



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Теплогідравлічні процеси в парогенераторах та ядерних енергетичних реакторах атомних електричних станцій

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ІНІ енергетики, електроніки, електромеханіки

Освітня програма  
Енергетика

Кафедра  
Парогенераторобудування (121)

Рівень освіти  
Магістр

Тип дисципліни  
Профільна, вибіркова

Семестр  
1

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Каверцев Валерій Леонідович

[Kavertsev.Valerii@khipi.edu.ua](mailto:Kavertsev.Valerii@khipi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри парогенераторобудування НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 33 роки. Автор більше 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін «Топочні процеси та пристрої», «Енергетичні та промислові котли», «Енерготехнологічні та утилізаційні котли», «Експлуатація котлів і реакторів», «Теплові та атомні електростанції» Досвід практичної роботи за спеціальністю в проектному інституті «Атоменергопроект» протягом 11 років.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів теоретичних та практичних знань щодо теплогідравлічних процесів, що відбуваються парогенераторах та реакторах АЕС.

### Мета та цілі дисципліни

Сформувати у студентів загальні та спеціальні поняття щодо процесів, які відбуваються в парогенераторах та реакторах АЕС, а також методів та підходів щодо підвищення рівня надійності роботи АЕС

### Формат занять

Лекції, Практичні заняття. Підсумковий контроль - іспит.

### Компетентності

СК 02. Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проектів у галузі енергетичного машинобудування.

## **Результати навчання**

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН 3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах.

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

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН 9. 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.

РН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

РН 13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

РН 14. Обирати і застосовувати сучасні технології, спеціалізовані пакети програм, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами

досліджень надавати практичні рекомендації.

РН 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування..

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження даного курсу необхідні знання та навички, що були надбані у

результаті навчання за першим (бакалаврським) рівнем ВО спеціальностей енергетичного профілю.

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

У матеріалі курсу викладається фізична сутність тепло-гідравлічних процесів що відбуваються в процесі роботи парогенераторів та реакторів АЕС.

При проведенні лекцій використовуються різноманітні методи навчання: Активні, Практичні, Наочні методи навчання: ілюстрація, демонстрація та спостереження.

Методи дистанційного навчання: Робота в месенджерах, найчастіше це онлайн-спілкування, відеоконференції, відеосупровід,

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

Тема 1 Загальний опис гідродинамічних характеристик потоків і особливостей процесів теплообміну у парогенераторах АЕС.

Тема 2 Основні математичні співвідношення моделей процесів теплообміну між теплоносієм і робочою речовиною у парогенераторах АЕС.

Тема 3 Основні математичні співвідношення моделей однофазних потоків в каналах реакторів і парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідродинамічних характеристик.

Тема 4 Основні математичні співвідношення моделей двофазних потоків в каналах реакторів і парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідродинамічних характеристик.

Тема 5 Особливості режимів руху і основні математичні співвідношення моделей двофазних потоків у парогенеруючих каналах реакторів і парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідравлічних опорів руху.

Тема 6 Основні математичні співвідношення моделей двофазних потоків пароводяної суміші в пристроях парогенераторів АЕС для розрахунку їх гідродинамічних характеристик безнапірного руху.

Тема 7 Загальні положення і підходи до математичного моделювання теплових і гідравлічних процесів у парогенераторах АЕС і методики створення комп'ютерних програм їх розрахунків.

### **Теми практичних занять**

Тема 1 Види розрахунків, завдання і етапи проектування парогенераторів АЕС. Основні положення теплового розрахунку парогенераторів АЕС.

Тема 2 Основні положення гідравлічного розрахунку парогенераторів.

Тема 3 Методики теплового і гідравлічного розрахунків парогенераторів АЕС, що обігриваються водою під тиском. Основні положення щодо виконання тепло-гідравлічного розрахунку парогенераторів.

### **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

### **Самостійна робота**

Курс передбачає виконання курсової роботи.

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 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 СПРАВІ», 2017 – 420 с.

3. Верхівкер Г.П., Кравченко В.П. Основи розрахунку та конструювання ядерних енергетичних реакторів / Г.П. Верхівкер, В.П. Кравченко. / Одеса: – “ТЕС”– 2009. – 409 с.
4. Yefimov A.V. Application of interval analysis for improving reliability of estimation of hardness value spread for nuclear structural materials / A.V. Yefimov, T.V. Potanina // Problems of Atomic Science and Technology. – 2020. – № 1. – P. 12–17.
5. Yefimov A.V. Automated decision support system for operating personnel of NPP power units by the criterion of technical and economic efficiency, taking into account reliability indicators / A.V. Yefimov, D.I. Kukhtin, T.V. Potanina, T.A. Harkusha, V.L. Kavertsev // Nuclear and Radiation Safety. – Kyiv. – 2018. – №2 (78). – P. 3–11.
6. Аналіз сучасних методів і підходів до математичного моделювання та оптимізації параметрів технологічних процесів в енергетичному устаткуванні енергоблоків ТЕС і АЕС / О.В. Єфімов, Л.І. Тютюник, В.Л. Каверцев, Т.А. Гаркуша, А.В. Мотовільник, П.В. Ліфшиць / Вістник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових дослідженнях студентів. №6 стр. 49-53 2020р.
7. Refaeilzadeh P., Tang L., Liu H. Cross-Validation. Encyclopedia of Database Systems / P.Refaeilzadeh, L.Tang, H.Liu// SpringerLink.– 2009. – P. 532–538.
8. Russell Rhinehart R. Nonlinear Regression Modeling for Engineering Applications. Modeling, Model Validation, and Enabling Design of Experiments/ R. Russell Rhinehart. / Chichester: – “John Wiley & Sons Limited” –2016. – 403 p.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Контрольні роботи	20
Курсова робота	40
Іспит	40
Сума	100

### 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

30.08.23



Завідувач кафедри ПГБ  
Олександр ЄФІМОВ

30.08.23



Гарант ОП  
Олена АВДЕЄВА