



УПРАВЛІННЯ РЕСУРСОМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»
Освітня програма	ОНП «Теплоенергетика»
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6.5 кредитів ЕКТС, 52 год. лекцій, 13 год. практичних занять,
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, проміжна і підсумкова контрольна робота, захист практичних робіт
Розклад занять	Згідно: rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, Бовсуновський Анатолій Петрович, e-mail: apbovsunovsky@gmail.com Практичні / Семінарські: д.т.н., професор, Бовсуновський Анатолій Петрович, e-mail: apbovsunovsky@gmail.com
Розміщення курсу	Moodle: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4084

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів наступних компетентностей.

ЗАГАЛЬНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ:

- ЗК1 Здатність до критичного аналізу та синтезу, абстрактного мислення та генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.
- ЗК2 Здатність працювати в міжнародному контексті.
- ЗК3 Здатність розробляти та управляти проектами.

Після засвоєння навчальної дисципліни здобувачі мають продемонструвати такі результати навчання:

ФАХОВІ КОМПЕТЕНТНОСТІ:

- ФК 1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з теплоенергетики та суміжних галузей.
- ФК 4 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

- **ФК 5** Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.
- **ФК 6** Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

Основні завдання навчальної дисципліни.

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

ПРН 1 - Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН 3 - Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН 5 - Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

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

Вивчення курсу "Управління ресурсом енергетичного обладнання" передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із курсів «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Інформаційні технології», «Експлуатація енергетичного обладнання», «Філософські проблеми наукового пізнання», «Діагностика теплоенергетичного устаткування ТЕС та АЕС», «Математичне моделювання систем і процесів», цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях та практичних заняттях, самостійної роботи та виконання індивідуальних завдань.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття і постановка проблеми.

Тема 1. Поняття довговічності і ресурсу. Шляхи збільшення ресурсу енергообладнання.

Тема 2. Структура енергетики. Тенденції зростання енергоспоживання. Економічна доцільність точної оцінки і ресурсу і його подовження. .

Тема 3. Основні експлуатаційні фактори, що впливають на ресурс через деградацію матеріалу і погіршення стану конструкції.

Тема 4. Поняття про термoplastичність, пошкоджуваність, мало- і багатоциклову втому металу, термовтому, довговічність, теплостійкість, механіку руйнування. Методи визначення чи дослідження.

Розділ 2. Шляхи вирішення проблеми управління ресурсом.

Тема 5. Методи діагностики турбіни. Оцінка стану матеріалу і конструкції під час планових техоглядів і ремонтів. Оцінка вібраційного стану турбіни під час експлуатації.

Тема 6. Методи встановлення проектного ресурсу. Поліпшення умов і підвищення технічного рівня експлуатації обладнання.

Тема 7. Методи визначення залишкового ресурсу (подовження ресурсу).

Тема 8. Вдосконалення методів контролю стану конструкції (діагностика). Методи оцінки прогнозування граничного стану конструкції. Управління ресурсом енергетичного обладнання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Теплові електричні станції. / В.Я. Рижкін // - М.: Енергія, 1987, с. 448. (на рос. мові).
2. Стерман Л.С. Теплові та атомні електростанції. / Л.С.Стерман, А.Т. Шарков, С.Т. Тевлін // - М.:Атомвидаєт, 1982,с.486. (на рос. мові).
3. Кузнецов Н.М. Енергетичне обладнання блоків АЕС. / Н.М. Кузнецов та ін. // – Л.: Машинобудування, 1987, 279с. (на рос. мові).
4. Костюк А.Г. Парові та газові турбіни для електростанцій. Підручник для вузів. / А.Г. Костюк, В.В.Фролов, А.Е.Булкін, А.Д.Трухний // - М: Видавничий дім МЕІ, 2008, 556 с. (на рос. мові).
5. Паротурбинные установки атомных электростанций / Под. Ред. Ю.Ф. Косяка//. - М.: «Энергия», 1978. - 312 с.
6. Марцинковський В.А. Насоси атомних електростанцій / В.А. Марцинковський, П.М. Ворона// - М: Енергоатомвидаєт, 1987, 256с. (на рос. мові).
7. Ілічев М.Б. Технологія проектування теплових електростанцій та методи її комп'ютеризації. / М.Б. Ілічев, Б.М. Ларін, А.В. Мошкарін та ін. // - М.:Енергоатомвидаєт, 1997.- 234с. (на рос. мові).
8. Контроль металу і продовження терміну експлуатації основних елементів котлів, турбін і трубопроводів теплових електростанцій: СОУ-Н МПЕ 40.17.401:2004.-Офіц. вид.- К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2005. - 76с.- (Нормативний документ Мінпаливенерго України, Типова інструкція).
9. Визначення розрахункового ресурсу та оцінки живучості роторів та корпусних деталей турбіни: СОУ-Н МЕР 40.1-21677681-52:2011 Методичні вказівки/ Міненерговугілля України / Н.Г. Шульженко - Офіц. вид., К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2011. – 27 с.- (Нормативний документ Мінпаливенерго України, Типова інструкція).
10. РТМ 24.020.16-73. Турбины паровые стационарные. Расчет температурных полей роторов и цилиндров паровых турбин методом электро моделирования. – М., 1973, № ВК-002/3209. - 104 с.
11. Детали паровых стационарных турбин. Расчет на малоцикловую усталость. (РТМ 108.021.103) – М.: 1985.- № АЗ-002/7382.- 49с.

