



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Системи, основне та допоміжне обладнання першого контуру атомних електричних станцій з водо-водяними енергетичними реакторами

**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**  
2

**Мова викладання**  
Українська

## Викладачі, розробники



### Каверцев Валерій Леонідович

[Kavertsev.Valerii@khi.edu.ua](mailto:Kavertsev.Valerii@khi.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», «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 знань систем та обладнання першого контуру АЕС з водо-водяними енергетичними реакторами (ВВЕР), які забезпечують необхідні параметри та рівень безпеки

### Мета та цілі дисципліни

Сформувані у студентів загальні та спеціальні поняття що пов'язані з питаннями безпеки роботи АЕС завдяки забезпечення необхідного рівня надійності роботи обладнання та усіх систем першого контуру

### Формат занять

Лекції, Практичні заняття. Підсумковий контроль - залік.

## 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 проєктів 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 проєктах.

РН 4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проєкти 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 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

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

Знання, навички, необхідні для успішного проходження курсу з дисциплін: Ядерні енергетичні реактори та теплові схеми атомних електричних станцій з реакторами різних типів

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

У матеріалі курсу викладаються питання, що пов'язані з ознайомленням призначення та роботи систем та обладнання необхідних для забезпечення функціонування та забезпечення відповідного рівня безпеки першого контуру АЕС з ВВЕР. 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 Загальні питання.

Класифікація систем, основного та допоміжного обладнання АЕС з ВВЕР

Тема 2 Основні системи першого контуру АЕС з ВВЕР.

Головний циркуляційний контур. Система підтримання тиску в першому контурі. Система захисту першого контуру від перевищення тиску. Пасивна частина системи аварійного охолодження зони

Тема 3 Системи важливі для безпеки експлуатації АЕС з ВВЕР.

Захисні системи безпеки. Локалізуючі системи безпеки. Забезпечуючі системи безпеки. Керуючі системи безпеки.

Тема 4 Водо-водяний енергетичний реактор ВВЕР-1000 на теплових нейтронах.

Основні технічні характеристики реактора ВВЕР-1000. Конструкція корпусу і знімного верхнього блоку з кришкою. Внутрішньокорпусні пристрої. Активна зона реактора, що складається з тепловиділяючих збірок (ТВЗ).

Тема 5 Парогенератор ПГВ-1000.

Основні технічні характеристики ПГВ-1000. Корпус парогенератора. Рекуперативна теплообмінна система парогенератора.

Тема 6 Насоси першого контуру АЕС з ВВЕР.

Головний циркуляційний насос (ГЦН). Основні технічні характеристики ГЦН. Принципова схема ГЦН та його допоміжної системи експлуатації.

Насоси системи безпеки АЕС: Насоси системи підживлення теплоносія; Насоси системи розхолодження реактора; Насоси спринклерно-охолоджувальних систем. Призначення та основні технічні характеристики.

Тема 7 Основні та допоміжні трубопроводи першого контуру АЕС.

Особистості компонування. Вимоги до безпечної експлуатації

Тема 8 Загальні питання щодо перспектив у забезпеченні надійності роботи основного та допоміжного обладнання першого контуру АЕС з урахуванням строку їх експлуатації.

### **Теми практичних занять**

Тема 1 Регенеративний підігрів живильної води що йде на парогенератор.

Визначення оптимального значення регенераційного підігріву.

Тема 2 Матеріальний баланс теплоносія та робочого тіла на АЕС.

Тема 3 Основні принципи вибору основного та допоміжного обладнання для АЕС

### **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

### **Самостійна робота**

Курс передбачає виконання самостійної роботи. Розрахункова 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.
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.
3. Топольницький М.В. Атомні електричні станції/М.В.Топольницький. /– Львів : – Бескид Біт– 2005. – 523 с.
4. Nuclear Reactor Design / Editors Yoshiaki Oka. / Tokyo : – Springer Tokyo –2014. – 327 p.
5. Павлович В. М. Фізика ядерних реакторів: навчальний посібник / В. М. Павлович. / – Чорнобиль (Київ. обл.) : –НАН України. Ін-т проблем безпеки АЕС–2009. – 224 с.
6. Water Chemistry of WWER Nuclear Power Plants. Publication in the IAEA. – Vienna: –IAEA, 2008. – 162p.
7. A technical roadmap for generation IV nuclear systems: Technical roadmap report. – Washington : – NERAC– 2002. – 112 p.
8. Structural Alloys for Nuclear Energy Applications Hardcover. / Edited by Robert Odette and Steven Zinkle /– Amsterdam: – Elsevier– – 2019. – 673 p.
9. Єфімов О.В. Конструкції, матеріали, процеси і розрахунки реакторів і парогенераторів АЕС : навч. посіб. для студ. в.н.з., які навч. за напрямком підготовки «Атомна енергетика» / О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко./ – Харків : Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2010. – 268 с.
10. Riznic J. Steam Generators for Nuclear Power Plants / Jovica Riznic. //– Soston, Great Britain : – Woodhead Publishing – 2017. – 670 p.
11. Єфімов О. В., Каверцев В. Л., Потаніна Т. В. Математична модель горизонтального парогенератора типу ПГВ-1000 енергоблоку АЕС з ВВЕР/ О. В. Єфімов, В. Л. Каверцев, Т. В. Потаніна, Т. А. Гаркуша, Т. А. Єсипенко// Вісник НТУ «ХПІ». Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. –Харків: –2014. –№ 13(1056). – С. 92–102.
12. Широков С.В. Ядерні енергетичні реактори / С.В. Широков. – Київ : ННТУ «КПІ», 1997. – 279 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Контрольні роботи | 20  |
| Самостійні роботи | 40  |
| залік             | 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<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F    |

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та добросовісності 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