



Водопідготовка і воднохімічні режими на сучасних АЕС Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	Електрична інженерія
Спеціальність	143 Атомна енергетика
Освітня програма	Атомні електричні станції
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна, денна
Рік підготовки, семестр	III курс, весняний
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Коньшин Валерій Іванович, email: vikonshin@meta.ua , тел. 095 281 00 90 Лабораторні: к.т.н., доц. Мариненко Володимир Іванович тел. 095 177 45 98.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2461

Програма навчальної дисципліни

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

Забезпечення безпечної експлуатації ядерних енергетичних установок багато в чому залежить від якості теплоносія, що відводить теплоту, яка виділяється в результаті ядерної реакції в реакторі. Підготовка якісного теплоносія є однією із запорук ефективною та безаварійною експлуатації таких ядерно- та радіаційнонебезпечних об'єктів критичної інфраструктури. Правильне розуміння впливу якості теплоносія на надійність роботи елементів ядерної енергетичної установки дозволить студентам при виконанні бакалаврських робіт і магістерських дисертацій приймати науковообґрунтовані технологічні та конструкторські рішення підвищення рівня безпечної експлуатації цих сучасних джерел електроенергії.

1.1 Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою кредитного модулю є формування у студентів компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК)

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі атомної енергетики.

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

ФК 3. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії та спеціалізованого програмного забезпечення.

ФК 4. Здатність відшуковувати та аналізувати інформацію, здійснювати патентний пошук, а також використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК 6. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем атомних електричних станцій та їх компонентів.

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.

ФК 13. Здатність використовувати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів у професійній діяльності в галузі атомної енергетики.

ФК 14. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання для об'єктів атомної енергетики.

Програмні результати навчання

ПРН 7. Використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші відповідні джерела інформації для розробки і обґрунтування технічних та управлінських рішень в атомній енергетиці.

ПРН 9. Знати, розуміти і застосовувати нормативні документи, стандарти інженерної практики і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань.

ПРН 12. Знати і розуміти основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та інструментів, інженерних технологій і процесів, що використовуються при вирішенні професійних завдань.

ПРН 17. Презентувати та обговорювати проблеми атомної енергетики, результати досліджень і розробок державною та іноземною мовами.

ПРН 19. Розвинені навички самостійного навчання.

ПРН 20. Знання і розуміння інженерних дисциплін на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях атомної енергетики.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Забезпечується: ПО2-фізика, ПО4 – хімія, ПО12- матеріалознавство, технологія матеріалів, ПО16-основи конструювання, ПО19-теорія ядерних реакторів, ЗО5- іноземна мова професійного спрямування.

Забезпечує: ПО27 – дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерні)	Індивідуальні
РОЗДІЛ 1. Роль теплоносія та робочого тіла на АЕС.					
<i>Тема 1.1.</i> Сфера технології теплоносіїв.	2	2	-	-	-
<i>Тема 1.2.</i> Пароводяний баланс АЕС.	2	2	-	-	-
Разом за розділом 1	4	4	-	-	-

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	(комп'ютерн ий)
РОЗДІЛ 2. Індивідуальні властивості водного теплоносія.					
<i>Тема 2.1. Будова води та її властивості.</i>	1	1	-	-	-
Разом за розділом 2	1	1	-	-	-
РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природних вод.					
<i>Тема 3.1. Природні води та їх домішки.</i>	4	2	-	-	2
<i>Тема 3.2. Показники якості природної води.</i>	10	2	-	6	2
Разом за розділом 3	14	4		6	4
РОЗДІЛ 4. Методи попередньої обробки води на АЕС.					
<i>Тема 4.1. Попередня обробка води.</i>	2,0	1	-	-	1,0
<i>Тема 4.2. Коагуляція води.</i>	7,0	2	-	3	2
<i>Тема 4.3. Хімічні методи попередньої обробки води.</i>	6	1		3	2
Разом за розділом 4	15,0	4		6	5,0
РОЗДІЛ 5. Обробка води на АЕС методом іонного обміну.					
<i>Тема 5.1. Загальні положення.</i>	2,0	1	-	-	1,0
<i>Тема 5.2. Катіонування води.</i>	9	1	-	6	2
<i>Тема 5.3. Аніонування води.</i>	3	1	-	-	2