Додаткова література:

1. Щегляєв А.В. Парові турбіни: 6-е видання в 2-х томах / А.В. Щегляєв // - М., Енерговидат, 1993 р., 416с. (на рос. мові)
2. Трояновський Б.М. Парові та газові турбіни атомних електростанцій. / Б.М. Трояновський, Г.А. Філіпов, А.Є. Булкін// - М., Енергоатомвиздаєт, 1985р., 256с. (на рос. мові).
3. Костюк А. Г., Фролов В. В. Парові та газові турбіни. Підручник для вузів. - М: Енергоатомвидаєт, 1985, 352 с. (на рос. мові).
5. Трухний А.Д. Стаціонарні парові турбіни. / А.Д. Трухний// - М., Енерговидат, 1990р., 640с. (на рос. мові).
6. Шубенко Л.А. Совершенствование термогазодинамических характеристик проточных частей мощных паровых турбин. / Л.А.Шубенко, В.Л.Швецов В.Л., В.Н.Голощапов, В.Г. Солодов, С.В. Алехина// –Х.: Цифрова друкарня №1, 2013.- 172 с.
7. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 1, Статор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету.

/ О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Р.І Гудов // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 10/11-081 від 02.12.2010 р., протокол №3, 2010 – 150 с.

8. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 2, Ротор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Т.В.Никуленкова // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 12/13-042 від 18.10.2012 р., протокол №2, 2012 – 85 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опрацьовуються і засвоюються матеріали лекцій і виконуються завдання на самостійну роботу за темами лекцій.

Лекція 1. Поняття довговічності і ресурсу. Шляхи збільшення ресурсу енергообладнання.

Лекція 2. Структура енергетики. Тенденції зростання енергоспоживання. Економічна доцільність точної оцінки і ресурсу і його подовження. Постановка задачі на прогнозування ресурсу на стадії проектування (проектний ресурс) і експлуатації (технічний ресурс).

Лекція 3. Основні експлуатаційні фактори, що впливають на ресурс через деградацію матеріалу і погіршення стану конструкції.

Лекція 4. Поняття про термопластичність, пошкоджуваність, мало- і багатоциклову втому металу, термовтому, довговічність, теплостійкість, механіку руйнування. Методи визначення чи дослідження.

Лекція 5. Методи діагностики турбіни. Оцінка стану матеріалу і конструкції під час планових техоглядів і ремонтів. Оцінка вібраційного стану турбіни під час експлуатації.

Лекція 6. Методи встановлення проектного ресурсу. Поліпшення умов і підвищення технічного рівня експлуатації обладнання.

Лекція 7. Методи визначення залишкового ресурсу. Дослідження механічних властивостей зразків-свідків. Оцінка деградації властивостей матеріалів і конструкції.

Лекція 8. Методи подовження ресурсу. Вдосконалення методів контролю стану конструкції (діагностика). Діагностика. Вдосконалення методів оцінки прогнозування граничного стану конструкції. Управління ресурсом енергетичного обладнання.

На практичних заняттях відбувається ознайомлення з теорією за темою заняття, виконується розрахункова частина роботи під керівництвом викладача, а також самостійний розрахунок за завданням, що видає викладач.

Практична робота 1. Оцінка втомного пошкодження валопроводи парової турбіни в результаті його крутильних коливань.

Практична робота 2. Оцінка ефективності вібраційної діагностики пошкодження ступінчастих валів парових турбін.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента полягає в опрацюванні і засвоєнні матеріалів лекцій на основі конспекту лекцій, базової і додаткової літератури, а також в підготовці до практичних занять і виконання розрахункових робіт відповідно до завдань, поставлених викладачем за темою практичної роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до аспірантів:

- Відвідувати лекційні і практичні заняття;
- Виконувати завдання, поставлені на практичних роботах, і вчасно їх здавати;

- Максимальна кількість балів при невчасному складанні модульних контрольних зменшується вдвічі;
- Максимальна кількість балів при невчасній здачі результатів розрахунків за практичними роботами зменшується вдвічі;

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

Поточний контроль: модульні контрольні роботи і виконання практичних робіт.

