

УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

Факультет Енергетики, енергозберігаючих технологій і автоматизації енергетичних процесів

Кафедра Теплоенергетики та енергозберігаючих технологій

СИЛАБУС

Ядерні енергетичні установки (ядерні реактори і парогенератори атомних станцій)

Харків 2020

Кафедра	Кафедра <u>Теплоенергетики та енергозберігаючих технологій.</u> Department <u>Of Thermal Power Engineering And Energy-Saving Technologies.</u> Посилання на сайт кафедри : http://tez.uipa.edu.ua/
Назва навчальної дисципліни	Ядерні енергетичні установки (ядерні реактори і парогенератори атомних станцій); Nuclear power plants (nuclear reactors and steam generators of nuclear power plants). Навчальна дисципліна нормативна. Навчальна дисципліна ведеться (<i>українською</i>) мовою.
Рівень вищої освіти	<u>Бакалавр</u>
Викладач	К. т. н., доц. кафедри теплоенергетики та енергозберігаючих технологій - Гулей Олександр Богданович: (лекції, практичні заняття, дистанційна освіта, поточний і підсумковий контроль). Профайл викладача: ORCID 0000-0002-5323-6450. Контактний телефон: <u>097-39-29-600.</u> Електронна пошта: alg4897@yahoo.com .
Сторінка дисципліни в системі дистанційної освіти УПА	http://do.uipa.edu.ua/user/profile.php?id=2445 ;
Консультації	Зазначається формат, розклад і місце проведення консультацій. Очні консультації: Гулей Олександр Богданович. Щочетверга з 15 ⁰⁰ -16 ³⁰ в ауд. 208/1. Он лайн- консультації: Усі запитання можна надсилати на електронну пошту alg4897@yahoo.com . Гулея О. Б.

1. Коротка анотація до курсу

Значна частка (до 50 %) АЕС в загальному балансі виробництва електроенергії в Україні вимагає залучення в сферу ядерної енергетики великого кола інженерів-теплоенергетиків. У свою чергу, процес використання ядерної енергії для вироблення електроенергії характеризується складністю як природи фізичних процесів що відбуваються, так і змісту і структури відповідного технологічного забезпечення, для всього чого потрібен адекватний інженерний супровід.

Вивчення дисципліни «Ядерні енергетичні установки (ядерні реактори і парогенератори атомних станцій)» сприятиме здобувачам вищої освіти отримати загальні уявлення про ядерні енергетичні установки (ЯЕУ), досягнути основні поняття та визначення елементів ЯЕУ та їх характеристик, зрозуміти основні фізичні процеси, що відбуваються в головних елементах ЯЕУ ядерному енергетичному реакторі та парогенераторі, побачити взаємозв'язок окремих елементів ЯЕУ між собою. Для інженерів-теплоенергетиків це, перш за все, організація виробництва робочого тіла (водяної пари) в ЯЕУ і забезпечення при цьому умов безпеки роботи АЕС. Тому вивчення та опанування матеріалами дисципліни забезпечить здобувачеві здатність вирішувати комплексні спеціалізовані проблеми і практичні задачі щодо експлуатації теплоенергетичного устаткування АЕС з метою виробництва теплової енергії в ЯЕУ. Вирішення здобувачем практичних задач виконується із залученням термодинаміки та математичних (чисельних) методів з використанням ПЕОМ.

В свою чергу, з урахуванням характерних для галузі підвищених вимог до безпеки для всіх етапів технологічного процесу виробництва теплової енергії на АЕС, здобувач отримає необхідний фундамент для виконання професійних обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища на АЕС. Насамперед, це оперативне вживання ефективних заходів в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в теплоенергетичних системах на АЕС.

Вивчення дисципліни допоможе сформувати здобувачеві усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології для ЯЕУ та енергетиці взагалі.

2. Мета та цілі викладення курсу.

Метою викладення курсу є підготовка фахівців, які володіють основними базовими поняттями та знанням щодо генерації теплової та електричної енергії на АЕС і мають уяву про методи, технології та обладнання, що використовують для виробництва робочого тіла (водяної пари) в ЯЕУ, і які спроможні застосовувати свої знання та вміння при вирішенні виробничих завдань та забезпеченні ефективності та безпеки виробництва енергії на АЕС.

