



Турбіни теплових та атомних електростанцій-3 Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 «Енергетичне машинобудування», 143 «Атомна енергетика», 144 «Теплоенергетика»</i>
Освітня програма	<i>«Теплоенергетика»</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна, вечірня), заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1,5к (45)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Курсовий проект, диференційний залік</i>
Розклад занять	<i>Згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д. т. н., проф., Черноусенко Ольга Юріївна, 050-413-40-50, chernousenko20a@gmail.com Практичні / Семінарські: Черноусенко Ольга Юріївна, 050-413-40-50, chernousenko20a@gmail.com Лабораторні: не заплановано
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Campus КПІ) https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own

Програма навчальної дисципліни

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

Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-3» входить до складу дисципліни «Турбіни ТЕС та АЕС», є її третьою складовою в підготовці бакалаврів напряму «Теплоенергетика». Зазначений кредитний модуль включений до обов'язкової частини бакалаврської підготовки («П. 1. Навчальні дисципліни професійної підготовки»).

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 4 курсі. Дисципліни, що її забезпечують, є «Фізика», «Технічна механіка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін» і «Технічна термодинаміка». Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-3» включає виконання курсового проекту «Турбіни ТЕС та АЕС-3».

В кредитному модулі " Турбіни ТЕС та АЕС-3" розглядаються розрахунки теплової схеми ПТУ, параметри та геометричні характеристики турбінного ступеню, втрат енергії в турбінному ступеню та в турбоустановці в цілому, основні показники нормальної роботи парових турбін. Виконується проектне креслення одноциліндрової парової турбіни.

Проект містить пояснювальну записку, яка має обсяг 30-50 сторінок з малюнками та схемами, а також графічну частину в обсязі 1-х листів формату А1.

Проект захищається перед комісією викладачів, що складена за рішенням завідуючого кафедрою ТЕУ Т та АЕС.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів наступних компетентностей.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)	
ФК 1	- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;

ФК 2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;
ФК 8	Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;
ФК 12	Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі;
ФК 15	Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання;
7 – Програмні результати навчання	
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 4	Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
ПРН 5	Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
ПРН 7	Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.
ПРН 9	Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.
ПРН 10	Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.
ПРН 11	Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.
ПРН 12	Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
ПРН 13	Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН 14	Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
ПРН 15	Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

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

Вимоги до початку вивчення - базові та спеціальні знання на рівні випускник середньої школи, молодший спеціаліст теплоенергетика, енергетичного машинобудування, атомної енергетики: основні поняття та терміни.

Забезпечується: професійними та вибірковыми дисциплінами ОП бакалавра теплоенергетики.

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 4 курсі. Дисципліни, що її забезпечують, є «Фізика», «Технічна механіка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін» і «Технічна термодинаміка». Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-3» включає виконання курсового проєкту «Турбіни ТЕС та АЕС-3».

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 3.

В кредитному модулі " Турбіни ТЕС та АЕС-3" розглядаються розрахунки теплової схеми ПТУ, параметри та геометричні характеристики турбінного ступеню, втрат енергії в турбінному

ступеню та в турбоустановці в цілому, основні показники нормальної роботи парових турбін. Виконується проектне креслення одноциліндрової парової турбіни.

