплексна система діагностування металу котла. Автоматизована система температурного контролю. СРС: Система діагностування технологічного стану поверхні нагріву котла.
6.	Оперативна діяльність машиністів парових котлів. (Тема 1.8). Фази оперативної діяльності при роботі на котлі. Формування оперативних знань. Прийняття діагностичних рішень. Дерева оцінки ситуації, карти спостережень, основні види планів дій та методи їх побудов. СРС: Підготовка до прийняття оперативних рішень.
Розділ 2 Тепловий баланс – методична основа економічності	
7.	Тепловий баланс парового котла. Визначення теплових втрат в котлі методом проф. Равича М.Б. (Тем 2.1, 2.2). Методи визначення коефіцієнта корисної дії ПК. Наявна теплота котлоагрегата. Складові теплоти, що надходить у котел. Корисна теплота ПК. Схема оперативного контролю ККД котла при спалюванні газу. Теплова економічність котла. Вплив теплових втрат на економічну роботу котла. Сутність спрощеної методики проф. Равича М.Б. при розрахунках теплових втрат. СРС: Об'єкти оперативного технічного контролю котельної установки.
8.	Методи підтримування економічних характеристик в процесі роботи котла. (Тема 2.3). Вплив навантаження, температури живильної води, повітряного режиму топки, якості палива на економічну роботу котла. Побудова Qv-діаграм. Підтримування економічної температури живильної води. Ненакипний режим експлуатації котла. Вплив золевих відкладень на економічну роботу ПК. Визначення нормативних показників роботи ПК.

	Режимна карта котла. СРС: Вплив рециркуляції газів на теплові характеристики котлоагрегату.
Розділ 3 Загальна характеристика основних понять в теорії надійності і проблеми надійності котельних установок	
9.	Термінологія та характеристики надійності металу ПК. (Тема 3.1). Задачі забезпечення надійності КУ. Етапи «життєвого» циклу ПК. Загальні поняття, терміни теорії надійності. Структурна схема ПК. СРС: Особливості методики оцінки показників надійності ПК.
10.	Закони розподілів випадкових величини та їх характеристики. (Тем 3.2, 3.3, 3.4). Дискретні та безперервні випадкові величини. Закони розподілів імовірності дискретної випадкової величини. Числові характеристики дискретної величини. Функція розподілу безперервної випадкової величини. Властивості функції розподілу. Щільність розподілу. Числові характеристики безперервної величини. Нормальний та показниковий розподіли, їх числові характеристики. Функція надійності. Співвідношення між числовими характеристиками розподілів випадкових величин. Коефіцієнт варіації, медіана, мода, гамма-відсоткове значення, умовна щільність. СРС: Закон Пуассона (закон рідких подій), закон Вейбулла.
11.	Основні закони та характеристики надійності котла. (Тема 3.5, 3.6, 3.7). Закони безвідмовності, відновлювання, довговічності об'єктів та їх характеристики. Крива інтенсивності відмов. Параметр потоку відмов. Середнє напрацювання на відмову. Середній час відновлювання. Середній ресурс. Простий та складний режими роботи об'єкту. Коефіцієнт оперативної готовності. Основні нормовані показники надійності енергетичних об'єктів. СРС: Емпірична оцінка характеристик надійності за укороченими спостереженнями, показники неготовності об'єкту.
12.	Кількісні показники надійності теплоенергетичного устаткування. (теми 3.6, 3.7). Коефіцієнти готовності, аварійності, планових та непланових проектів, робочого часу ПК. Середні значення наробки на відмову та часу на відновлювання сучасних енергоблоків. Причини відмов та їх класифікація. Пошкодження котельного обладнання енергоблоків. Відмови в роботі котлів, турбіни, допоміжного обладнання, систем автоматичного регулювання. СРС: Відмови в роботі обладнання енергоблоку.
13.	Аналіз пошкоджень поверхонь нагрівання ПК. Метод Ларсена-Міллера при визначенні надійної роботи труб котла. (Тем 3.8, 3.9). Методи прогнозного діагностування ресурсу труб котла. Основні фактори, що впливають на руйнування котельних труб. Корозія поверхонь нагрівання. Контроль за зміною геометричних розмірів елементів котла. Зменшення товщини стінки внаслідок окислювального або ерозійного зносу. Формула Ларсена-Міллера. СРС: Зменшення товщини труби пароперегрівача під дією корозії.
14.	Методи прогнозного діагностування ресурсу металу труб котла. (Тема 3.10). Класифікація методів діагностування залишкового ресурсу труб пароперегрівача. Відмінність методів ВТІ, Донбасенерго, КПП. СРС: Методи підвищення експлуатаційної надійності пароперегрівачів.
Розділ 4. Основні типи і характеристики енергетичних парових котлів	
15.	Стан теплової енергетики України. Основні типи парових котлів, які експлуатуються на ТЕС України. Екологічні характеристики блоків. (Тема 4.1). СРС: Особливості конструкцій ПК НКТ різної паропродуктивності
16.	Фізико-хімічні властивості твердих палив. Мінеральні речовини і зола палива. Мінеральні домішки, їх фізико-хімічні властивості. Сірчасті з'єднання. Склад летких. (Тема 4.2). СРС: Особливості конструкцій топкових екранів енергетичних ПК.
17.	Органічне паливо, види палива. Тверде паливо, кам'яне вугілля, сланці. Рідке паливо, мазут і його властивості. Газоподібне паливо, природній газ, промисловий газ.