Цілі викладення курсу.

Ознайомити студентів, надати їм знання та сформувати необхідні якості:

- сформувати важливі базові уявлення і образи щодо його майбутньої професії, так як, хоча технологічний ланцюжок отримання пари на АЕС принципово і збігається з технологією ТЕС, але із-за дуже жорстких режимних обмежень для АЕС, багато діючих технологічних рішень для них є найбільш передовими і перспективними з технічної точки зору, у тому числі і для енергетичної галузі взагалі;
- сформувати чітке уявлення про роль і місце ядерних енергетичних установок в енергетиці, їх технічну та економічну ефективність, впливу їх на навколишнє середовище і стан соціуму;
- ознайомити з сутністю ядерно-фізичних процесів в ЯЕУ, із принциповими схемами і конструкціями енергетичних ядерних реакторів, що їх реалізують;
- ознайомити з технологічними процесами генерації водяної пари на АЕС, теплотехнічним устаткуванням ЯЕУ для АЕС, характеристикам їх надійної експлуатації;
- ознайомити з схемами, конструкціями і характеристиками парогенераторів для АЕС України. Надати базові знання для виконання теплогідравлічних розрахунків вертикального і горизонтального парогенераторів АЕС
- надати базові знання щодо вимог до забезпечення безпечної роботи ЯЕУ і основам захисту навколишнього середовища на АЕС;
- сформувати вміння виконувати розрахунки параметрів і характеристик технологічного обладнання ЯЕУ та технологічних процесів, в яких воно використовується;
- ознайомити з сучасним станом та проблемами комплексу ядерної енергетики України. Сформулювати основні цілі і завдання розвитку цього комплексу як складової частини енергетичної галузі країни.

3. Формат навчальної дисципліни - Вказується формат проведення (викладання) дисципліни:

Змішаний (blended) – атестований курс, що має супровід в системі дистанційної освіти;

4. Результати навчання

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
<p>ПР01. Знати і розуміти принципи роботи теплоенергетичних систем та мереж, теплоенергетичного обладнання електричних станцій та тепломереж, та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності</p>	<p>ПР01.1: Знання призначення та фізичних принципів функціонування теплоенергетичних систем і мереж на АЕС. ПР01.2.: Уява про призначення, структуру, технології та обладнання, що використовується в ЯЕУ для АЕС. ПР01.3.: Уява про сутність і особливості галузевих технологічних схем основного та допоміжного технологічного обладнання ЯЕУ для АЕС; ПР01.4.: Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в теплоенергетичних системах ЯЕУ</p>
<p>ПР 07. Здійснювати аналіз процесів в теплоенергетичному обладнанні, відповідних комплексах і системах.</p>	<p>ПР07.1.: Уявлення про подібності та відмінності технологічних схем і основних характеристик теплоенергетичного обладнання для ТЕС і АЕС. ПР07.2.: Уявлення виду залежності і взаємовпливу характеристик ядерних процесів і теплопереносу в реакторі з процесами генерації робочого тіла. ПР07.3.: Знання характеристик і критеріїв технологічних режимів ЯЕУ, при яких забезпечена безпечна робота АЕС. ПР07.4.: Вміння співвідносити та оцінювати взаємозв'язки технологічних рішень ЯЕУ та вимог техніки безпеки на АЕС. ПР07.5.: Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій на АЕС у разі проектних аварій основних типів</p>