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	(комп'ютерний практикум)
<i>Тема 5.4.</i> Хімічне знесолення води.	4	2	-	-	2
Разом за розділом 5	18,0	5		6	7,0
РОЗДІЛ 6. Видалення з води розчинених у ній корозійноактивних та радіоактивних благо-родних газів.					
<i>Тема 6.1.</i> Загальні положення.	0,5	0,5	-	-	-
<i>Тема 6.2.</i> Термічна деаерація води.	2,5	1,5	-	-	1,0
<i>Тема 6.3.</i> Декабронізація води.	1,5	1,5	-	-	
<i>Тема 6.4.</i> Хімічна дегазація води.	1	0,5			0,5
Разом за розділом 6	7,5	6			<u>1.5</u>
РОЗДІЛ 7. Утворення відкладень в парогенера-торах і теплообмінниках та їх запобігання.					
<i>Тема 7.1.</i> Утворення відкладень.	2	1	-	-	<u>1</u>
<i>Тема 7.2.</i> Характеристика відкладень.	3	1	-	-	2
<i>Тема 7.3.</i> Очистка поверхонь нагріву та активної зони від відкладень та накипів.	3	2	-	-	1
Разом за розділом 7	8	4			4
РОЗДІЛ 8. Обробка високомінералізованих та радіоактивних вод на АЕС.					
<i>Тема 8.1.</i> Дистиляція води.	4	2	-	-	2
<i>Тема 8.2.</i> Електродіаліз та			-	-	

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	Комп'ютерні (інтерактивні)
гіперфільтрація води.	4	2			2
Разом за розділом 8	8	4			4
РОЗДІЛ 9. Корозія металів та методи боротьби з нею.					
<i>Тема 9.1. Механізм корозії технічного металу.</i>	3	2	-	-	1
<i>Тема 9.2. Корозія металу ядерної енергетичної установки.</i>	3	2	-	-	1
Разом за розділом 9	6	4			2
РОЗДІЛ 10. Водно-хімічні режими АЕС.					
<i>Тема 10.1. Водно-хімічний режим АЕС з реакторами ВВЕР.</i>	3	2	-	-	1
<i>Тема 10.2. Водно-хімічні режими інших АЕС.</i>	2	1	-	-	1
Разом за розділом 10	5	3			2
РОЗДІЛ 11. Рідкометалевий теплоносій (РМТ).					
<i>Тема 11.1. Загальні положення.</i>	2,0	1	-	-	1,0
<i>Тема 11.2. Характеристика РМТ.</i>	2,0	1	-	-	1,0
<i>Тема 11.3. Безпека експлуатації реакторів з РМТ.</i>	4	2	-	-	2
Разом за розділом 11	8	4			4,0
РОЗДІЛ 12. Органічні теплоносії (ОТ).					
<i>Тема 12.1. Загальні положення.</i>			-	-	

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	(комп'ютерні й інші)
	1	1			-
Тема 12.2. Властивості ОТ.	2	1	-	-	1
Тема 12.3. Фаулінг.	2	1	-	-	1
Тема 12.4. Якість органічного теплоносія.	1	1	-	-	
Модульна контрольна робота	6	2	-	-	4
Разом за розділом 12	12	6			6
РОЗДІЛ 13. Газові теплоносії (ГТ).					
Тема 13.1. Загальні положення.	1	1	-	-	-
Тема 13.2. Технологія гелієвого теплоносія.	3	2	-	-	1
Тема 13.3. Технологія дисоціюючого теплоносія.	3,5	2	-	-	1,5
Разом за розділом 13	7,5	5			2,5
Залік	8	2	-	-	6
Всього годин	120	54	-	18	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова

1. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
2. Стерман Л.С., Покровский В.Н. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС. – М.: Энергия, 1981. – 232 с.
3. Седов В.М., Нечаев А.Ф. и др. Химическая технология теплоносителей ядерных энергетических установок.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
4. Коростелев Д.П. Водный режим и обработка радиоактивных вод атомных электростанций: Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат. 1983. – 240 с.

5. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. – М.: Высшая школа, 1987. – 319 с.

4.2. Допоміжна

1. Аскользин П.А. и др. Водный режим тепловых электростанций. – М.Л.: Энергия, 1965. – 383 с.
2. Рассохин П.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций. – М.: Атомиздат, 1980. – 360 с.
3. Белан Ф.И. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1979, 208 с.
4. Водоподготовка. Процессы и аппараты. Под ред. Мартыновой О.И. – М.: Атомиздат, 1977. – 352 с.
5. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях. Под редакцией Мартыновой О.И. – М.: Энергия, 1980. – 320 с.

4.3. Інформаційні ресурси

1. Кампус НТУУ “КПІ” – <http://login.kpi.ua>
2. Науково-технічна бібліотека НТУУ “КПІ” – <http://library.kpi.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Вступ
РОЗДІЛ 1. Роль теплоносія та робочого тіла на АЕС.	
2.	<i>Тема 1.1.</i> Сфера технології теплоносіїв.
3.	Лекція 1. Стан та розвиток атомної енергетики на Україні та в світі. Класифікація АЕС. Література: основна [4], с. 5-11. Лекція 2. Роль і значення теплоносіїв. Типи теплоносіїв, Проблеми теплоносіїв. Література: основна [4], с. 21-25. <i>Тема 1.2.</i> Пароводяний баланс АЕС. Лекція 3. Пароводяний баланс одноконтурних АЕС. Пароводяний баланс двоконтурних АЕС. Література: основна [5], с. 24-29.
РОЗДІЛ 2. Індивідуальні властивості водного теплоносія.	
4.	<i>Тема 2.1.</i> Будова води та її властивості.

	<p>Лекція 4. Властивості води. Особливості побудови молекули води. Водневі зв'язки. Електричні властивості води. Показник концентрації водневих іонів. Електропровідність води. Ядерні властивості води. Радіоліз води та активність водного теплоносія. Література: основна [2], с. 15-18, [4], с. 35-45.</p>
<p>РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природних вод.</p>	
<p>5.</p>	<p><i>Тема 3.1.</i> Природні води та їх домішки. Лекція 5. Класифікація природних вод. Характеристика домішок природних вод. Література: основна [1], с. 16-18, [2], с. 16-23. СРС основна: [2], с. 13-16.</p> <p><i>Тема 3.2.</i> Показники якості природної води. Лекція 6. Показники якості природної води. Вміст зважених часток. Сухий залишок. Окислюваність води. Загальна жорсткість води та її складові. Загальна лужність води та її складові. СРС основна: [1], с. 28-31. Література: основна [1], с. 25-28, [2], с. 23-26.</p>
<p>РОЗДІЛ 4. Методи попередньої обробки води на АЕС.</p>	
<p>6.</p>	<p><i>Тема 4.1.</i> Попередня обробка води. <i>Тема 4.2.</i> Коагуляція води. <i>Тема 4.3.</i> Хімічні методи попередньої обробки води. Лекція 7. Коагуляція як метод попередньої обробки води. Основні положення. Методи попередньої обробки води на АЕС. Фізико-хімічні основи коагуляції води. СРС основна: [1], с. 229-241. Література: основна [1] с. 212-217; [2] с. 29-39; [5] с. 38-50. Лекція 8. Застосування коагуляції та вапнування на АЕС. Видалення грубодисперсних часток та коагульованих колоїдних домішок води в освітлювачах. Будова і робота освітлювача. Вапнування води. Цілі і задачі вапнування. Магnezійне знекремлювання води. СРС основна: [2], с. 49-58. Література: основна [1] с. 217-220; [2] с. 29-49; [5] с. 38-50.</p>