	<p>Елементарний склад палива, горюча складова, баласт. Властивості горючої складової палива. Властивості золи. Вплив хімічних елементів на екологічність і надійність роботи котла. (Тема 5.1)</p> <p>СРС: технологія переробки нафти і газу, отримання мазуту, його властивості, технологія збагачення вугілля, флотація, напрямки використання вугілля.</p>
Розділ 5. Фізико-хімічні властивості твердих палив.	
18.	<p>Особливості та класифікація енергетичних палив. Властивості кам'яного, бурого вугілля, торфу. Розподіл за основними характеристиками. Мазут сірчастий та високосірчастий, його властивості. (Тема 5.1, 5.2)</p>
Розділ 6. Особливості топкових процесів в енергетичних котлах.	
19.	<p>Особливості факельного спалювання палива, переваги і недоліки. Камерні топки і їх характеристики. Теплове напруження топкового об'єму і дзеркала горіння. (Тема 6.1, 6.2)</p> <p>СРС: вибір конструктивних матеріалів основних елементів обладнання.</p>
20.	<p>Камерні топки. Камерні топки з рідким шлаковидаленням. Камерні топки з твердим шлаковидаленням. Циклонні та вихрові камерні топки. (Тема 6.2, 6.3)</p> <p>СРС: процеси самозаймання органічного палива.</p>
21.	<p>Умови виникнення псевдорозріженого шару. Переваги і недоліки котлів з псевдозрідженим шаром. Високотемпературні та низькотемпературні топки, умови роботи топкових екранів. Екологічні характеристики топок з псевдозрідженим шаром. (Тема 6.3)</p> <p>СРС: особливості схеми живильного вузла ПК надкритичного тиску.</p>
Розділ 7. Процеси корозії поверхонь нагріву.	
22.	<p>Високотемпературна і низькотемпературна корозія. (Тема 7.1)</p> <p>СРС: технологічні схеми ТЕС з котлами середнього тиску і загально цеховими зв'язками.</p>
23.	<p>Особливості сульфідної корозії. (Тема 7.2)</p> <p>СРС: визначити основні причини виникнення моноблочної схеми ТЕС.</p>
24.	<p>Особливості ванадієвої корозії(Тема 7.3)</p> <p>СРС: Особливості підготовки твердого палива для спалювання в ПК.</p>
Розділ 8. Особливості конструкцій парових котлів, які працюють на низько реакційному вугіллі, штучному та водо-вугільному паливі.	
25.	<p>Схеми організації шарового топкового процесу. Робочі процеси у шарових топках. Конструктивні елементи шарових топок. (Тема 8.1)</p> <p>СРС: вплив фізико-хімічних властивостей твердого палива на топкові процеси.</p>
26.	<p>Механічні шарові топки. Стадії підготовки палива і розподіл повітря по зонах. Ступеневе згоряння на ланцюговій решітці. Шахти топки, особливості конструкції при роботі на штучних паливах. Основні характеристики шарових топок. (Тема 8.2)</p> <p>СРС: вплив фізико-хімічних властивостей рідкого палива на топкові процеси.</p>
27.	<p>Камерні топки для спалювання рідкого палива. Методи отримання необхідної якості розпалювання. Конструкція форсунок. Пальникові пристрої газомазутних парових котлів. (Тема 8.3)</p> <p>СРС: Підготовка до контрольної роботи.</p>
Розділ 9. Парові котли з циркулюючим киплячим шаром	
28.	<p>Умови виникнення псевдорозріженого шару. Переваги і недоліки котлів з псевдозрідженим шаром. Високотемпературні та низькотемпературні топки, умови роботи топкових екранів. Екологічні характеристики топок з псевдозрідженим шаром.</p>