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
<p>ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу теплоенергетичних систем із заданими показниками.</p>	<p>ПР08.1.: Уявлення про обґрунтування вибору математичних моделей процесів генерації теплової енергії в реакторі ЯЕУ та процесів теплопереносу в теплоенергетичному обладнанні ЯЕУ, що спільно відбуваються при роботі АЕС</p> <p>ПР08.2.: Знання основних співвідношень математичних моделей (галузей їх застосування), значень параметрів і характеристик щодо основних процесів тепломасопереносу в ЯЕУ для АЕС.</p> <p>ПР 08.3.: Уміння застосовувати стандартні чисельні методи для математичного моделювання процесів тепломасообміну в ЯЕУ для АЕС.</p>
<p>ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів.</p>	<p>ПР 12.1.: Уявлення про природу джерел радіаційних, теплових і хімічних забруднень на АЕС.</p> <p>ПР 12.2.: Розуміння базових принципів організації радіаційного захисту на АЕС.</p> <p>ПР 12.3.: Уявлення про основні сценарії розвитку аварійної ситуації з реактором і головним паропроводом АЕС.</p> <p>ПР 12.4.: Розуміння принципів організації дій працівників АЕС при загрозі радіаційної небезпеки.</p> <p>ПР 12.5.: Знання основних технічних і режимних характеристик основного обладнання ЯЕУ на АЕС, вихід за межі яких призводить до аварійної ситуації.</p>
<p>ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.</p>	<p>ПР 13.1: Уявлення про розвідані запаси енергетичних ресурсів України, які необхідні для успішного функціонування та розвитку галузі ядерної енергетики.</p> <p>ПР 13.2: Уявлення про стан та перспективи розвитку ядерної енергетики України щодо новітніх досягнень та тенденцій розвитку на прикладі досягнень світової практики.</p> <p>ПР 13.3 : Розуміння можливостей реакторів на швидких нейтронах для створення безвідходних технологій з відновлюваними джерелами енергії.</p> <p>ПР 13.4 : Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в теплоенергетиці, а також і в суміжних дисциплінах.</p>

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР14. Розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.	ПР 14.1 : Здатність працювати в команді, всі дії якої спрямовані на вирішення загальної технологічної задачі в ЯЕУ на АЕС, причому діяльність кожного з учасників жорстко регламентована складністю процесів перетворення ядерної енергії в теплову, а також вимогами правил техніки безпеки ПР 14.2 : Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з багатьох джерел різної фізичної природи, релевантності та достовірності.

5. Обсяг курсу

Види навчальних занять	Кількість годин (кредитів)	Форми поточного та підсумкового контролю
Лекції	24	<i>Опитування (комп'ютерне тестування)</i>
Практичні заняття	18	<i>Опитування письмова контрольна робота).</i>
Самостійна робота	78	<i>Перевірка - рівня оволодіння навчальним матеріалом окремих тем дисципліни, вивчених самостійно;</i>
Всього 120 (4 кредита)		Підсумковий контроль Екзамен

6. Ознаки навчальної дисципліни:

Навчальний рік	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність (спеціалізація), освітня програма (за необхідністю)	Нормативна / вибіркова
2020/2021	4	7 (весна)	Спеціальність <u>144 Теплоенергетика</u>	нормативна (Н)

7. Пререквізити – Ефективність вивчення дисципліни залежить від рівня знань і умінь з таких курсів: Фізика; Математика; Теоретичні основи теплотехніки; Технічна термодинаміка та тепломасообмін; Основи енерго- та ресурсозбереження; Нетрадиційні енергоресурси; Паливо, топки, парові котли ТЕС і АЕС; Технологічні схеми ТЕС і АЕС; Режими роботи ТЕС і АЕС.

8. Постреквізити - знання і вміння, отримані здобувачами вищої освіти ОР бакалавр при вивченні даного курсу є базовими для дисциплін, що вивчаються в магістратурі.

9. Технічне й програмне забезпечення та/або обладнання: телевізор, відеообладнання, відеофільми, мультимедійний проектор, проекційний екран, інформаційні стенди, акустична система, персональні комп'ютери, демонстраційно-наглядні матеріали, елементи та зразки обладнання.

