



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



Атомні електричні станції

Шифр та назва спеціальності	141 -«Електроенергетика, електротехніка, та електромеханіка»	Факультет / Інститут	ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки
Назва програми	Електроенергетика	Кафедра	Електричні станції
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова навчання	Українська

ВИКЛАДАЧ



Мельников Георгій Ігорович, Heorhii.Melnykov@khpi.edu.ua

Доцент кафедри, кандидат технічних наук за спеціальністю «Елементи та пристрої систем автоматичного керування», доцент кафедри «Електричні станції». Автор понад 50 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Моделювання електроенергетичних та електромеханічних пристроїв та систем», «Якість електроенергії та керування якістю», «Проектування електроенергетичних систем та пристроїв», «Атомні електричні станції», «Сучасне та перспективне обладнання електроенергетичних систем».

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Мета.

Формування знань про будову сучасних атомних електричних станцій з реакторами різних типів, їхніх технологічних схем, режимів роботи, власні потреби та аварійний захист. Ознайомлення з проектами реакторів четвертого покоління та їх особливостями, засобами для безпечної експлуатації.

Цілі:

Знати:

- фактори, що прямо чи опосередковано впливають на розвиток атомної енергетики;
- технологічні аспекти проектів реакторів четвертого покоління;
- методи вирішення вузьких місць роботи реакторів на уповільнених нейтронах.

Вміти:

- розробляти головну електричну схему АЕС з реакторами різного типу та різного покоління, схему власних потреб, тощо;
- застосовувати математичні методи, моделі, програмні засоби для відтворення процесів на АЕС.

Мета та цілі

Компетентності

ЗК 2 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 6 Здатність приймати обґрунтовані рішення

ФК 1 Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи та відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та

	<p>електромеханіки.</p> <p>ФК 3 Здатність застосовувати аналітичні методи, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.</p> <p>ФК 8 Знання і розуміння сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва, технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації електроенергетичного, електротехнічного і електромеханічного устаткування та обладнання</p> <p>ФК 11. Здатність використовувати отримані знання та уміння для проведення наукових досліджень відповідного рівня.</p> <p>ФКс 14 Здатність вибрати методи і провести відповідні розрахунки для аналізу режимів роботи електричних систем і мереж та режимів в елементах схем і процесів в системах та мережах.</p>
Результати навчання	<p>ПРН 1 Відтворити процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх моделюванні на персональному комп'ютері.</p> <p>ПРН 2 Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.</p> <p>ПРН 7. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.</p> <p>ПРН 11 Обирати напрям наукового дослідження та приймати в ньому участь з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки</p> <p>ПРНс 19 Знати принципи організації процесів управління виробництвом та розподілом електроенергії в електроенергетичних системах і системах електропостачання споживачів.</p>
Формат	<p>Обсяг дисципліни: 4 кредити ECTS 120 годин.</p> <p>Лекції: 32 години.</p> <p>Лабораторні заняття: 0 години.</p> <p>Практичні заняття: 0 години.</p> <p>Підсумковий контроль: Залік.</p> <p>Індивідуальне завдання: реферат.</p>
Семестр	11
Пререквізити	<p>Електричні станції та підстанції</p> <p>Системи власних потреб електричних станцій</p> <p>Експлуатація і режими роботи електрообладнання електричних станцій</p> <p>Автоматизація електричних станцій</p> <p>Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки</p> <p>Надійність та діагностика</p>
Постреквізити	– Дипломне проектування
Вимоги викладача	Студент зобов'язаний відвідувати всі заняття, згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях та в Інтернеті. При пропуску лекції проводиться усна співбесіда за темою. Відпрацьовувати практичні заняття з дозволу викладача. Для оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни необхідна регулярна підготовка до занять.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 1 Атомні електричні станції з реакторами різних типів	
1	Л 1	2	Тема 1. План ОЕС України 2016-2027рр.. Стан атомної енергетики на Україні, в світі. Аналіз вузьких місць. Особливості ядерних енергетичних установок	
2	Л 2	4	Тема 2. Принципові технологічні схеми АЕС з різними типами реакторів. Аналіз фізичних процесів в ядерних реакторах. Матеріали, параметри компонентів реакторів. Порівняльний аналіз поглиначів, вповільнювачів нейтронів, теплоносіїв.	1,4
3	Л 3	2	Тема 3. Базовий режим роботи АЕС. Перехідні режими реактору. Системи регулювання потужності атомного блоку.	1,5 1 дп
4	П 1	2	Моделювання перехідних процесів атомного блоку. Реактивність активній зони. Аксіальний офсет. Вирівнювання потужності по об'єму реактору.	6
5	Л 4	4	Тема 4. АЕС з серійними реакторами типу ВВЕР-440, ВВЕР-1000. Особливості першого контуру. Робота компенсаторів тиску. Система очистки теплоносія. САОЗ реактору ВВЕР-1000. Технологічна схема другого контуру.	1,4,5
6	Л 5	2	Тема 5. ГЦН-195М, ГЦН-310. Порівняльний аналіз насосів під час самозапуску їх двигунів. Горизонтальні чи вертикальні парогенератори мають майбутнє.	1,3
7	П 2	2	Вдосконалення схеми живлення споживачів власних потреб. Чотири канали безпеки. РДЕС та мобільні дизельні електростанції.	9, 10
8	П 3	2	Застосування теорії нечітких множин для вирішення задачі вирівнювання потужності реактору по висоті та по об'єму. На базі Toolbox Matlab.	
9	Л 7	2	Тема 6. Попереджувальний захист першого роду, другого роду. Аварійний захист. Автоматика регулювання середньої потужності блоку.	1дп
10	П 4	2	Аналіз аварій на різних АЕС світу, 1979р.Америка, 1986р. Україна, 2011 Японія.	
11	СР1	36	Самостійна робота	