	(Тема 9.1, 9.3) СРС: особливості кінетики спільного горіння твердого і рідкого палива.
29	Особливості конструкції котлів Lurgy (Тема 9.4) СРС: Фізико-хімічні властивості мазутів.
30	Особливості конструкції котлів Foster Willer, Babkok Wilkoks (Тема 9.5) СРС: Фізико-хімічні властивості нафти.
31.	Особливості конструкції енергетичного котла паропродуктивністю 660 т/год (Тема 9.6) СРС: кінетика не контрольованих процесів горіння високореакційних палив.
Розділ 10. Технології підвищення ефективності використання енергетичного вугілля	
32.	Шляхи модернізації енергетичних котлів (Тема 10.1) СРС: Фізико-хімічні і механічні властивості антрацитів і кам'яного вугілля.
33.	Спільне спалювання низько реакційних палив і біомаси. Стадії підготовки палива і розподіл повітря по зонах. Ступеневе згорання на ланцюговій решітці. Особливості факельного спалювання палива, переваги і недоліки. (Тема 10.2) СРС: Фізико-хімічні властивості шлаків, які утворюються при спалюванні АШ.
34.	Технологія газифікації твердих палив для використання в котельних установках. Камерні топки для спалювання газового палива. (Тема 10.2, 10.3) СРС: Фізико-хімічні і механічні властивості вугілля марок ГСШ і ДСШ.
35.	Пальникові пристрої котлів, які працюють на газифікованому твердому паливі. Компонівка пальникових пристроїв. Фактори, які впливають на топковий процес (Тема 10.3) СРС: Фізико-хімічні і механічні властивості вугілля марок ГСШ і ДСШ.

Практичні заняття (деталізований опис):

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Основні математичні методи діагностики парового котла. (Розділ 1, Теми 1.3, 1.4, 1.5). Методи розділення у просторі ознак, методи Булевої алгебри, статистичні методи в задачах діагностування котла. [4], с.46-66, . СРС: Підходи до задач розпізнавання. Метод Байеса. [4], с. 11-15, 18-20, 46-50
2.	Методи побудови дерев оцінки ситуації (ДОС). (Розділ 1, Тема 1.8). Фази діяльності оператора енергоблоку. Спостереження процесів, діагностування, план дій, виконання плану з усунення причин ушкодження котла. [7], с.10-18; СРС: Принципи побудови ДОС [7], с. 32-47.
3.	Теплові втрати, їх вплив на ефективну роботу ПК. Спрощений метод розрахунків теплових втрат проф. Равича М.Б. (Розділ 2, Теми 2.2, 2.3). Методи розрахунку різних видів теплових втрат в котлі (нормативні та спрощені методи). Методи підвищення ККД котла та вплив його на витрати палива.[2], с.44-72, [5], с.163-196. Обліки витрати палива та вироблення теплоти, нормування витрат палива та розрахунки економії палива. Методи розрахунку теплових втрат в котлі. Оцінка ефективності заходів для підвищення економічності котла.[2], с.44-72, 120-135, [5], с.163-196, [14], с.4-47. СРС: Об'єкти оперативного технічного контролю котельної установки, [2], с. 15-39.
4	Кількісні показники надійності парових котлів. (Розділ 3, Теми 3.5, 3.6). Елементи теорії імовірності при аналізі надійності енергоукомплектування. Визначення критеріїв та функції надійності. Загальні принципи розрахунку надійності структурних

	схем. Методики розрахунків основних показників надійності. [2], с.18-40. СРС: Емпірична оцінка характеристик надійності за укороченими спостереженнями, показники неготовності об'єкту. [5], с. 75-89.
5	Діагностування і прогнозування технічного ресурсу металу котла. (Розділ 3, Теми 3.9, 3.10). Методи прогнозного діагностування ресурсу металу труб поверхонь нагрівання. Вибір металу. Розрахунок малоциклової втомленості металу. Метод Ларсена-Міллера. [8], с.21-55, [9], с.23-58. СРС: Зменшення товщини труби пароперегрівача під дією корозії, [9], с. 24-27.