10. Політики курсу: - самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

11. Календарно-тематичний план (схема) навчальної дисципліни

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Модуль 1			
Змістовий модуль № 1. Фізичні основи ядерної енергетики			
1	Лекція 1	Тема 1. Вступ. Суть ядерної технології. Ядерна енергетика та її місце в паливно-енергетичному комплексі України.	2
	Лекція 2	Тема 2. Будова атома і ядра атома. Енергія зв'язку нуклонів в ядрі. Радіоактивність. Нейтронно-ядерні взаємодії. Ядерні реакції та їх характеристики.	2
	Лекція 3	Тема 3. Розрахунок характеристик ядерних реакцій для різних матеріалів. Уповільнення та дифузія нейтронів. Уповільнювачі (характеристики та вибір	2

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Модуль 1			
		матеріалів).	
	Лекція 4	Тема 4. Ланцюгова реакція розщеплення ядер. Коефіцієнт розмноження нейтронів. Миттєві нейтрони та нейтрони, що запізнюються.	2
	Практичне заняття 1	Тема 2. Розрахунок параметрів радіаційного розпаду ізотопів. Оцінка дефекту маси і енергії зв'язку. Реакції розподілу та синтезу.	2
	Практичне заняття 2	Тема 2. Розрахунок ізотопного складу палива. Чисельні характеристики нейтронних реакцій. Розрахунок перерізів ядерних реакцій у різних речовинах.	2
	Практичне заняття 3	Тема 3. Швидкі та теплові нейтрони. Поглинання нейтронів в речовині. Траєкторії руху нейтронів в середовищі. Характеристики дифузії теплових нейтронів.	2
	Самостійна робота 1	Доповнити конспект лекцій. за темами	
		Тема 1.	2
		Тема 2.	8
		Тема 3.	6
		Тема 4.	6
		Всього	22
Всього за змістовий модуль №1 - 36 год. (Лекцій - 8 год., практичних занять - 6 год., самостійної роботи - 22 год.)			
№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Змістовний модуль 2 Енергетичний ядерний реактор			
	Лекція 5	Тема 5. Типи реакторів. Ланцюгова реакція в реакторі кінцевих розмірів. Витік нейтронів. Реактор зі шаром матеріалу, що відбиває нейтрони.	2
	Лекція 6	Тема 6. Критичний об'єм реактора. Реактивність реактора. Запас реактивності.	2
	Лекція 7	Тема 7. Зміна складу та вигорання ядерного палива. Йодна яма. Відтворення	2

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Модуль 1			
		ядерного палива. Елементи, що виділяють тепло (ТВЕЛі).	
	Лекція 8	Тема 8. Регулювання потужності реактора. Системи управління та захисту реактора. Керуючі стрижні. та їх ефективність.	2
	Практичне заняття 4	Тема 5. Уповільнення нейтронів. Характеристики уповільнювачів. Витік нейтронів	2
	Практичне заняття 5	Тема 6. Ланцюгова реакція розподілу нейтронів. Коефіцієнт розмноження нейтронів. Формула чотирьох співмножників	2
	Практичне заняття 6	Тема 6. Реактивність. Управління потужністю реактора. Запас реактивності	2
	Самостійна робота 2	Доповнити конспект лекцій за темами	
		Тема 5.	6
		Тема 6.	7
		Тема 7.	8
		Тема 8.	7
		Всього	28
Всього за змістовий модуль №2- 42 год. (Лекцій - 8 год., практичних занять - 6 год., самостійної роботи - 28 год.)			
Всього годин в модулі 1 - 76: (Лекцій - 16 год., практичних занять - 12 год., самостійної роботи - 48 год.)			
Модуль 2			
Змістовий модуль 3.			
Тепломасообмін в контурі реакторної установки. Конструкції та режими роботи теплоенергетичного обладнання АЕС. Радіаційна безпека на АЕС.			
	Лекція 9	Тема 9. Тепловий баланс в активній зоні реактора. Коефіцієнти тепловіддачі. Кризи теплообміну в активній зоні. Надійність активної зони.	2
	Лекція 10	Тема 10. Основні типи сучасних працюючих реакторів. Реактори на АЕС України: АЕС з реактором ВВЕР-1000. Конструкційні та експлуатаційні особливості реактора.	2

