



ВОДОПІГОТОВКА КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	Електрична інженерія
Спеціальність	142 Енергомашинобудування
Освітня програма	Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	IV курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, 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	Платформа Сікорський Moodle.

Програма навчальної дисципліни

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

Забезпечення економічної та безаварійної експлуатації теплоенергетичних установок багато в чому залежить від якості робочого тіла. Підготовка якісного робочого тіла є однією із запорук ефективної та безаварійної експлуатації паротурбінних установок ТЕС. Правильне розуміння впливу якості робочого тіла на надійність роботи обладнання теплоенергетичної установки дозволить студентам при виконанні бакалаврських робіт і магістерських дисертацій приймати науковообгрунтовані технологічні та конструкторські рішення підвищення рівня надійної експлуатації цих сучасних джерел електроенергії.

1.1 Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою кредитного модулю є формування у студентів компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК1** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК2** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК4** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК6** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК7** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності:

- ФК2** Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.
- ФК3** Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.
- ФК5** Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.
- ФК7** Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.
- ФК10** Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

1.2. Програмні результати навчання

ПРН 1. Знання і розуміння математики та тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН 8. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН 12. Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПРН 15. Застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПРН 25. Розуміти принципи технологічних процесів виробництв, які мають негативний вплив на довкілля та застосовувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Забезпечується : ПО2-фізика, ПО4- хімія, ПО7- технічна термодинаміка, ПО8 – тепломасообмін, ПО9 – гідрогазодинаміка, ПО16 – парові та водогрійні котли та, ПО13-теплогідравлічні процеси в енергетичних установках.

Забезпечує: дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРС
РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій станції.					
<i>Тема 1.1.</i> Значення підготовки води та водних режимів. Роль води на ТЕС.	6	4	-	-	2
<i>Тема 1.2.</i> Вплив домішок на процеси в енергообладнанні.	3	2	-	-	1
Разом за розділом 1	9	6	-	-	3
РОЗДІЛ 2. Водні розчини та їх властивості.					
<i>Тема 2.1.</i> Будова води та її властивості.	3	2	-	-	1
<i>Тема 2.2.</i> Властивості водних розчинів	3	2	-	-	1
Разом за розділом 2	6	4	-	-	2
РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природної води.					
<i>Тема 3.1.</i> Природні води та їх домішки.	3	2	-	-	1
<i>Тема 3.2.</i> Показники якості природної води.	7	2	-	3	2
Разом за розділом 3	10	4	-	3	3
РОЗДІЛ 4. Утворення відкладень та накипів у парових котлах та їх запобігання.					
<i>Тема 4.1.</i> Утворення відкладень.	3	2	-	-	1

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРС
<i>Тема 4.2.</i> Запобігання відкладень накипів.	2	1	-	-	1
Разом за розділом 4	5	3	-	-	2
Модульна контрольна робота ч. I	6	1	-	-	5
РОЗДІЛ 5. Методи одержання чистої пари.					
<i>Тема 5.1.</i> Забруднення пари домішками. Основні шляхи переходу домішок у пару.	7	4	-	-	3
<i>Тема 5.2.</i> Боротьба із забрудненням пари.	13	6	-	4	3
Разом за розділом 5	20	10		4	6
РОЗДІЛ 6. Корозія металу паросилового устаткування та методи боротьби з нею.					
<i>Тема 6.1.</i> Механізм корозії технічного металу.	6	4	-	-	2
<i>Тема 6.2.</i> Корозія металу паросилового устаткування.	4	2	-	-	2
Разом за розділом 6	10	6	-	-	4
РОЗДІЛ 7. Методи попередньої обробки води на ТЕС.					
<i>Тема 7.1.</i> Попередня обробка води	10	2	-	6	2
Разом за розділом 7	10	2	-	6	2
РОЗДІЛ 8. Обробка води на ТЕС методом іонного обміну.					
<i>Тема 8.1.</i> Загальні положення іонного обміну.	1	1	-	-	-
<i>Тема 8.2.</i> Катіонування води.	7	1	-	5	1
<i>Тема 8.3.</i> Аніонування води.	0,5	0,5	-	-	-
<i>Тема 8.4.</i> Хімічне знесолення води.	0,5	0,5	-	-	-