Для кращого засвоєння студентами матеріалів з лекцій та практичних, представлених вище в таблицях у вигляді деталізованих описів, для самостійного опрацювання ними матеріалу за певною темою заплановані відповідні питання (СРС), виконання яких регулярно контролюється викладачем.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

В якості виду самостійної роботи, у відповідності з робочим навчальним планом, виконується домашня контрольна робота (ДКР) на яку відводиться 2-і години часу у семестрі. Приклади задач, що пропонуються здобувачу освіти для розв'язання приводяться нижче.

Завдання №1 на тему «Метод логічної діагностики в парових котлах. Булева функція».

Необхідно удосконалити діагностичну Булеву функцію **F** доповненням до пп. 1 та 2 аудиторної задачі (див. матеріали практичних занять – бінарну таблицю) наступними новими технічними відомостями:

п.3. При відсутності ознаки k_2 відсутній, як стан D_1 , так і стан D_2 .

Визначити: Функцію діагнозів **f** відповідно для функцій ознак $G = k_1 \Lambda \bar{k}_2$ и $G = \bar{k}_1 \Lambda k_2$.

Завдання №2 на тему «Статистичні (імовірнісні) методи діагностики парових котлів. Метод Байєса».

Завдання №2.1. Визначити імовірність того, що ТЕС буде виробляти електричну енергію в мережу (тобто працювати безвідмовно)?

Якщо імовірність безвідмовної роботи: паралельно працюючих двох котлів відповідно $P(A) = 0,99$, $P(B) = 0,99$; турбіни $P(C) = 0,97$; електрогенератора $P(D) = 0,99$; конденсатора $P(E) = 0,98$; деаератора $P(F) = 0,97$; паралельно працюючих двох живильних насосів відповідно $P(G) = 0,98$, $P(K) = 0,98$. Накреслити функціональну схему ТЕС.

Завдання №2.2. Статистичні дані аналізу добових графіків навантаження енергоблоку показує, що тривалість максимального навантаження протягом доби $\tau_{MAX}=6$ год. Визначити імовірність виникнення максимального навантаження протягом доби.

Завдання №2.3. Імовірності потухання факелу при пошкодженні пилосживильнювача першого пальника – $P(X_1)=0,020$, другого - $P(X_2)=0,015$. Визначити імовірність потухання факелу в топці котла, працюючого з двома пальниками.

Завдання №2.4. На ТЕС протягом року проводиться ремонт турбогенератора при відмовах обладнання з імовірністю $P(X_1)=0,030$ та поточний ремонт (за графіком ремонту), імовірність якого $P(X_2)=0,025$. Визначити імовірність ремонту турбогенератора.

Завдання №2.5. Теплова схема енергоблоку більшу частину часу знаходиться в нормальних умовах експлуатації, при цьому все обладнання справно. Стан схеми в цьому випадку є робочим, а її імовірність дорівнює $P(X)$. Випадок непрацездатного стану (відмови, плановий ремонт) має імовірність $P(\bar{X})$. Визначити імовірність працездатного стану, якщо імовірність відмови схеми $P(\bar{X})=0,002$.

Завдання №2.6. Обстежено 100 однотипних котлів при цьому виявлені їх діагнози (стани): D_1 – забруднення поверхонь нагріву в 10 котлах; D_2 – порушення здатності до роботи в 20 котлах; D_3 – нормальне функціонування (відсутність діагнозів D_1 і D_2) в 70 котлах. При обстеженні приймається до уваги одна ознака k – підвищення питомої витрати палива. При діагнозі D_1 він спостерігається 8 разів, при D_2 - 10 разів, при D_3 – ознака k не спостерігається.

Визначити імовірність появи діагноза парового котла при зазначеній ознаці k . У висновках застосувати вирішальне правило.

Завдання №3 на тему «Методика побудови дерев оцінки ситуації (ДОС)»

Побудувати детальне ДОС за умови, що відбулося зниження ККД котла. Пояснити структуру ДОС.

Завдання №4 на тему «Баланс парового котла. Метод проф. Равича М.Б.»