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Модуль 1			
	Лекція 11	Тема 11. Вимоги до парогенераторів АЕС. Основні схеми та типи парогенераторів. Теплообмін і гідродинаміка парогенераторів АЕС.	2
	Лекція 12	Тема 12. Види аварій на АЕС. Основні принципи та складові організації систем безпеки на АЕС. Системи аварійного розхолодження та локалізації аварій на реакторі.	2
	Практичне заняття 7	Тема 7. Тепловий баланс в активній зоні реактора.	2
	Практичне заняття 8	Тема 7. Коефіцієнти тепловіддачі.	2
	Практичне заняття 9	Тема 7. Кризи теплообміну в активній зоні	2
	Самостійна робота 3	Доповнити конспект лекцій.	
		Тема 10	6
		Тема 10	8
		Тема 10	8
		Тема 10	6
Всього			28
<i>Всього за змістовий модуль №3- 42 год. (Лекцій - 8год., практичних занять - 6 год., самостійної роботи - 28 год.)</i>			
<i>Всього з навчальної дисципліни - 120 год. (Лекцій - 24 год., практичних занять - 18 год., самостійної роботи - 78 год.)</i>			

12. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання: Навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Робота здобувача впродовж семестру/екзамен (іспит) - 73/27

12.1 Критерії оцінювання результатів навчання

Для дисципліни «ядерні енергетичні установки» рекомендуються загальні критерії оцінок знань студентів. в таблиці наведені критерії оцінювання, що відповідають межах кожного з діапазонів зміни оцінок результатів навчання. ціі діапазони відповідають національній та ects шкалам відповідно.

Таблиця - Загальні критерії оцінок знань студентів при вивченні дисципліни ЯЕУ

Оцінки знань (згідно діапазону)	Критерії оцінок знань студентів
<u>Діапазон 1</u> 90-100 балів «Відмінно» - А	1.1 Студент/студентка показує впевнене знання основ теорії атома та атомного ядра, механізму ядерних реакцій та ланцюгової реакції розщеплення, технологій підготовки та спалювання ядерного палива в ядерних реакторах (ЯР). 1.2 Описує механізми і умови протікання керованої ланцюгової ядерної реакції поділу. 1.3 Здатний проаналізувати процеси тепломасообміну в активній зоні та контурі циркуляції ЯР. 1.4 Вказує умови кризи теплообміну, технічні та технологічні умови недопущення цих криз. 1.5 Описує порівняльні характеристики діючих схем ЯР. 1.6 Знає основні технічні характеристики реактора ВВЕР-1000. 1.7 Має чітке уявлення про роль і місце блоків з ЯР в сучасній теплоенергетиці. 1.8 Може охарактеризувати будь-яку величину, що визначає фізичні процеси в ЯР, і назвати одиниці її 1.9 Впевнено виконує практичні обчислення характеристик нейтронно-ядерних реакцій в ядерному паливі, сповільнювачі і матеріалах активної зони ЯР. 1.10 Знає принцип дії парогенераторів АЕС, їх конструктивні особливості, технологічні характеристики.