Проект містить пояснювальну записку, яка має обсяг 30-50 сторінок з малюнками та схемами, а також графічну частину в обсязі 1-х листів формату А1.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Конструкція основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Навчальний посібник для слухачів МПО та студентів теплоенергетичних спеціальностей денної та заочної форм навчання. Частина 1, Статор. /Уклад: О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О. Грановська, Р.І Гудов/. – Електронне навчальне видання. Навчальний посібник з грифом НТУУ КПІ. Гриф НМУ № Е 10/11-081 від 02.12.2010 р., протокол №3 – 150 с.
2. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 2, Ротор. Навчальний посібник для слухачів МПО та студентів теплоенергетичних спеціальностей денної та заочної форм навчання. /Уклад: О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О. Грановська, Т.В Нікуленкова/. – Електронне навчальне видання. Навчальний посібник з грифом НТУУ КПІ. Гриф НМУ № Е 12/13-042 від 18.10.2012 р., протокол №2 – с.85.
3. Методичні вказівки до розрахунку теплових схем ПТУ. Київ. КПІ, 1985р. (на рос. мові). 24 с.
4. Шевченко А.М. Методичні вказівки до теплового розрахунку регулюючого ступеню парової турбіни з дисципліни "Парові та газові турбіни" та "Теплові двигуни"./ А.М. Шевченко, Ю.Ф.Ткачук. - Київ. КПІ, 1987 р. (на рос. мові). 44с.
5. Черноусенко О.Ю. Тепловий розрахунок парової турбіни. Методичні вказівки до курсового проекту по курсу "Турбіни ТЕС і АЕС" для студентів спеціальності «Теплові електричні станції» / О.Ю. Черноусенко, А.М. Шевченко - Київ: ІВЦ "Видавництво «Політехніка» ", 2004 р., 34 с.
6. Черноусенко О.Ю. Змінний режим роботи паротурбінної установки (соплове паророзподілення та розрахунок системи автоматичного регулювання). Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Турбіни ТЕС та АЕС"/ О.Ю. Черноусенко, А.М. Шевченко - Київ: ІВЦ "Видавництво «Політехніка» ", 2003 р., 24 с.
7. Черноусенко О.Ю. Розрахунок механогідравлічної системи регулювання. Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Регулювання паротурбінних установок"/ О.Ю. Черноусенко, А.М. Шевченко - Київ: ІВЦ "Видавництво «Політехніка» ", 2004 р., 24 с.
8. Черноусенко О.Ю. Розрахунок систем автоматичного регулювання ПТУ. /Уклад: О.Ю.Черноусенко/. – Електронне навчальне видання. Методичні вказівки до РР з грифом ТЕФ НТУУ КПІ. Гриф НММ № е 12 /13 – 1/1 від 13 " листопада 2012 р., протокол № 4 -48 с.
9. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС /Уклад: О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О. Грановська, Т.В Нікуленкова/. – Електронне навчальне видання. Методичні вказівки з грифом ТЕФ НТУУ КПІ. Гриф НММ № е 12 /13 – 58 від 27 червня 2013 р., протокол № 10. –85 с.
10. Черноусенко О.Ю. Розрахунки теплових схем паротурбінних установок. Уклад: О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О. Грановська/. – Електронне навчальне видання. Методичні вказівки з грифом ТЕФ НТУУ КПІ. Гриф НММ № е 12 /14 – 58 від 26 травня 2014 р., протокол № 10. – 48 с.

Допоміжна:

1. Щегляев А.В. Парові турбіни: 6-е видання в 2-х томах / А.В. Щегляев - М., Энерговидат, 1993 р., 416 с. (на рос. мові).
2. Трухній А.Д. Стационарні парові турбіни. / А.Д. Трухній - М., Энерговиздат, 1990р., 640 с. (на рос. мові).
3. Костюк А.Г. Парові та газові турбіни. Підручник для вузів. / А.Г.Костюк, В.В. Фролов - М: Энергоатомвидат, 1985, 352 с. (на рос. мові).
4. Саранцев К.Б. Регулювання та автоматизація турбін. / К.Б.Саранцев, В.М. Ремізов, К.А. Тельнов - Л., Машинобудування, 1970р., 247 с. (на рос. мові).
5. Костюк А.Г. Парові та газові турбіни для електростанцій. Підручник для вузів. / А.Г. Костюк, В.В.Фролов, А.Е.Булкин, А.Д.Трухний - М: Видавничий дім МЕІ, 2008, 556 с. (на рос. мові).