Найменування розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СРС
Разом за розділом 8	9	3		5	1
Модульна контрольна робота ч.ІІ	6	1	-	-	5
РОЗДІЛ 9. Видалення з води розчинених в ній корозійних газів.					
<i>Тема 9.1.</i> Загальні положення дегазації води.	0,5	0,5	-	-	-
<i>Тема 9.2.</i> Термічна деаерація	1,5	0,5	-	-	1
<i>Тема 9.3.</i> Декарбонізація води.	0,5	0,5	-	-	-
<i>Тема 9.4.</i> Хімічна дегазація води.	0,5	0,5	-	-	-
Разом за розділом 9	3	2	-	-	1
РОЗДІЛ 10. Обробка високомінералізованих вод.					
<i>Тема 10.1.</i> Дистиляція води.	3	1	-	-	2
<i>Тема 10.2.</i> Електродіаліз та гіперфільтрація води.	3	1	-	-	2
Разом за розділом 10	6	2	-	-	4
РОЗДІЛ 11. Водно-хімічні режими парових кот-лів.					
<i>Тема 11.1.</i> Водно-хімічні режими барабанних котлів.	5	4	-	-	1
<i>Тема 11.2.</i> Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів.	7	6	-	-	1
Разом за розділом 11	12	10			2
Підготовка до заліку	8		-	-	8
Всього	120	54	-	18	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова література

1. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1973., с. 416.
2. Стерман Л.С., Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 340 с.
3. Кишневский В.А. Современные методы обработки воды в энергетике – Одесса: “ОГПУ”, 1999, – 196 с.
4. Громогласов А.А. Водоподготовка. Процессы и аппараты – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 500 с.
5. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы ТЭС и АЭС – М.: Высшая школа, 1990 – 370 с.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Водопідготовка та водний режим котельних агрегатів» /Укладач Коньшин В.І. – Київ, НТУУ «КПІ», 2013, – 54 с.
- 7.

4.2. Допоміжна література

1. Белан Ф.И. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1979, 208 с.
2. Рассохин П.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций. – М.: Атомиздат, 1980, 360 с.
3. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях /Под ред. Мартыновой О.И. – М.: Энергия, 1980, 320 с.
8. Старыкович М.А., Мартынова О.И., Миропольский З.А. Процессы генерации пара на электростанциях. – М.: Энергия, 1979, с. 312 с.
9. Старыкович М.А., Мартынова О.И., Миропольский З.А. Процессы генерации пара на электростанциях. – М.: Энергия, 1979, с. 312 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.	
РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій електростанції.	
2.	<i>Тема 1.1.</i> Значення підготовки води та водних режимів. Роль води на ТЕС. ЛЕКЦІЯ 1. Значення водопідготовки та водного режиму на теплових електричних станціях для забезпечення їх надійної та економічної