РОЗДІЛ 5. Обробка води на АЕС методом іонного обміну.	
7.	<p><i>Тема 5.1.</i> Загальні положення іонного обміну. <i>Тема 5.2.</i> Катіонування води. Лекція 9. Застосування іонного обміну для обробки води на АЕС. Сутність іонного обміну. Класифікація і характеристика іонообмінних матеріалів. Катіоніти та їх властивості. СРС основна: [2], с. 63-67. Література: основна [1] с. 260-270; [2] с. 58-63; [5] с. 160-180. Лекція 10. Процеси катіонування. Процес Na-катіонування. Процес H-катіонування. Особливості застосування катіонітів на АЕС. Радіоліз та піроліз катіонітів. СРС основна: [1], с. 279-281; [2], с. 71-76. Література: основна [1] с. 270-280; [2] с. 75-84; [5] с. 180-190. <i>Тема 5.3.</i> Аніонування води. Лекція 11. Застосування аніонітів на АЕС. Аніоніти та їх властивості. Процеси аніонування води. Старіння аніонітів. СРС основна: [1], с. 312-315; [2], с. 84-88. Література: основна [1] с. 290-315; [2] с. 63-75; [5] с. 160-180. <i>Тема 5.4.</i> Хімічне знесолення води. Лекція 12. Процеси хімічного знесолення води. Сутність хімічного знесолення води. Фільтр змішаної дії, будова, та принцип його роботи. Триступенева схема глибокого знесолення води. СРС основна: [2], с. 84-87. Література: основна [1] с. 310-315; [2] с. 68-75; [5] с. 160-180.</p>
РОЗДІЛ 6. Видалення з води розчинених у ній корозійно-активних та радіоактивних благородних газів (РБГ).	
8.	<p><i>Тема 6.1.</i> Загальні положення дегазації води. <i>Тема 6.2.</i> Термічна деаерація води. Лекція 13. Термічна деаерація води. Методи видалення розчинених у воді газів. Закон Генрі. Фізико-хімічні основи термічної деаерації. Принцип дії термічного деаератора. СРС основна: [1], с. 206-209; [2], с. 117-121. Література: основна [1] с. 192-200; [2] с. 115-120; [5] с. 279-290. <i>Тема 6.3.</i> Декабронізація води. <i>Тема 6.4.</i> Хімічна дегазація води.</p>

	<p>Лекція 14. Декарбонізація і хімічна дегазація води. Фізико-хімічні основи декарбонізації. Принцип дії декарбонізатора. Хімічне зв'язування вуглекислого газу, розчиненого у воді. СРС основна: [1], с. 207-211. Література: основна [1] с. 200-211; [2] с. 120-127; [5] с. 290-301.</p>
<p>РОЗДІЛ 7. Утворення відкладень в парогенераторах і теплообмінниках та їх запобігання.</p>	
<p>9.</p>	<p><i>Тема 7.1.</i> Утворення відкладень. <i>Тема 7.2.</i> Характеристика відкладень. Лекція 15. Утворення відкладень та їх характеристика. Надходження домішок у пароводяний тракт АЕС. Розчинність твердих домішок у воді. Утворення відкладень, накипів, шламів. Види накипів, відкладень та шламів в тракті парогенератора. Характеристика окремих видів відкладень та заходи по їх запобіганню. СРС основна: [1], с. 68-73. Література: основна [1] с. 68-80; [3] с. 143-152; [5] с. 294-298. <i>Тема 7.3.</i> Очищення поверхонь нагріву та активної зони від відкладень та накипів. Лекція 16. Очищення поверхонь від відкладень. Низькотемпературна хімічна промивка та дезактивація основного контуру разом з активною зоною. Високотемпературна промивка та очистка обладнання АЕС. СРС основна: [2], с. 255-269. Література: основна [5] с. 112-116.</p>
<p>РОЗДІЛ 8. Обробка високомінералізованих та радіоактивних вод на АЕС.</p>	
<p>РОЗДІЛ 9. Корозія металів та методи боротьби з нею.</p>	
<p>11.</p>	<p><i>Тема 9.1.</i> Механізм корозії технічного металу. Лекція 19. Механізм хімічної та електрохімічної корозії. Види і форми вияву корозії. Хімічна корозія, окисна плівка та її роль в процесі корозії. Механізм електрохімічної корозії. Деполяризація. Поляризація. СРС основна: [1], с. 47-52. Література: основна [1] с. 31-42; [3] с. 38-50. <i>Тема 9.2.</i> Корозія металу ядерної енергетичної установки. Лекція 20. Корозія контурів і трактів АЕС. Корозія конденсатно-живильного тракту одно- і двоконтурних АЕС. Корозія контуру багатократної примусової</p>