6. Косяк Ю.Ф. Паротурбінні установки атомних електростанцій. / Ю.Ф. Косяк - М., Енергія, 1978 р., 312 с. (на рос. мові).
7. Трояновський Б.М. Парові та газові турбіни атомних електростанцій. / Б.М. Трояновський, Г.А. Філіпов, А.Є. Булкін - М., Енергоатомвидат, 1985р., 256 с. (на рос. мові).
8. Семенов О.С., Шевченко О.М. Тепловий розрахунок парової турбіни. К. Вища школа, 1975р., 207 с.
9. 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..
10. Шевченко А.М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсів "Парові та газові турбіни" та "Теплові двигуни". Розділ "Тепловий розрахунок нерегульованих ступенів парової турбіни"/ А.М. Шевченко, Ю.Ф.Ткачук. - Київ. КПІ, 1988р. (на рос. мові). 68с.

11.Методичні вказівки для теплового розрахунку одноступеневої парової турбіни. Київ. КПІ, 1984р. (на рос. мові). 24с.

Інформаційні ресурси:

39. Сайт МПЕ України - www.mpe.kmu.gov.ua
40. Сайт Бібліотека електронних книг - <http://book-gu.ru/2013/03/turbiny-2/>
41. Сайт ВАТ «Турбоатом» - <http://www.turboatom.com.ua/press/news/1637.html>
42. Сайт НАЕК «Енергоатом» - <http://www.energoatom.kiev.ua/>
43. Сайт НАЕК «Енергетична компанія України» - <http://www.ecu.gov.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Запропоновано наступний перелік тем (варіантів вихідних даних)

1. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-200-130.
2. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-150-130.
3. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-160-130.
4. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-100-90.
5. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-300-240.
6. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-800-240.
7. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-1200-240.
8. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-320-23,5.
9. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-330-240.
10. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-310-23,5.
11. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-325-23,5.
12. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-500-23,5
13. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-500-65/3000.
14. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-1000-65/3000.
15. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-1000-60/1500.
16. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-750-65/3000.
17. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-500-60/1500.
18. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-220-44.
19. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-12-29.
20. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-20-75.
21. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-18-72.
22. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-17-70.
23. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-16-31.
24. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-10-28.
25. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-14-38.
26. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-25-90.
27. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-22-85.
28. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-12-32.
29. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-19-38.
30. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-24-89.
31. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-26-87.

32. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-8-27.
33. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-9-30.
34. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-6-34.
35. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-6-30.
36. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-11-35.
37. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-15-36.
38. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-2-13.
39. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-4-13.
40. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-12-34.
41. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-17-65.
42. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-13-33.
43. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-14-30.
44. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-23-84.
45. Тепловий розрахунок парової турбіни типу К-25-90.

Курсовий проект по курсу " Турбіни ТЕС та АЕС" виконується з урахуванням питань передового досвіду конструювання паротурбінного обладнання, теплових розрахунків. Необхідно урахування основних втрат при роботі парової турбіни та обчислювання її потужності, коефіцієнтів корисної дії та інших техніко-економічних показників.

Проект містить пояснювальну записку, яка має обсяг 30-40 сторінок з малюнками та схемами, а також графічну частину в обсязі 1-х листів формату А1.

Зміст пояснювальної записки.

Вступ.

1. Основи вибору форми проточної частини парової турбіни та вхідні данні для проекту.
 - 1.1. Основи вибору форми проточної частини парової турбіни
 - 1.2. Вхідні данні для проекту
2. Орієнтовний (попередній) тепловий розрахунок турбіни.
 - 2.1. Попередня оцінка економічності турбіни
 - 2.2. Розподілення тепло перепадів по ступенях турбіни.
 - 2.2.1. Регулюючий ступень .
 - 2.2.2. Визначення діаметрів першого та наступних не регулювальних ступенів .
 - 2.2.3. Визначення числа не регулювальних ступенів турбіни та розподіл тепло перепаду між ними.
 - 2.3. Регенеративний підігрів живильної води та визначення витрат пари в відбори
3. Докладний тепловий розрахунок турбіни.
 - 3.1. Тепловий розрахунок регулювального ступеня турбіни.
 - 3.1.1. Вибір типу регулювального ступеня.
 - 3.1.2. Тепловий розрахунок двох вінцевого регулювального ступеня турбін.
 - 3.2. Тепловий розрахунок не регулювальних ступенів турбін.
 - 3.2.1. Вибір основних вхідних величин.
 - 3.2.2. Тепловий розрахунок не регулювального ступеня.
 - 3.2.3. Розрахунок втрат і ККД не регулювального ступеня.
 - 3.2.4. Розрахунок прохідних перерізів та розмірів проточної частини не регулювального ступеня.

