



# Парогенератори та теплообмінники АЕС

## Курсовий проект

### Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	143 Атомна енергетика
Освітня програма	Атомні електричні станції
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	1,5 кредити/ 45 годин СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	<a href="http://aesiitf.kpi.ua/?page_id=2438">http://aesiitf.kpi.ua/?page_id=2438</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівник курсу: к. т. н., доц., Шевель Євген Вікторович, <a href="mailto:Eugeneshevel@i.ua">Eugeneshevel@i.ua</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=4151">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=4151</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

Атомна енергетика є флагманом промисловості України, на атомних електростанціях виробляється половина всієї електроенергії в нашій країні. Одним з основних апаратів АЕС є парогенератор, надійна ефективна робота якого обумовлена правильними розрахунками при його конструюванні, що в свою чергу неможливо без досконалого розуміння закономірностей протікання процесів в ньому, вміння проводити розрахунки та створювати відповідні конструкції.

Предмет кредитного модуля – методика розрахунку парогенератора та теплообмінників АЕС.

Метою кредитний модуль є набуття студентами навиків розрахунку парогенераторів АЕС, передбачати заходи щодо підвищення надійності його роботи та техніко-економічних показників.

Кредитний модуль має на меті сформувані та розвинути такі фахові компетентності студентів:

Фахові компетентності:

ФК 2. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та ядерно-радіаційної безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу.

ФК 5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

ФК 11. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання атомно-енергетичного комплексу.

Програмними результатами навчання є:

ПРН 1. Знання і розуміння математики, фізики, хімії та інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях в галузі.

ПРН 3. Обирати і застосовувати типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для розв'язування складних спеціалізованих задач і практичних проблем у галузі атомної енергетики; правильно інтерпретувати результати виконаних досліджень та розрахунків.

ПРН 5. Здійснювати розрахунки об'єктів атомно-енергетичного комплексу, виробів, процесів і систем в галузі атомної енергетики, що задовольняють конкретні технічні, економічні, законодавчі та інші вимоги; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПРН 8. Застосовувати методи фізичного, математичного і комп'ютерного моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів атомної енергетики,

ПРН 19. Розвинені навички самостійного навчання.

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

**Пререквізити:** Парогенератори та теплообмінники АЕС.

**Постреквізити:** Переддипломна практика.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Курсовий проєкт виконується протягом навчального семестру та готується до захисту в завершальний період теоретичного навчання. До захисту курсового проєкту представляється пояснювальна записка та графічну частину. Пояснювальна записка включає такі компоненти: титульний лист, завдання на курсовий проєкт, зміст, що включає найменування всіх розділів і підрозділів із зазначенням номерів сторінок, вступ, в якому вказуються мета і завдання курсового проєкту, опис конструкції, тепловий та гідравлічний розрахунки, розрахунок на міцність. Графічна частина включає загальний вид парогенератора та кресленики окремих деталей.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### *Базова література*

1. Парогенератори АЕС: Методичні вказівки до курсового проєкту з дисципліни «Парогенератори та теплообмінники АЕС» для студентів спеціальності 143 «Атомна енергетика» та 142 «Енергетичне машинобудування» / Укладачі: Є.В. Шевель, М.В. Воробйов – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 25 с.
2. «Парогенератори та теплообмінники АЕС». Методичні вказівки до практичних занять для студентів напрямів підготовки 6.050603 “атомна енергетика” та 6.050604 “енергомашинобудування” / Уклад.: Є.В. Шевель. – К.: НТУУ «КПІ», ТЕФ, каф. АЕС і ІТФ, 2013. – 73с.
3. Парогенератори та теплообмінники АЕС: Розрахунок на міцність елементів парогенераторів АЕС [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 143 «Атомна енергетика», спеціалізації «Атомні електричні станції» / О. В. Семеняко, Є. В. Шевель; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,58 Мб). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 5 с.

### *Додаткова література*

1. Агеев А.Г., Карасев В.Б., Серов И.Т. Сепарационные устройства АЭС.-М.: Энергоиздат,1982.-с.169.
2. Нормы расчета на прочность элементов реакторов, парогенераторов, сосудов и трубопроводов атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок. - М.: Металлургия ,1973.-с.408.

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Курсовий проєкт виконується відповідно до календарного плану, недотримання якого має наслідком зниження рейтингу, що визначає підсумкову оцінку. Календарний план наведений в таблиці.

	Назва етапу роботи	Тиждень семестру
1	Отримання теми та завдання	2
2	Підбір та вивчення літератури	3-4
3	Визначення площі поверхні теплообміну.	5-6
4	Ескіз парогенератора.	7
5	Компоновка поверхні теплообміну.	8-9
6	Гідравлічний розрахунок.	10
7	Механічний розрахунок.	11
8	Креслення загального виду.	12
9	Деталювання.	13-14
10	Оформлення пояснювальної записки.	15
11	Подання курсового проєкту на перевірку	16

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає в проведенні розрахунків, оформленні пояснювальної записки та виконанні креслеників. Розподіл годин за етапами роботи наведений в таблиці.