	<p>циркуляції.</p> <p>СРС основна: [5], с. 85-94.</p> <p>Література: основна [5] с. 78-94.</p>
РОЗДІЛ 10. Водно-хімічні режими АЕС.	
12.	<p><i>Тема 10.1.</i> Водно-хімічні режими АЕС з реакторами ВВЕР.</p> <p><i>Тема 10.2.</i> Водно-хімічні режими інших АЕС.</p> <p>Лекція 21. Водно-хімічні режими АЕС.</p> <p>Водно-хімічні режими першого контуру АЕС з реактором ВВЕР. Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реактором ВВЕР. Водно-хімічні режими АЕС з киплячими реакторами та реакторами на швидких нейтронах.</p> <p>СРС додаткова: [1], с. 136-150.</p> <p>Література: основна [5] с. 216-220; [6] с. 311-319.</p>
РОЗДІЛ 11. Рідкометалеві теплоносії (РМТ).	
13.	<p><i>Тема 11.1.</i> Загальні положення.</p> <p><i>Тема 11.2.</i> Характеристика РМТ.</p> <p>Лекція 22. Характеристика й особливості РМТ.</p> <p>Застосування РМТ на АЕС. Фізико-хімічні властивості РМТ. Корозійні властивості РМТ. Домішки та їх розчинність в РМТ.</p> <p>СРС основна: [1], с. 159-168.</p> <p>Література: основна [4] с. 145-156.</p> <p><i>Тема 11.3.</i> Безпека експлуатації реакторів з РМТ.</p> <p>Лекція 23. Безпека експлуатації реакторів на швидких нейтронах.</p> <p>Джерела радіонуклідів в РМТ. Особливості їх поведінки в контурах з РМТ. Методи очистки натрієвого теплоносія. Забезпечення безпеки експлуатації реакторів з РМТ.</p> <p>СРС основна: [4], с. 174-180.</p> <p>Література: основна [4] с. 160-183.</p>
РОЗДІЛ 12. Органічні теплоносії (ОТ).	
14.	<p><i>Тема 12.1.</i> Загальні положення.</p> <p><i>Тема 12.2.</i> Застосування ОТ в ядерній енергетиці. Властивості ОТ.</p> <p>Лекція 24. Обґрунтування доцільності застосування ОТ в контурах ядерних енергетичних установок (ЯЕУ). Фізико-хімічні властивості ОТ. Термічний та радіаційний розклад ОТ. Корозія конструкційних матеріалів в ОТ. Поведінка продуктів корозії.</p>