Визначити ККД котлоагрегата бруто і витрату палива, використовуючи зпрошену методику проф. Равича М. Б., при спалюванні топкового мазуту $Q_n^p = 9500$ ккал/кг, навантаження котлоагрегату $D = 10$ т/г, тиск в барабані $p = 13$ кгс/см², ентальпія пари $i_{п.в} = 666,2$ ккал/кг; ентальпія котлової води $i_{к.в.} = 197,3$ ккал/кг; ентальпія живильної води $i_{п.в} = 86$ ккал/кг; продувка котла — 2,5 %; температура відхідних газів $t_{yx} = 200^\circ C$; температура повітря $t_B = 30^\circ C$; в результаті аналізу продуктів згорання отримані наступні дані: $RO_2 = 11,6\%$. Врахувати втрати теплоти в навколишнє середовище.

Завдання №5 на тему «Нормативні показники роботи котельних установок».

В котельні 2 котла ДКВР-10. Залежність ККД від навантаження представлена в таблиці.

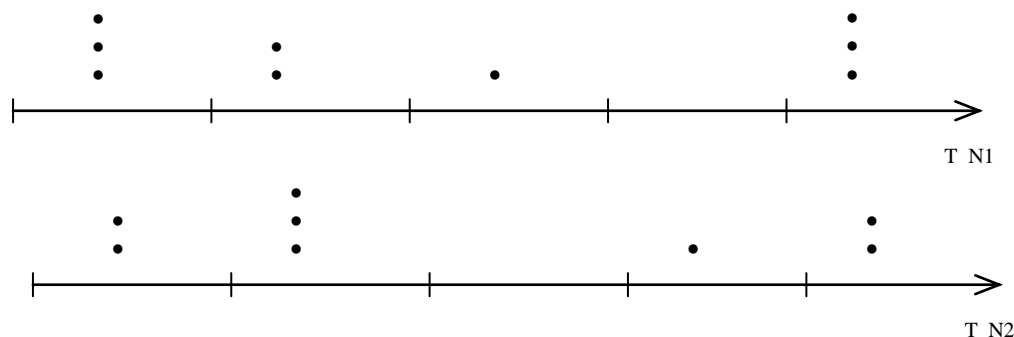
D	т/г	6	8	10 (ном.)	12
D	%	60	80	100	120
$\eta_k^{бр}$	%	94	93	92	90

Котел № 1 оснащений теплоутилізатором, відпрацював 12 років. Котел № 2 не оснащений теплоутилізатором і відпрацював 8 років. Планується, що середнє навантаження котла № 1 буде відповідати номінальному, а котла № 2 - 80 % від номінального. Планується, що в наступному місяці котел № 1 виробить 4000 Гкал, а котел № 2 - 3200 Гкал. Заходів зі зниження витрати палива не планується ($\Delta B = 0$).

Визначити: нормативну питому витрату умовного палива в котельній на наступний місяць з урахуванням власних потреб котельні.

Завдання №6 на тему «Дискретні та безперервні випадкові величини»

Дано: Є статистика пошкодженості 4-х котлів (приведена на рис.).



1. Побудувати для кожного котла в табличному і графічному видах закони розподілу імовірностей пошкоджень T .

2. Визначити їх основні числові характеристики $M(T)$, $D(T)$, $\delta(T)$. У якого котла характеристики краще?

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до студента, що вивчає навчальну дисципліну:

- обов'язкове відвідування лекційних та практичних занять, відсутність може бути пов'язана тільки з поважної причини, теми пропущених занять опрацьовуються студентом самостійно, а виконання контролюється викладачем;
- обов'язкове ведення конспектів за матеріалами лекційних та практичних занять, при цьому застосовуються правила заохочувальних та штрафних балів;
- при здобуванні студентом освіти застосовуються активні форми та методи проведення занять (експрес-опитування, взаємодія та діалог між студентом та викладачем, вироблення правильного розуміння змісту теми, що вивчається);
- поведінка на заняттях спокійна та доброзичлива, при викладанні підтримується діловий стиль, рівень спілкування ґрунтується на взаємній повазі один до одного, недопустимі конфліктні ситуації у відповідності з Кодексом честі;
- присутність на заходах семестрового контролю за розкладом обов'язкова;
- захист студентом виконаної ДКР відбувається в кінці семестру за тиждень до початку сесії у відповідності з розкладом навчальної дисципліни;
- перескладання студентами заборгованостей здійснюється протягом семестру (але не пізніше за тиждень до початку сесії) за індивідуальним графіком консультацій викладача у відповідності з його педнавантаженням.

