



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Реактори та парогенератори АЕС

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетичне машинобудування

Кафедра

Парогенераторобудування(121)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Профільна підготовка, Вибіркова

Семестр

7

Мова викладання

Українська,

Викладачі, розробники



Єфімов Олександр В'ячеславович

Efimov.Oleksandr@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри парогенераторобудування НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 48 років. Автор більше 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Комп'ютерне моделювання та САПР об'єктів й елементів устаткування атомної енергетики», «Імітаційне моделювання реакторних установок АЕС та елементів їхнього устаткування».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів теоретичних знань, пов'язаних з необхідністю забезпечення високих вимог до функціональних характеристик енергоблоків сучасних і перспективних АЕС, які відповідають критеріям підвищеної безпеки, робить актуальними серед інших і такі напрями наукових досліджень

Мета та цілі дисципліни

Сформувати у студентів загальні та спеціальні поняття про підходи та методи щодо підвищення рівня надійності роботи енергоблоків АЕС на стадії вибору типу їх принципової схеми, парогенератора, реактора та їх проектування.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК 11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

Результати навчання

ПР 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.

ПР 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

ПРП 1. Використовувати знання і розуміння інженерних питань, що лежать в основі спеціальності 142 - Енергетичне машинобудування, Застосовувати сучасні методики розрахунків, проектування та дослідження енергетичного обладнання.

ПРП 2. Застосовувати знання щодо енергетичного обладнання і принципів роботи теплових та атомних електричних станцій, практичні навички вирішення інженерних завдань проектування енергетичного обладнання з використанням сучасних цифрових технологій.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Знання, навички, необхідні для успішного проходження курсу з дисциплін:

Вступ до спеціальності

Тепломасообмін в котлах та реакторах

Гідрогазодинаміка

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Основні методичні положення розрахунків і оптимізації параметрів і характеристик устаткування енергоблоків АЕС методами математичного моделювання. Методи оцінки ефективності теплових схем енергоблоків АЕС за параметрами стану і надійності устаткування. Методи і підходи до моделювання, діагностики, прогнозування стану устаткування та оптимізації ремонтних циклів та режимів роботи енергоблоків АЕС.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Класифікація ядерних реакторів і теплові схеми АЕС з реакторами різних типів.

Загальний опис процесів і конструкцій ядерних реакторів АЕС. Класифікація ядерних реакторів АЕС. Принципові теплові схеми виробництва пари на АЕС. Теплові схеми АЕС з реакторами різних типів.

Тема 2. Теплоносії ядерних енергетичних установок.

Водні теплоносії. Рідкометалеві теплоносії. Рідкі органічні теплоносії. Газові теплоносії.

Тема 3. Конструкційні матеріали активних зон ядерних реакторів АЕС.

Роль конструкційних матеріалів активних зон ядерних реакторів енергетичних установок АЕС.

Умови роботи конструкційних матеріалів активних зон ядерних енергетичних реакторів на теплових нейтронах. Конструкційні матеріали активних зон ядерних реакторів АЕС нового покоління. Вимоги до матеріалів реакторів нового покоління. Конструкційні матеріали з цирконію для ядерної енергетики. Гафній в ядерній енергетиці. Вплив зовнішніх чинників на зміну властивостей конструкційних матеріалів активних зон ядерних реакторів АЕС.

Тема 4. Конструктивні схеми, конструкції і технічні характеристики парогенераторів АЕС.

Загальні характеристики, типи і схеми парогенераторів АЕС і вимоги, що ставляться до них.

Конструктивні схеми парогенераторів АЕС з водними, рідкометалевими, газовими та рідкими органічними теплоносіями. Класифікація конструкцій парогенераторів АЕС, їх елементів і поверхонь теплообміну. Конструкції і технічні характеристики парогенераторів АЕС з водними теплоносіями. Конструкційні матеріали основного і допоміжного устаткування парогенераторних установок АЕС

Тема 5. Теплообмінні процеси і гідродинамічні характеристики потоків у реакторах і парогенераторах АЕС.

Загальний опис гідродинамічних характеристик потоків і особливостей процесів теплообміну у парогенераторах АЕС. Основні математичні співвідношення моделей процесів теплообміну між теплоносієм і робочою речовиною у парогенераторах. Основні математичні співвідношення моделей однофазних потоків в каналах реакторів і парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідродинамічних характеристик. Основні математичні співвідношення моделей двофазних потоків в каналах реакторів і парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідродинамічних характеристик

Тема 6. Методики теплових і гідравлічних розрахунків парогенераторів АЕС різних типів.

Види розрахунків, завдання і етапи проектування парогенераторів АЕС. Основні положення теплового розрахунку парогенераторів АЕС. Основні положення конструктивного розрахунку парогенераторів АЕС. Основні положення гідравлічного розрахунку парогенераторів АЕС. Загальні положення і підходи до математичного моделювання теплових і гідравлічних процесів у парогенераторах АЕС і методики створення комп'ютерних програм їх розрахунків.