1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 2 Проекти реакторів четвертого покоління	
12	Л 8	2	Тема 7. Схеми постійного струму на АЕС. АБП-1500. Впровадження нових типів акумуляторних батарей на АЕС.	6,7
13	Л 6	2	Тема 8. Паливо для реакторів нового покоління. МОХ паливо. Тепловиділяючі збірки. Тепловиділяючі елементи.	2
14	Л 9	4	Тема 9. АЕС з реакторами типу БН. Повна технологічна схема АЕС з БН. Особливості схеми з БН-350, БН-600, БН-800.	8
15	П 5	2	Білярська АЕС. Побудова схеми власних потреб блоку з БН-800.	1дп
16	Л 10	2	Тема 10. Реактори типу CANDU. Аналіз важководного теплоносія. Паливо, що можна не збагачувати.	2
17	П 6	2	Розрахунок реактивності, запасу реактивності, концентрації борної кислоти в перехідних процесах реакторів.	1
18	Л 11	4	Тема 11. Реактори ВВЕР-СКД. Особливості використання зверхкритичних параметрів теплоносія. Реактори зі змішаним спектром нейтронів.	2
19	Л 12	2	Тема 12. Реактори на жикосолевих розчинах , реактори ЖСР. Гомогени реактори.	2
20	П 7	2	АЕС, що плавають. АЕС, які розташовуються під ґрунтом.	2
21	П 8	2	Безпека АЕС. Норми радіаційної безпеки. Вимоги до безпеки АЕС. Засоби та системи забезпечення безпеки на АЕС.	1,4,6
22	СР2	36	Самостійна робота	
	Разом (годин)	120		

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	32
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	32
3	Інші види самостійної роботи (підготовка до тестування)	8
	Разом	72

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуються репродуктивні методи навчання з опорою на поетапне формування розумових дій з елементами активних методів навчання.

Основна рекомендація зводиться до забезпечення рівномірної активної роботи студентів над курсом протягом навчального року. Вони повинні проробляти матеріал прослуханих лекцій, активно використовувати програмні пакети.