	<p>експлуатації.</p> <p>Література: основна [1], с.1-5.</p>
3.	<p>ЛЕКЦІЯ 2. Роль води на тепловій електричній станції. Обертання води у системі промислових ТЕС та ТЕЦ. Роль води на ТЕС та ТЕЦ.</p> <p>Література: основна [1], с.6-10.</p> <p>СРС Види вод у системі теплової станції. Втрати пари та конденсату на ТЕС.</p> <p>Основна [2], с.5-12.</p>
4.	<p><i>Тема 1.2.</i> Вплив домішок на процеси в енергоустановці.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 3. Забруднення води на ТЕС домішками та наслідки їх наявності у воді.</p> <p>Джерела та шляхи забруднення води на ТЕС. Основні джерела втрат пари та води у пароводяному циклі.</p> <p>Література: основна [1], с.10-15; [2], с.13-16.</p> <p>СРС. Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки та раціонального водного режиму.</p> <p>Основна [1], с.5-8.</p>
РОЗДІЛ 2. Водні розчини та їх властивості.	
5.	<p><i>Тема 2.1.</i> Будова води та її властивості.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 4. Будова води та електричні властивості води.</p> <p>Будова молекули води. Водневі зв'язки. Показник концентрації водневих іонів. Електропровідність води.</p> <p>Література: основна [3], с.23-44; додаткова [1], с. 10-23.</p> <p>СРС. Електричні властивості води. Основна [1], с.16-18;</p> <p><i>Тема 2.2.</i> Властивості водних розчинів.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 5. Розчинність різних домішок у воді.</p> <p>Дисоціація та гідроліз солей. Розчинення твердих речовин у воді. Розчинність твердих домішок у воді. Засоби вираження концентрацій розчинів.</p> <p>Література: основна [3], с.23-44; додаткова: [1], с. 10-23.</p> <p>СРС. Розчинність газів у воді. Основна [2], с.115-118;</p>
РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природної води.	
6.	<i>Тема 3.1.</i> Природні води та їх домішки.

	<p>ЛЕКЦІЯ 6. Характеристика домішок природних вод. Література: Основна [1], с. 16-22; с.16-26; [5] с. 7-15; додаткова: [1], с. 23-27. СРС. Характеристика домішок кремнієвої кислоти. Основна [1], с. 23; [2] с. 20-21; Тема 3.2. Показники якості природної води. ЛЕКЦІЯ 7. Показники якості природної води. Вміст взважених часток. Сухий залишок. Окисленість води. Загальна жорсткість води та її складові. Загальна лужність води та її складові. Література: Основна [1], с. 23-30; [2] с.23-26; [5] с. 16-29; додаткова: [1], с. 28-31. СРС. Індекс стабільності води. Основна [2], с.21-23;</p>
<p>РОЗДІЛ 4. Утворення відкладень в парових котлах і теплообмінниках та їх запобігання.</p>	
<p>7.</p>	<p>Тема 4.1. Утворення відкладень. ЛЕКЦІЯ 8. Утворення відкладень та накипу. Склад, структура та фізичні властивості відкладень. Утворення твердої фази із сольових розчинів. Утворення лужно-земельних накипів. Утворення ферро- та алюмосилікатних накипів. Утворення залізоокисних та залізофосфатних накипів. Утворення мідних накипів. Література: Основна [1], с.68-80; [3], с. 143-152, с. 294-298; додаткова [1], с. 32-46. СРС. Утворення легкорозчинних з'єднань. Основна [1], с.86-90; Тема 4.2. Запобігання відкладень та накипів. ЛЕКЦІЯ 9. Запобігання відкладень та накипів. Запобігання накипів, які складаються із з'єднань кальцію і магнію. Запобігання утворення безкальцієвих сілікатних, залізних та мідних накипів. Література: Основна [1], с.93-107 [2], с. 90-94; [3], с. 158-164; додаткова [1], с. 57-60. СРС. Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямоточних котлів. Основна [1], с. 90-93;</p>
<p>РОЗДІЛ 5. Методи одержання чистої пари.</p>	
<p>8.</p>	<p>Тема 5.1. Забруднення пари домішками. Основні шляхи переходу домішок у пару.</p>