	<p>1.11 Володіє підходами до аналізу конструкційних схем і технологічних режимів ЯР та елементів теплоенергетичного обладнання.</p> <p>1.12 Вміє оцінювати екологічні наслідки роботи ЯР.</p> <p>1.13 В повному обсязі (з несуттєвими помилками) виконує практичні завдання. Загалом, для всіх діапазонів зміни оцінок знань, арифметична помилка в обчисленнях при правильному виборі схеми обчислень і розрахункових формул, не є підставою для зниження оцінки</p>
<p><u>Діапазон 2</u> 74-89 бали «Добре» - В, С</p>	<p>2.1. Студент/студентка демонструє засвоєння ним основних теоретичних питань курсу відповідно до пунктів 1.1 – 1.13, але у відповіді студент допускає одну принципову помилку та не більш однієї несуттєвої помилки у одному з питань білету (або тільки не більш однієї не суттєвої помилки у кожному з питань білету). В повному обсязі (з несуттєвими помилками) виконує завдання практичної роботи.</p> <p>2.2. Також може бути наявність помилки (не принципової) в ході рішення практичної задачі з екзаменаційного квитка. Передусім це помилка в розмірності і (чи) порядку фізичної величини, неправильний вибір значення шуканої характеристики за номограмами, таблицями або графіками в довідковій літературі.</p> <p>2.3. У випадку, якщо принципова схема рішення задачі і основні розрахункові співвідношення наведені без помилок, оцінку «добре» можна використати навіть і при відсутності остаточного результату або помилкового його значення (при виконанні умов для оцінювання теоретичних питань).</p>
<p><u>Діапазон 3</u> 64-73 бали «Задовільно» - D</p>	<p>3.1. Студент/студентка показує не повне розуміння основних теоретичних положень курсу дисципліни, при загальному правильному підході до рішення практичного завдання, але може без отримання його точного рішення. Не в повному обсязі (або з суттєвими помилками) виконує завдання практичної роботи.</p> <p>3.2. Він не в змозі послідовно пояснити принципи, на яких ґрунтовані технології виробництва пари в парогенераторі і аналізувати умови їх реалізації, проте формулює (навіть і не зовсім чітко) закономірності явищ і процесів, достатньо розуміє фізику процесів. Студент допускає суттєві помилки в рішенні практичного завдання, відчуває скрути щодо аналізу та обґрунтуванні результатів розрахунків.</p>
<p><u>Діапазон 4</u> 60-63 балів</p>	<p>4.1. Студент/студентка демонструє мінімальний рівень володіння як теоретичним матеріалом, так і практичними навичками. Він показує, що у нього є тільки загальне поверхнєве уявлення</p>

«Достатньо» - E	про дисципліну, він не в повному обсязі і з суттєвими помилками виконує практичне завдання, при цьому у нього відсутнє розуміння принципової схеми вирішення цього завдання. Не в повному обсязі (або з суттєвими помилками) виконує завдання практичної роботи.
Діапазон 5 35-39 балів «Незадовільно» - FX	5.1. Студент/студентка не може відповісти на теоретичні запитання без суттєвих помилок, відсутні базові практичні навички - практичне завдання виконує з суттєвими помилками. Також не в повному обсязі (або з суттєвими помилками) виконує завдання практичної роботи. 5.2. При незнанні (невиконанні) студентом п'яти і більш з позицій 1.1 – 1.13, перерахованих в пункті 1.
Діапазон 6 1-34 бали «Незадовільно» - F	6.1. Студент/студентка не засвоїв теоретичний зміст курсу, практичні навички відсутні. 6.2. При незнанні (невиконанні) студентом шести і більш з позицій 1.1 – 1.8, перерахованих в пункті 1.

12.2 Шкали оцінювання з навчальної дисципліни

№	Види робіт здобувача	Оцінка
1.	Робота над теоретичним матеріалом курсу (конспект лекцій, тестові запитання)	0-26
	Робота на практичних заняттях (результати розрахунків, контрольні запитання)	0 - 38
4	Екзамен	0-27
	Всього за навчальну дисципліну	0-100

Максимальна кількість балів, які отримують студенти з використанням критеріїв оцінювання результату, наведена в таблиці.

Вивчення дисципліни проводиться в п'ятому семестрі для очної форми навчання.

Таблиця -- Максимальна кількість балів, які отримують студенти (включаючи іспит)

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий іспит	Сума
Модуль 1				Модуль 2					
Змістовий модуль № 1-2				Змістовий модуль № 3-4					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	27	100
9	9	9	9	9	9	10	9		

T1, T2... T8 – теми змістових модулів шкала оцінювання за ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Підсумкова оцінка	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (екзамен)	Оцінка за національною шкалою (залік)
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

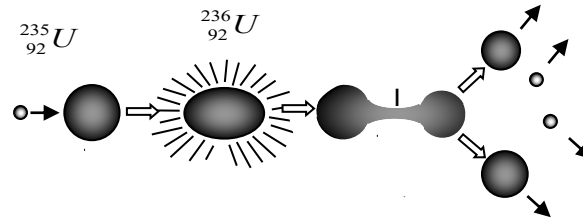
Умови допуску до підсумкового контролю:

До підсумкового контролю допускаються студенти:

- 1) які відвідали усі передбачені навчальною програмою з дисципліни аудиторні навчальні заняття;
- 2) при роботі над навчальним матеріалом змістових модулів набрали кількість балів, не меншу за 60.