Висновки.

Література.

Зміст графічного матеріалу.

1-й лист – Парова турбіна (перетин) .

Проект захищається перед комісією викладачів, що складена за рішенням завідуючого кафедрою ТЕУ Т та АЕС.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до студентів:

- Відвідувати консультації;

- Виконувати завдання 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.

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

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за

- 1)якість пояснювальної записки та графічного матеріалу;
- 2) якість виконання графіку роботи над проектом;
- 3)якість захисту.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Якість пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Ваговий бал за виконання завдань — 30. Максимальна кількість балів - 30

- 30-25 — завдання виконано правильно, ретельно оформлено;
- 25-15 — завдання виконано з незначними помилками, які студент виправив після зауваження викладача, добре оформлено;
- 15-5 — завдання виконано з помилками, або не повністю, що студент виправив після зауваження викладача, задовільно оформлено;
- 5-0 — завдання виконано з грубими помилками, або не повністю, завдання не виконано.

2. Якість виконання графіку роботи над проектом.

Ваговий бал за виконання етапів завдань — 5. Максимальна кількість балів - $5 \times 6 = 30$

- 5 — завдання виконано правильно та ретельно оформлено
- 4 — завдання виконано правильно та оформлено з незначними помилками
- 3 — виконано 80- 30% завдання та оформлено задовільно
- 0 — виконано < 30% завдання або оформлено без застосування креслярських приладів

3. Якість захисту.

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів - 40

- 40-30 - завдання виконано правильно, ретельно оформлено, проведено необхідні розрахунки, на запитання подані правильні відповіді;
- 30-20 – виконано теоретичне описання процесу, проведені необхідні розрахунки, можливі незначні помилки, що не впливають на суть відповіді та відсутність деяких розмірів та позначень за браком часу, на запитання подані правильні відповіді, можливі незначні
- 20-5 – допущені помилки в викладені теоретичного питання, але правильно визначений напрям відповіді, можливо з незначними помилками, зроблено розрахункове завдання з деякими помилками, на більшість запитань подані правильні відповіді;
- 5-0 — робота не захищена.

Штрафи та заохочувальні бали.

- відсутність практичному занятті без поважної причини 2 бал
- несвоєчасна здача практичного завдання 2 бал
- дострокова здача практичного завдання 4 бал
- участь в олімпіадах..... 3 бал
- підготовка рефератів..... 3 бал
- підготовка оглядів наукових праць..... 4 бал
- удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни..... 4 бал

Розрахунок шкали рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає $R_c = 30 + 30 = 60$ балів
Залікова складова шкали дорівнює $R_z = 40$ балів.

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає $R = R_c + R_z = 100$ балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею

$RD = R_c + R_z$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95-100	A	відмінно

85-95	B	дуже добре
75-85	C	добре
65-75	D	задовільно
60-65	E	достатньо
$R_s \leq 60$	Fx	незадовільно
$R_s \leq 40$, або не виконані інші умови допуску до заліку	F	не допущений

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль розміщено у campus за посиланням https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д. т. н., проф., Черноусенко Ольгою Юрївною

Ухвалено кафедрою ТЕУТ та АЕС (протокол № 19 від 18.06.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 24.06.2021)