Під час вивчення курсу студентам передбачено виконання наступних видів робіт:

- аналіз теоретичного матеріалу;
- проробка лекційного матеріалу;
- підготовка до семестрового контролю.

Самостійна робота студента включає вивчення лекційного матеріалу, підготовку до семестрового контролю, вивчення додаткового матеріалу.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Підсумковий контроль – іспит.

Поточний контроль.

Усі лекції дисципліни завершуються питаннями для повторення, на які слід відповісти. Контроль здійснюється під час опитування на лекціях, поточного контролю змістовних модулів. При оцінці враховується знання теоретичного матеріалу, глибина вивчення рекомендованої літератури, повнота відповідей на контрольні запитання.

Перелік запитань для підготовки до іспиту:

- Принципові технологічні схеми АЕС з різними типами реакторів.
- Аналіз фізичних процесів в ядерних реакторах.
- Матеріали, параметри компонентів реакторів.
- Порівняльний аналіз поглиначів, вповільнювачів нейтронів, теплоносіїв.
- Вдосконалення схеми живлення споживачів власних потреб.
- Чотири канали безпеки. РДЕС та мобільні дизельні електростанції.
- Базовий режим роботи АЕС. Перехідні режими реактору.
- Системи регулювання потужності атомного блоку.
- Перехідні процеси атомного блоку.
- Реактивність активної зони. Аксіальний офсет. Вирівнювання потужності по об'єму реактору.
- АЕС з серійними реакторами типу ВВЕР-440, ВВЕР-1000.
- Особливості першого контуру.
- Робота компенсаторів тиску.
- Система очистки теплоносія.
- САОЗ реактору ВВЕР-1000.
- Технологічна схема другого контуру.
- Паливо для реакторів нового покоління. МОХ паливо.
- Тепловиділяючі збірки. Тепловиділяючі елементи.
- ГЦН-195М, ГЦН-310. Порівняльний аналіз насосів під час самозапуску їх двигунів.
- Горизонтальні чи вертикальні парогенератори мають майбутнє.
- Схеми постійного струму на АЕС. АБП-1500.
- Впровадження нових типів акумуляторних батарей на АЕС.
- Традиційні та сучасні компенсуючі пристрої реактивної потужності та їх застосування для підвищення якості електроенергії.
- Попереджувальний захист першого роду, другого роду. Аварійний захист.
- Автоматика регулювання середньої потужності блоку
- АЕС з реакторами типу БН. Повна технологічна схема АЕС з БН.
- Особливості схеми з БН-350, БН-600, БН-800.
- Реактори типу CANDU. Аналіз важководного теплоносія. Паливо, яке можливо не збагачувати

- Визначення реактивності, запасу реактивності, концентрації борної кислоти в перехідних процесах реакторів
- Реактори ВВЕР-СКД. Особливості використання зверхкритичних параметрів теплоносію.
- Реактори зі змішаним спектром нейтронів.
- Безпека АЕС. Норми радіаційної безпеки.
- Вимоги до безпеки АЕС. Засоби та системи забезпечення безпеки на АЕС.
- Реактори на рідкосільових розчинах, реактори ЖСР. Гомогенні реактори.
- Аналіз схеми власних потреб блоку з БН-800 на прикладі Білоярської АЕС
- Коефіцієнт потужності в електричних мережах з спотворюючими навантаженнями.
- Вплив несиметрії та несинусоїдальності на коефіцієнт потужності.
- Зменшення коливань напруги за допомогою активних фільтрів та швидкодіючих компенсаторів реактивної потужності.
- Статичний компенсатор Statcom на основі мостового перетворювача та його моделювання в системах електропостачання.
- Вдосконалення схеми живлення споживачів власних потреб.
- Системи регулювання потужності атомного блоку.

Критерії оцінки якості знань студентів:

Відмінно оцінюють студена, який глибоко та надійно засвоїв програмний матеріал, вичерпне, послідовно, грамотне та логічне злагоджено його виклав, у відповіді пов'язав теорію з практикою, показав знайомство з монографічною літературою, програмним забезпеченням (кількість отриманих балів 90-100).