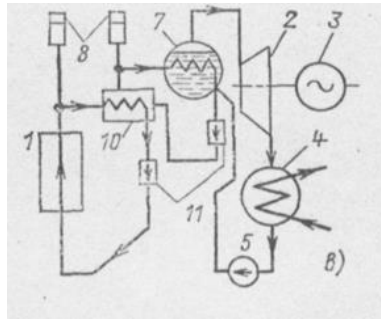
13. Питання до екзамену

1. На чому базуються переваги енергетичних реакторів на теплових нейтронах?
2. У чому перевагу характеристик ТВЕЛів з пористих керамічних матеріалів (UO_2) проти ТВЕЛів з щільних суцільних матеріалів?
3. У чому необхідність сепарації вологи з робочого тіла, виробленого в ЯЕУ?
4. Як розділяють види взаємодії (розсіяння) елементарних часток, що рухаються з речовиною?
5. На рисунку показано схему нейтронно-ядерної реакції. Що це за реакція і як називають таке ядро?

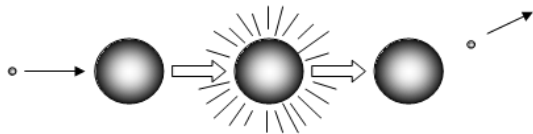


6. На яких фізичних процесах засноване відтворення ядерного палива в реакторі на швидких нейтронах?
7. Навіщо необхідно забезпечувати герметичність оболонки ТВЕЛУ весь період його роботи?
8. У чому є основна причина вибору двоконтурних схем ЯЕУ у сучасній енергетиці?
9. У яких випадках можлива поява парової фази в теплоносії водо-водяного реактора із водою під тиском?
10. Опишіть переваги реактора на швидких нейтронах.
11. Оцініть порядок енергії миттєвих нейтронів, що утворюються в результаті розпаду ядер урану.
12. На якому принципі заснована робота системи регулювання потужності ядерного реактора?
13. Як керують потужністю за допомогою поглинаючих нейтрони стрижнів?
14. Як відкладення на стінках працюючого ТВЕЛУ впливають на температуру цих стінок?
15. Як працює система керування і захисту ядерного реактора на теплових нейтронах?

16. На рисунку показана принципова схема 3-х контурного реактора на швидких нейтронах блоку АЕС. Назвіть і охарактеризуйте наведені на схемі елементи обладнання

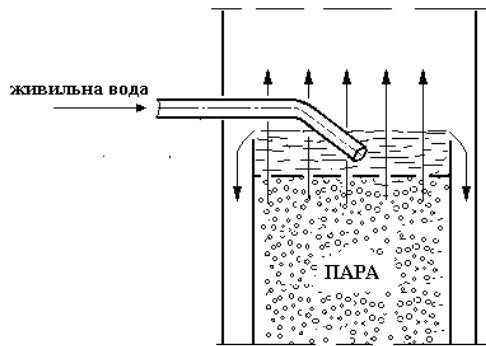


17. Чому нуклони (протони і нейтрони), з яких складається ядро атома, не розлітаються з ядра під дією кулонівських сил?
18. Дайте визначення коефіцієнта запасу до кризи тепловіддачі при рівномірному обігріві поверхні теплообміну.
19. Який характерний розподіл температури в поперечному перерізі ТВЕЛУ в нормальном режимі роботи?
20. Що таке дифузія нейтронів в активній зоні ядерного реактора?
21. Наведіть принципальну схему двоконтурної ЯЕУ. Як називаються елементи цієї схеми і в чому їх призначення?
22. Як впливає зазор між оболонкою та поверхнею палива (контактний опір) в ТВЕЛі на гранично допустимую потужність виділення тепла у ньому?
23. Яка енергія називається енергією зв'язку ядра?
24. Паливний сердечник ТВЕЛУ – конструкція та особливості.
25. Опишіть основні нейтронні характеристики реактора на швидких нейтронах.
26. Опишіть схему технології відтворення ядерного палива в реакторах на швидких нейтронах.
26. Схему якого типу ядерної реакції показано на рисунку?