	<p>СРС основна: [4], с. 191-194.</p> <p>Література: основна [4] с. 183-192.</p> <p><i>Тема 12.3. Фаулінг.</i></p> <p><i>Тема 12.4. Якість органічного теплоносія.</i></p> <p>Лекція 25. Проблеми органічного теплоносія та його якість.</p> <p>Сутність фаулінгу. Фактори, які впливають на протікання фаулінгу.</p> <p>Нормування якості та методи очистки ОТ. Радіаційні обставини на ЯЕУ з ОТ.</p> <p>СРС основна: [4], с. 197-201.</p> <p>Література: основна [4] с. 194-204.</p>
	<p>РОЗДІЛ 13. Газові теплоносії (ГТ).</p>
	<p><i>Тема 13.1. Загальні положення.</i></p> <p><i>Тема 13.2. Технологія гелієвого теплоносія.</i></p> <p>Лекція 26. Гелієвий теплоносій.</p> <p>Відомості про використання газового теплоносія в ЯЕУ. Загальна характеристика газових теплоносіїв. Вплив гелієвого теплоносія на матеріали контурів. Домішки в гелієвому теплоносії. Радіактивність в ЯЕУ з гелієвим теплоносієм. Очистка гелієвого теплоносія.</p> <p>СРС основна: [4], с. 206-209.</p> <p>Література: основна [4] с. 205-228.</p> <p><i>Тема 13.3. Технологія дисоціюючого теплоносія.</i></p> <p>Лекція 27. Застосування чотирьохокису азоту в ЯЕУ.</p> <p>Властивості чотирьохокису азоту, як теплоносія. Корозія конструкційних матеріалів в чотирьохокису азоту. Домішки в дисоціюючому теплоносії. Очистка дисоціюючого теплоносія.</p> <p>СРС основна: [4], с. 229-236.</p> <p>Література: основна [4] с. 228-240.</p>

5.2. Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Визначення загальної жорсткості води	2
2	Визначення загальної лужності води	2
3	Визначення окислювальності води	2

4	Визначення вмісту хлоридів у воді	2
5	Видалення колоїдних домішок з води методом коагуляції	3
6	Вапнування води	3
7	Пом'якшення води методом Na-катіонування	4
Всього годин		18

6. Самостійна робота студента

6.1 Самостійне опрацювання тем і питань

№ з/п	Назва тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Пароводяний баланс одноконтурних АЕС Література: основна [5], с. 24-29	1
2.	Радіоліз води та активність водного теплоносія. Література: основна [4], с. 35-45.	1
3.	Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки та раціонального водного режиму. Література: основна [1], с.5-8.	1
4.	Електричні властивості води. Література: основна [1], с.16-18;	1
5.	Індекс стабільності води. Література: основна [2], с.21-23;	1
6.	Розчинність газів у воді. Література: основна [2], с.115-118;	1
7.	Характеристика домішок кремнієвої кислоти. Література: основна [1], с. 23; [2] с. 20-21;	1
8.	Воднева корозія. Література: основна[1], с.34-36.	1
9.	Фактори, які впливають на підвищенні ефекту термічної деаерації. Література: основна [1], с.202- 206.	1

10.	Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації. Література: основна [2], с. 99-108	1
11.	Розчинність різних домішок у рідкометалевих теплоносіях (РМТ). Література: основна [4] , с. 156-159	1
12.	Вимоги до якості РМТ. Література: основна [3], с. 174-175.	1,5
13.	Нормування якості органічного теплоносія. Література: основна [3], с.197-201.	1,5
14.	Контроль якості органічного теплоносія. Література: основна [3], с. 204-205.	1
15.	Одержання гелія та його властивості. Література: основна [3], с. 215.	1
16.	Домішки у гелієвому теплоносії. Література: основна [4], с.218-222.	1
17.	Одержання газового теплоносія, що дисоціює (ГТНД). Література: основна [3], с.229-231.	1
18.	Домішки в ГТНД та нормування його якості. Література: основна [3], с.233-236	1
19.	Очистка ГТНД від домишок. Література: основна [3], с.236-238	1
Всього годин		20

6.2 Підготовка до виконання лабораторних робіт та проведення розрахунків за первинними даними