МКР (перша): відмінно – 25-23 балів; добре – 22-19 балів; задовільно – 18-15 балів; незадовільно – 0 балів. **МКР (друга):** відмінно – 25-23 балів; добре – 22-19 балів; задовільно – 18-15 балів; незадовільно – 0 балів.

Практичні роботи (дві): відмінно – 10 балів; добре – 8 балів; задовільно – 6 балів; незадовільно – 0 балів.

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

Семестровий контроль: результати контрольних і практичних робіт (тах 70 балів) і екзамен (тах 30 балів).

Умови допуску до семестрового контролю: позитивне проходження двох календарних контролів, відпрацювання практичних робіт, виконання МКР.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань на першу модульну контрольну роботу:

1. Якими є основні показники довговічності енергетичного обладнання?
2. Що таке довговічність енергетичного обладнання і якими заходами вона забезпечується?
3. Яким вимогам повинне відповідати справне енергетичного обладнання?
4. Якій чинник спричиняє несправний стан енергетичного обладнання?
5. Що розуміють під пошкодженням енергетичного обладнання?
6. Якими методами діагностується пошкодження енергетичного обладнання?
7. Якими є критерії забезпечення працездатного стану енергетичного обладнання?
8. Що таке відмова енергетичного обладнання і до яких наслідків вона призводить?
9. Що таке граничний стан енергетичного обладнання і яким чином він оцінюється?
10. Які види ресурсу визначаються для енергетичного обладнання?
11. Якими є основні шляхи збільшення ресурсу енергетичного обладнання?
12. Які основні чинники впливають на ресурс енергетичного обладнання?
13. В чому полягає відмінність між технічним контролем і технічною діагностикою?
14. Якими є основні методи технічного контролю енергетичного обладнання?
15. Якими є основні методи технічної діагностики енергетичного обладнання?
16. На чому базується основна ідея вібраційної діагностики пошкоджень енергетичного обладнання?
17. Якими є особливості вібраційної діагностики пошкоджень обертового обладнання?
18. Яким чином тріщина втоми впливає на власні частоти коливань обертового обладнання?
19. Які нелінійні ефекти коливань обертового обладнання спричиняє тріщина втоми?
20. Від яких чинників залежить ефективність вібраційної діагностики пошкодження обертового обладнання?

Перелік питань на другу модульну контрольну роботу:

1. Які експлуатаційні фактори впливають на ресурс енергетичного обладнання?
2. Яким чином оцінюється тепловий стан енергетичного обладнання?
3. Що є мірою пошкодження матеріалу при статичному і квазістатичному навантаженні енергетичного обладнання?
4. Яким чином оцінюється пошкодження матеріалу енергетичного обладнання при його динамічному навантаженні?
5. Яка принципова відмінність між малоцикловою і багатоцикловою втомою металу?
6. Які елементи енергетичного обладнання потребують дослідження на тривалу міцність матеріалу і чому?
7. З якою метою визначають характеристики тріщиностійкості матеріалу енергетичного обладнання?
8. Яким чином пов'язані характеристики тріщиностійкості матеріалу енергетичного обладнання з оцінкою залишкового ресурсу?
9. Який механізм впливу фретинг-корозії на довговічність елементів енергетичного обладнання?
10. Яким чином можливо зменшити вплив фретинг-корозії на довговічність елементів енергетичного обладнання?
11. Які методи оцінки залишкового ресурсу енергетичного обладнання використовують у відповідності до діючої нормативно-технічної документації?
12. В чому полягає методика оцінки залишкового ресурсу енергетичного обладнання на основі визначення його теплового стану?
13. В чому полягає методика оцінки залишкового ресурсу енергетичного обладнання на основі визначення його вібраційного стану?
14. Які експериментальні дослідження необхідно виконати для оцінки залишкового ресурсу енергетичного обладнання?
15. Які існують методи встановлення проектного ресурсу енергетичного обладнання?
16. Якими методами оцінюють деградацію властивостей матеріалів і конструкцій?
17. Якими є основні методи подовження ресурсу енергетичного обладнання?
18. Якими є основні методи оцінки граничного стану матеріалу конструкції?
19. Які методи оцінки розсіяного і втомного пошкодження матеріалу енергетичного обладнання використовуються при прогнозуванні граничного стану конструкції?
20. Яким чином якість технічного контролю впливає на ресурс енергетичного обладнання?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором, д.т.н., професором, Бовсунівським Анатолієм Петровичем

Ухвалено кафедрою ТЕУ Т і АЕС (протокол № 12 від 10.06.2020 р.)

Погоджено Методичною радою факультету (протокол № 10 від 25.06.2020 р.)