27. Як розраховується теплова потужність, яка активній зоні через поверхню ТВЕЛУ передається в теплоносій?
28. На якому принципі заснована робота системи регулювання потужності ядерного реактора?
29. Опишіть, як властивості натрію визначають технічні характеристики реактора на швидких нейтронах.

30. Як впливає зазор між оболонкою та поверхнею палива (контактний опір) в ТВЕЛі на гранично допустиму потужність виділення тепла у ньому?
31. Що таке одноразовий (відкритий) паливний цикл?
32. Як вирішується задача відведення тепла з активної зони реактора на швидких нейтронах?
33. Як відкладення на стінках працюючого ТВЕЛу впливають на температуру цих стінок?
34. Опишіть, як властивості натрію визначають технічні характеристики реактора на швидких нейтронах.
35. Що таке енергія зв'язку ядра?
36. У ході якого фізичного процесу в активній зоні реактора безпосередньо генеруються теплові нейтрони?
37. Зазначте, який елемент барабана парового котла показано на рисунку та опишіть його призначення.



38. Що таке енергія зв'язку і дефект мас в ядерних реакціях?
39. Чим завершується криза тепловіддачі під час досягнення критичної щільності теплового потоку?
40. Навіщо в водо-водяних реакторах із водою під тиском температура води на виході з реактора підтримується на 20...35 °С нижче від температури насичення при даному тиску?

14. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна (базова) література

1. Нигматулин И. Н., Нигматулин Б. И. Ядерные энергетические установки: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.
2. Широков С. В. Физика ядерных реакторов: Учебн. пособие.- К.:Вища шк., 1993.- 228 с.

3. Ганчев Б.Г. и др.. Ядерные энергетические установки / Под ред. Н.А.Доллежала. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 500 с.
4. Л. В. Матвеев, А. П. Рудик. Почти все о ядерном реакторе. М., 1990 г.
5. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Физические основы эксплуатации ядерных паропроизводящих установок. Атомэнергоиздат, М., 1987 г.
6. Рассохин Н.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций: Учебник для вузов. -3-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1987. -384 с.

Додаткова (допоміжна) література

1. Владимиров В. И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. – 4-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1986. - 268 стр.
2. Кузнецов Н. М., Канаев А. А., Кооп И. З. Энергетическое оборудование блоков АЭС. – Л.: ЛПИ, 1985. – 112 с.
3. Розрахунок вертикального парогенератора атомної електричної станції, який обігривається водою під тиском. Методичні вказівки по виконанню курсового проекту. / упорядник Гулей О. Б. Харків: УПА, - 2005.
4. Фізичні основи ядерної енергетики: Навчальний посібник для студентів теплоенергетичних спеціальностей / Упоряд. Гулей О. Б. – Харків: УПА, 2007. -52 с
5. Рассохин Н.Г. Мельников В.Н. Парогенераторы, сепараторы и пароприёмные устройства АЭС. Москва. Энергоатомиздат, 1985 г.-38
6. Водяно-ядерні енергетичні ядерні реактори і парогенератори атомних електричних станцій. Принципи роботи й основні технічні рішення: Навчальні Методичні вказівки з розрахунку основних конструкційних параметрів і технічних характеристик активної зони реактора ядерної енергетичної установки / Упоряд. Гулей О. Б. - Харків: УПА, 2004. - 40 с посібник для студентів теплоенергетичних спеціальностей / - Харків: УПА, - 2007. - 42 стор

Інформаційні ресурси

1. <http://do.uipa.edu.ua/user/profile.php?id=2445>
2. <http://do.uipa.edu.ua/course/view.php?id=413>,
3. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-4>
4. http://www.atom.gov.ua/ru/press_cent-19Turbobit.net;

5. <http://atomnews.info/?T=2>
6. <http://www.tvel.com.ua>
7. <https://www.sunpp.mk.ua>
8. <https://www.atomic-energy.ru/technology/>
- 9.

Зміст силабусу відповідає робочій програмі навчальної дисципліни.

Завідувач кафедри _____ Г.І. Канюк