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин на СРС
1	Визначення загальної жорсткості води	2
2	Визначення загальної лужності води	2
3	Визначення окислювальності води	2
4	Визначення вмісту хлоридів у воді	2
5	Видалення колоїдних домішок з води методом коагуляції	3
6	Вапнування води	3
7	Пом'якшення води методом Na-катіонування	4
Всього годин		18

6.3 Підготовка до контрольної роботи та заліку

№ з/п	Назва заходу	Кількість годин на СРС
1	Контрольна робота	4,0
2	Залік	6,0
Всього годин		10,0

7. Політика освітнього компонента

- Денна форма навчання передбачає обов'язкове відвідування аудиторних занять усіх видів.
- На заняттях студенти мають проявляти активність в діалозі з ініціативі викладача, доповідати про засвоєні матеріали тем, що були винесені на самостійну роботу. Засоби телекомунікації мають бути вимкнені.
- На захист лабораторної роботи студент повинен надати оформлений за правилами протокол з результатами розрахунків за первинними даними, відповіді на запитання по змісту лабораторної роботи.
- Відсутність студента на аудиторному занятті без поважних причин призводить до зняття одного балу від загального семестрового рейтингу.
У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховується штрафний (-1) бал.
За проявлену активність на аудиторному занятті студенту нараховуються заохочувальні бали.
- Студенти повинні виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання самостійно.
Якщо студент використовує ідеї, розробки, твердження, відомості інших авторів, то обов'язково повинен робити посилання на джерела інформації.

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання лабораторних робіт (7 робіт);
- виконання тем, що виносяться на самостійну роботу студентів за лекційним курсом .

Система рейтингових балів

1. Лабораторні роботи:

- за умови гарної роботи, правильно оформленого протокола, гарного і своєчасного захисту роботи - 6 балів;
- за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції - 1 бал.

У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховується штрафний (-1) бал.

2. Виконання контрольної роботи (КР).

- “ відмінно “, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) - 15 балів; добре “, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) - 18 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) - 11 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь - 0 балів.

3. Виконання тем, що виносяться на самостійну роботу за лекційним курсом.

За виконання кожної теми нараховується 0,5 бали.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 70. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних занять, виконання КР з оцінкою не нижче “задовільно” і стартовий рейтинг не менше 45 балів. 2.4. Залікова контрольна робота оцінюється із 30 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох питань. Кожне запитання оцінюється з 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10-8 балів;
- «дуже добре», повна відповідь (не менше 80% потрібної інформації – 7 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації) – 6-5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації) – 5 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 4-2 бали.

Умовою першої атестації є отримання не менше ніж 16 балів. Умовою другої атестації є отримання не менше ніж 45 балів та зарахуванн КР.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менше ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за виконання КР та залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав не менше ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі.

Сума стартових балів і балів за залікову контрольну роботу переводиться дозаликової оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Бали: Лабораторні роботи+КР+СРС+Залікова контрольна робота	Залікова оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
КР не зараховано	Не допущено
Лабораторні роботи не захищені	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни

9.1. Перелік питань, що виносяться на залікову контрольну роботу:

1. Класифікація АЕС та значення теплоносія.
2. Типи теплоносіїв. Проблеми теплоносіїв.
3. Пароводяний баланс двоконтурних АЕС.
4. Особливості будови молекули води.
5. Електричні властивості води: рН, електропровідність, ядерні властивості води.
6. Радіоліз води та активність водного теплоносія.
7. Класифікація природних вод і характеристика їх домішок.
8. Показники якості природної води.
9. Методи попередньої обробки води на АЕС.
10. Основи коагуляції води.