Тема 7. Методи і підходи до моделювання, діагностики, прогнозування стану устаткування та оптимізації режимів роботи енергоблоків АЕС. Основні методичні положення розрахунків і оптимізації параметрів і характеристик устаткування енергоблоків АЕС методами математичного моделювання. Оцінка ефективності теплових схем енергоблоків АЕС за параметрами стану і надійності устаткування. Застосування методів інтервальної статистики для діагностики параметрів стану устаткування енергоблоків АЕС. Аналіз методів і моделей оптимального розподілу навантажень між енергоблоками електростанцій.

Теми практичних занять

Тема 1. Умови роботи конструкційних матеріалів перспективних ядерних установок. Вимоги до матеріалів реакторів нового покоління.

Тема 2. Сучасні проблеми в галузі поглинаючих матеріалів для ядерних реакторів. Доцільність застосування гафнію в органах регулювання ядерних реакторів. Дослідження зміни властивостей конструкційних матеріалів на основі високочистого нікелю під дією зовнішніх факторів

Тема 3. Методики розрахунків вузлів і елементів конструкцій парогенераторів АЕС на міцність і надійність. Загальні положення розрахунків на міцність вузлів і елементів конструкцій парогенераторів. Методика розрахунку на міцність болтових фланцевих з'єднань вузлів і елементів парогенераторів АЕС. Методика перевірконого розрахунку на стійкість конструкцій елементів парогенераторів АЕС у вигляді оболонки. Різні види розрахунків надійності вузлів і елементів парогенераторів АЕС.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Самостійна робота

Студентам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу

Література та навчальні матеріали

1. Єфімов О.В., Пилипенко М.М., Потаніна Т.В., Каверцев В.Л., Єсипенко Т.О., Гаркуша Т.А. Схеми, процеси, матеріали, конструкції і моделі реакторних і парогенераторних установок енергоблоків АЕС і газо-паротурбінних установок ТЕС / за ред. О.В. Єфімова – Харків: ТОВ „В справі”. – 2023 – 560 с. ISBN: 978-617-7305-75-9 <http://vdele.in.ua>
2. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі/ О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко, Т.В. Потаніна та ін.: за ред. О.В. Єфімова - Харків: ТОВ «В СПРАВИ», 2017 – 420 с. <http://vlavke.com.ua>
3. Murray P., Nuclear Energy: An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes / P. Murray . / Oxford : –Pergamon Press–1980. – 338 p.
4. French H. (ed.). Heat transfer and fluid flow in nuclear systems/ H. French . / Oxford : –Pergamon Press–1981. – 590 p.
5. Широков С.В. Ядерні енергетичні реактори / С.В. Широков./ Київ : –ННТУ «КПІ» –1997. – 279 с.
6. Elements of nuclear reactor design. Second edition/ Robert E. Krieger Pub. Co. /Melbourne, Florida (USA): –1983. – 275 p.
7. Gerasimov V., Monakhov A. Nuclear engineering materials/ V.Gerasimov, A. Monakhov./ Published by MIR Publishers–1983. – 312 p.
8. Єфімов О.В. Гафній – перспективний матеріал для ядерної енергетики / О.В. Єфімов , В.М. Ажажа, М.М. Пилипенко, А.П. Мухачев // Вісник НТУ “ХПІ”. – Харків : НТУ “ХПІ” –2004. – № 23. – С. 37–44.
9. Steam Generators for Nuclear Power Plants (Woodhead Publishing Series in Energy) 1st Edition, Kindle Edition/ Jovica Riznich (Editor). / Sawston : – Cambridge –2017. – 275 p.
10. Топольницький М.В. Атомні електричні станції/ М.В. Топольницький. / – Львів : – Бескид Біт– 2005. – 523 с.
11. Гафній – перспективний матеріал для ядерної енергетики / О.В. Єфімов, В.М. Ажажа, М.М. Пилипенко, А.П. Мухачев // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. – 2004. – № 23. – С. 37–44.
12. Marcus G.H. New designs for nuclear renaissance / G.H. Marcus, A.E. Levin // Physics Today – 2002. – Vol. 55 № 4. – P. 54–60.
13. Industry insider // Advanced Materials & Progress. – 2004. – Vol. 162, № 8. – P. 147–151.
14. Majumdar D. Advanced reactors around the world / D. Majumdar // Nuclear Plant Journal. – 2003. – Vol. 21, № 5. – P. 21–24.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під системою оцінювання слід розуміти сукупність методів (модульні контрольні, практичні роботи, екзамен),

Контрольні роботи 2 x 20= 40

Практичні роботи 30

Екзамен 30

Сума 100 балів

Критерії оцінювання – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали. Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

20.08.23



Завідувач кафедри
Парогенераторобудування
Олександр ЄФІМОВ

20.08.23



Гарант ОП
Оксана ЛИТВИНЕНКО