	Назва етапу роботи	Години СРС
1	Отримання теми та завдання	1
2	Підбір та вивчення літератури	7
3	Визначення площі поверхні теплообміну.	7
4	Ескіз парогенератора.	3
5	Компоновка поверхні теплообміну.	5
6	Гідравлічний розрахунок.	3
7	Механічний розрахунок.	4
8	Креслення загального виду.	3
9	Деталювання.	7
10	Оформлення пояснювальної записки.	3
11	Подання курсового проєкту на перевірку	1
12	Захист курсового проєкту	1

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Курсовий проєкт виконується під керівництвом викладача. Керівництво відбувається шляхом консультацій, які визначаються додатковим розкладом. На консультаціях студенти звітують про виконану роботу та з'ясовують всі незрозумілі питання. Відвідування консультацій є обов'язковим. Студенти мають виконувати проєкт самостійно, використовуючи довідкову літературу. Оформлення курсового проєкту має відповідати вимогам до оформлення конструкторської документації. Креслення для захисту курсового проєкту повинні бути виконані за допомогою комп'ютерних засобів. Зміст ПЗ та креслень мають достатньо повною відображати основні положення, які виносяться на захист.

Під час виконання проєкту студенти повинні строго дотримуватись Кодексу честі, який доступний за посиланням : <https://kpi.ua/code>

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

#### Система рейтингових балів

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів. Рейтингова оцінка з курсового проєкту має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента з курсового проєктування та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсового проєкту.

Розмір шкали першої складової дорівнює 40 балів, а другої складової – 60 балів.

#### 1. Стартова складова ( $r_1$ ):

- своєчасність виконання графіку роботи з курсового проєктування – 5-3 балів;
- сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 12-7 балів;
- правильність застосування методів аналізу і розрахунку – 10-6 балів;
- якість оформлення, виконання вимог нормативних документів – 6-4 балів;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог ДСТУ – 7-4 балів.

#### 2. Складова захисту курсового проєкту ( $r_2$ ):

- ступінь володіння матеріалом – 10-6 балів;
- повнота аналізу можливих варіантів – 15-9 балів;
- ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 20-12 балів;
- вміння захищати свою думку – 15-9 балів.

Сума балів двох складових переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

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

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100–бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання аспірантом умов допуску до екзамену. Студентам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто  $R_c \geq 45$ ), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 50 + \frac{50 \cdot (R_i - R_D)}{(R_c - R_D)},$$

де  $R$  – оцінка за 100–бальною шкалою;

$R_i$  – сума балів, набраних аспірантом продовж семестру;

$R_c$  – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

$R_D$  – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

#### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: [https://osvita.kpi.ua/2020\\_7-170](https://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf)).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>).

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

#### **1. Дистанційне навчання:**

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

#### **2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:**

- передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);
- у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково–практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

## Додаток 1

Для виконання курсового проекту студентам пропонуються різні варіанти, які відрізняються вихідними даними.

Варіанти вихідних даних наведені у таблиці.

№ вар.	Тип ПГ	$P'_1$ , МПа	$P''_2$ , МПа	$t'_1$ , °C	$t''_1$ , °C	D, кг/с	$t_{пв}$ , °C	d, мм	S/d	$W_{тн}$ , м/с	$t_{пп}$ , °C
1	Гор.	15,6	6,2	320	288	385	215	12x1,2	1,2	5,8	
2	Гор.	15,8	6,4	325	292	350	220	12x1,2	1,2	6,0	
3	Гор.	16	6,6	330	295	395	225	14x1,4	1,2	6,2	
4	Гор.	12	3,8	320	288	115	215	14x1,4	1,2	5,8	
5	Гор.	12,2	4,0	325-320	292	120	220	12x1,2	1,2	6,0-4	
6	Гор.	12,4	4,2	330	295	125	225	12x1,2	1,2	6,2	
7	Верт.	15,7	6,0	322	290	380	215	12x1,2	1,2	5,7	
8	Верт.	15,9	6,2	327	294	385	220	12x1,2	1,2	5,9-4	
9	Верт.	16,1	6,4	332	297	390	225	14x1,4	1,2	6,1-4	
10	Верт.	16,1	3,7	322	290	110	215	14x1,4	1,2	5,7-4	
11	Верт.	12,3	3,9	327	294	120	220	12x1,2	1,2	5,9	
12	Верт.	12,5	4,1	329-325	297	130	225	14x1,4	1,2	6,1-4	
13	Прямот.	16	6,4	322	288	780	220	14x1,4	1,2	7,5	310
14	Прямот.	16,7	6,26	328	290	800	225	12x1,2	1,2	8,0	315
15	Прямот.	16	6,4	322	288	820	220	12x1,2	1,2	8,05	310
16	Прямот.	16,7	6,26	328	290	800	225	14x1,4	1,2	9,0	315
17	Прямот.	16	6,4	322	288	780	220	12x1,2	1,2	8,5	310
18	Прямот.	16,7	6,26	328	290	820	225	12x1,2	1,2	8,0	315
19	Прямот.	16	6	322	288	780	215	14x1,4	1,2	9,0	305
20	Прямот.	16,7	6	328	290	800	220	14x1,4	1,2	8,5	310

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

Складено доцентом кафедри АЕ Шевелем Євгеном Вікторовичем

Ухвалено: кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 15/а від 30.06. 2022 р.)

Погоджено: Методичною комісією ТЕФ (протокол № 9 від 30.06. 2022 р.)