- 11.Вапнування природної води.
- 12.Видалення грубо дисперсних та коагульованих колоїдних домішок з води за допомогою освітлювача. Будова та принцип дії освітлювача.
- 13.Сутність іонного обміну для обробки води на АЕС
- 14.Фізико-хімічні характеристики іонообмінних матеріалів, які застосовуються на АЕС.
- 15.Класифікація іонообмінних матеріалів, які застосовуються на АЕС.
- 16.Процес Na-катіонування.
- 17.Процес H-катіонування.
- 18.Особливості застосування іонообмінних матеріалів на АЕС. Радіоліз та термоліз кат іонів.
- 19.Аніонування водного теплоносія. Старіння аніонів.
- 20.Процес хімічного знесолення природної води.
- 21.Фільтр змішаної дії. Будова конструкції та принцип роботи.
- 22.Триступенева схема глибокого знеселення природної води.
23. Засоби видалення та зв'язування O_2 , CO_2 , та радіоактивних благородних газів.
- 24.Фізико-хімічні основи термічної деаерації.
- 25.Принцип дії термічного деаератора. Їх класифікація.
- 26.Фізико-хімічні основи декарбонізації.
- 27.Будова,робота і коротка характеристика декарбонізаторів.
- 28.Хімічне зв'язування кисню та вуглекислоти.
- 29.Надходження домішок у пароводяний тракт АЕС.
- 30.Розчинність твердих домішок у воді.
- 31.Утворення відкладень, накипу та шламів у пароводяному тракті АЕС.
- 32.Види накипів і шламів у тракті парогенератора.Коротка характеристика окремих видів накипів і шламів.
- 33.Низькотемпературна хімічна промивка і дезактивація основного контуру циркуляції разом з активною зоною.
- 34.Високотемпературна експлуатаційна очистка і хімічна промивка обладнання АЕС.
- 35.Фізико-хімічні основи дистиляції.

- 36.Схема та принцип роботи випарного апарата.
37. Фізико-хімічні основи електродіаліза.
- 38.Будова і принцип дії електродіалізатора.
- 39.Фізико-хімічні основи гіперфільтрації (зворотний осмос).
- 40.Установка для знесолення методом зворотного осмосу.
- 41.Види і форми корозії.
- 42.Хімічна корозія, окисна плівка та її роль у процесі корозії.
- 43.Механізм електрохімічної корозії. Деполяризація і поляризація.
- 44.Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на швидкість корозії.
- 45.Корозія контура багатократної примусової циркуляції з різними реакторами.
- 46.Водно-хімічний режим першого контуру АЕС з реакторами ВВЕР.
- 47.Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реакторами ВВЕР.
- 48.Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реакторами на швидких нейтронах.
- 49.Застосування рідкометалевих теплоносіїв (РМТ) на АЕС.
- 50.Фізико-хімічні властивості РМТ.
- 51.Корозійні властивості РМТ.
- 52.Джерела радіонуклідів в контурах з РМТ. Особливості їх поведінки в контурах з РМТ.
- 53.Методи очистки натрієвого теплоносія.
- 54.Забезпечення безпеки експлуатації реакторів з РМТ.
- 55.Обґрунтування доцільності застосування органічних теплоносіїв (ОТ) в контурах ядерних енергетичних установок.
- 56.Фізико-хімічні властивості ОТ , які застосовуються в ядерних енергетичних установках.
- 57.Термічне та радіаційне розкладання ОТ.
- 58.Корозія конструкційних матеріалів в ОТ та поведінка продуктів корозії в контурі.
- 59.Фаулінг.Фактори, що впливають на протікання фаулінгу.
- 60.Методи очистки органічного теплоносія.
- 61.Відомості про застосування газових тепло носіїв (ГТ).
- 62.Загальна характеристика газових теплоносіїв.

- 63. Вплив гелієвого теплоносія (гелГТ) на конструкційні матеріали контуру.
- 64. Домішки гелієвого теплоносія.
- 65. Радіоактивність ЯЕУ з гелГТ.
- 66. Методи очистки гелієвого теплоносія.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н., доц. Коньшиним В.І.

Ухвалено кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № ____ від _____)