Добре оцінюють студена, який твердо знає програмний матеріал, грамотне та по суті його викладає, не припускає суттєві неточності у відповіді на запитання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних питань і задач: В (кількість отриманих балів 82-89), С (кількість отриманих балів 75-81).

Задовільно оцінюють студена, який знає тільки основний матеріал, но не засвоїв його деталей, у відповіді припускає неточності, недостатньо правильно формулює основні закони і правила: D (кількість отриманих балів 64-74), E (кількість отриманих балів 60-63).

Незадовільно оцінюють студента, який не знає значної частини програмного матеріалу, припускає суттєві помилки FX (кількість отриманих балів 35-59), незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни F (кількість отриманих балів 0-34).

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (залік)	Сума	
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2						40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
75 – 81	C		
64 – 74	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Артюх С.Ф., Данилова Е.А Учебно-методическое пособие по курсу «Электрические станции и подстанции» «Собственные нужды тепловых электростанций», Харків: НТУ «ХПИ», 2014. – 93 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

№ з/п	Найменування навчальної літератури	№ змістового модуля	Рік видання	Автори
Базова				
1	Нигматулин И.Н. , Нигматулин Б.И. Ядерные энергетические установки: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.- 168 с.	1-2	1986	Нигматулин И.Н. , Нигматулин Б.И.
2	Справочник по ядерной энерготехнологии: пер. с англ. Под ред. В. А. Легасова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752 с.	1-2	1989	Под ред. В. А. Легасова
3	Воронин Л.М. Особенности эксплуатации и ремонта АЭС. – М.: Энергоиздат, 1981 – 168 с..	1	1981	Воронин Л.М.
4	Маргулова Т.Х. Атомная энергетика и её будущее. - М.: «Энергия», 1977	1-2	1977	Маргулова Т.Х.
5	Воронин Л.М. Атомные электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1989, - 329 с.	1	1989	Воронин Л.М.
6	Фельдман М.Л. Особенности электрической части атомных электростанций : підручник / М.Л. Фельдман, А.К. Черновец. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 172 с.	1-2	1983	Фельдман М.Л.
7	Гук Ю.Б. Устройство, проектирование и эксплуатация схем электрос-набжения собственных нужд АЭС / Ю.Б. Гук. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 296с.	2	1991	Гук Ю.Б.
8	Бильтюков А.И. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учеб. пособие / А.И. Бильтюков, А. И. Карпенко, С. А. Полуяктов, О. Л. Ташлыков, Г. П. Титов, А. М. Тучков, С. Е. Щеклеин. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с.	2	2013	Бильтюков А.И.
9	Неклепаев Б. Н., Балаков Ю. Н. Особенности электрической части АЭС / Б.Н. Неклепаев, Ю.Н. Балаков. – М.: Моск. энерг. ин-т, 1984. – 48 с.	1	1984	Неклепаев Б. Н., Балаков Ю. Н.
10	Правила технологического проектирования атомных станций (с реакторами ВВЭР): РД 210.006-90. – [Чинний від 08.04.1990]. – Офіц. вид. – М.: Атомэнергопроект, 1990. – 207с.	1	1990	РД 210.006-90.
Допоміжна				
1	Ястребенецкий М.А., Розен Ю.В., Виноградская С.В. Системы управления и защиты ядерны реакторов. –К.: Основа – Принт, 2011-768 с.	1-2	2011	Ястребенецкий М.А., Розен Ю.В., Виноградская С.В.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <https://rosatom.ru/production/generation/>
2. <https://iknet.com.ua/ru/articles/news/nuclear-power-plants/>
3. https://unece.org/sites/default/files/2021-08/Nuclear%20power%20brief_RU_0.pdf
4. <https://www.atom.gov.ua/ru/>
5. <https://www.mathworks.com/help/index.html>