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

Опис рейтингової системи оцінки результатів навчання студентів (PCO) та види контролю з навчальної дисципліни:

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується з 100 балів, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- відвідування лекційних занять (18 занять);
- виконання контрольних робіт (3-и експрес-контролі на лекціях)
- роботу на практичних заняттях (5 занять);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Відвідування лекцій (0,5;0);

2.2. Експрес-контрольні роботи оцінюються із 6 балів:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 6 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам на «задовільно» – 0 балів.

2.3. Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 2 бали;
- пільна робота – 1 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

2.3. Виконання ДКР:

- творча робота – 15-14 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 13-11 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 10-9 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням реферату на перевірку нараховується штрафний –1 бал (усього не менше –5 балів).

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання половини контрольних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх контрольних робіт (на час атестації) та зарахування реферативної роботи.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх контрольних робіт, реферативної роботи та стартовий рейтинг не менше 26 балів.

5. Студенти виконують екзаменаційну роботу. Кожний білет містить три теоретичних запитання (завдання). Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 16,5 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 16,5-15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 14-12 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 11-10 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Студент допускається до екзамену з кількістю стартових балів не менше 26.

7. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Бали: практичні заняття+ контрольні+ДКР + + екзаменаційна робота	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані контрольні роботи або не зарахована ДКР або стартовий рейтинг менше 26 балів	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань до **екзамену** з кредитного модуля «Спеціальні питання котло-та реакторобудування»:

1 Теоретичні та практичні основи технічної діагностики парових котлів, її методи та засоби.

1.1 Основні шляхи підвищення надійності парових котлів

1.2 Основні задачі технічної діагностики, її структурна схема

1.3 Лінійні методи розділення ознак в просторі

1.4 Булеві функції та засоби їх складання. Застосування методів логічної діагностики при діагностуванні парових котлів.

- 1.5 Основні поняття теорії ймовірності. Операції з ймовірними величинами
- 1.6 Формула Баєса та її застосування при діагностуванні парових котлів
- 1.7 Засоби технічної діагностики. Функціональне діагностування
- 1.8 Засоби технічної діагностики. Комбіноване та тестове діагностування
- 1.9 Комплексна система діагностування парового котла. Структурна схема.
- 1.10 Комплексна система діагностування парового котла. Призначення та методична основа
- 1.11 Рівні автоматизації діагностичних систем енергетичного обладнання
- 1.12 Комплексна система технічної діагностики парового котла. Технічні та апаратні засоби.
- 1.13 Фази оперативної діяльності при роботі на котлі
- 1.14 Механізм прийняття оперативних рішень
- 1.15 Дерева оцінки ситуацій та карти спостережень

2 Тепловий баланс - методична основа економічності парового котла.

- 2.1 Методи визначення коефіцієнту корисної дії парового котла
- 2.2 Корисна теплота парового котла та його теплова економічність
- 2.3 Вплив окремих теплових втрат на економічну роботу котла
- 2.4 Методика професора Равича М.Б. при розрахунках теплових втрат
- 2.5 Вплив навантаження на економічність роботи парового котла
- 2.6 Вплив температури живильної води на економічність роботи парового котла
- 2.7 Вплив повітряного режиму на економічність роботи парового котла
- 2.8 Вплив якості палива на економічність роботи парового котла
- 2.9 Вплив зольних відкладень на економічність роботи парового котла
- 2.10 Визначення нормативних показників роботи парового котла
- 2.11 Вплив внутрішніх відкладень на економічність роботи парового котла

3 Загальна характеристика основних понять теорії надійності і проблеми надійності котельних установок

- 3.1 Загальні поняття та терміни теорії надійності
- 3.2 Задачі забезпечення надійності парових котлів
- 3.3 Основні причини виникнення відмов при експлуатації парових котлів
- 3.4 Методи неруйнівного контролю за станом метала поверхонь нагріву парових котлів
- 3.5 Непрямі методи контролю за станом метала поверхонь нагріву парових котлів.
Формула Ларсена-Мілера

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н., с.н.с., Рогачовим В.А. та ассистентом, к.т.н., с.н.с., Косячковим О.В.

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № ___ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № __ від _____)

² Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.