	<p>ЛЕКЦІЯ 10. Краплинний винос домішок з парою. Основні шляхи переходу домішок у пару. Забруднення пари крапельним виносом і фактори, які впливають на крапельний винос.</p> <p>Література: Основна [1], с.108-115; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 61-70.</p> <p>СРС. Шляхи зниження крапельного виносу. Основна [1], с.115-119;</p> <p>ЛЕКЦІЯ 11. Забруднення пари вибірконим виносом. Вибірковий винос. Коефіцієнт розподілу та його залежність від факторів.</p> <p>Література: Основна [1], с.115-120; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 70-85.</p> <p>СРС. Променева діаграма. Основна [1], с.119-127; Тема 5.2. Боротьба із забрудненням пари.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 12. Природна сепарація пари. Природна сепарація пари і фактори, які на неї впливають.</p> <p>Література: основна [1], с.120-126; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 86-90.</p> <p>СРС. Шляхи зниження вологості за рахунок природної сепарації. Основна [1], с.115-119;</p> <p>ЛЕКЦІЯ 13. Механічна сепарація пари.</p> <p>Механічна сепарація пари. Засоби та конструктивні рішення механічної сепарації.</p> <p>Література: основна [1], с.127-135; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 90-96.</p> <p>СРС. Схема сепарації з виносними циклонами. Основна [4], с.98-114;</p> <p>ЛЕКЦІЯ 14. Боротьба із забрудненням.</p> <p>Продувка парових котлів. Промивка пари в парових котлах. Ступеневе випарювання.</p> <p>Література: основна [1], с.139-145; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 96-99.</p> <p>СРС. Організація триступеневого випарювання. Основна [1], с.164-172.</p>
<p>РОЗДІЛ 6. Корозія металу паросилового устаткування та методи боротьби з нею.</p>	
<p>9.</p>	<p>Тема 6.1. Механізм корозії технічного металу.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 15. Хімічна корозія.</p> <p>Види та форми вияву корозії. Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на швидкість корозії. Хімічна корозія.</p> <p>Література: основна [1], с.31-36; [3], с. 38-43; додаткова [1], с. 100-108.</p>

	<p>СРС. Воднева корозія. Основна [1], с.34-36</p> <p>ЛЕКЦІЯ 16. Електрохімічна корозія. Механізм електрохімічної корозії. Література: основна [1], с.37-42; [3], с. 44-50; додаткова [1], с. 109-114.</p> <p>СРС. Деполяризація і поляризація. Основна [1], с.37-41</p> <p><i>Тема 6.2. Корозія металу паросилового устаткування.</i></p> <p>ЛЕКЦІЯ 17. Корозія металу паросилового устаткування. Корозія конденсатно-живильного тракту ТЕС. Корозія парових котлів: підшламова корозія; корозія під дією окислювачів (киснева, нітритна, нітратна). Література: основна [1], с.42-68; [3], с. 51-56; додаткова [1], с. 114-124.</p> <p>СРС. Міжкристалітна корозія. Основна [1], с.56-58.</p>
<p>РОЗДІЛ 7. Методи попередньої обробки води на ТЕС.</p>	
<p>10.</p>	<p><i>Тема 7.1. Попередня обробка води.</i></p> <p>ЛЕКЦІЯ 18. Методи попередньої обробки води. Основні положення. Методи попередньої обробки води на ТЕС. Фізико-хімічні основи коагуляції води. Видалення грубодисперсних часток і коагуляція води в освітлювачі. Будова та робота освітлювача. Вапнування води, цілі і задачі. Література: основна [1], с.212-220; [2], с. 29-49; [5], с. 38-50; додаткова [1], с. 164-180.</p> <p>СРС. Магnezіальне знекремніювання. Основна [2], с.43-45.</p>
<p>РОЗДІЛ 8. Обробка води на ТЕС методом іонного обміну.</p>	
<p>11.</p>	<p><i>Тема 8.1. Загальні положення іонного обміну.</i></p> <p>ЛЕКЦІЯ 19. Сутність іонного обміну та іоннообмінні матеріали. Сутність іонного обміну для обробки води на ТЕС. Класифікація і характеристики іоннообмінних матеріалів.</p> <p><i>Тема 8.2. Катіонування води.</i></p> <p><i>Тема 8.3. Аніонування води.</i></p> <p><i>Тема 8.4. Хімічне знесолення води.</i></p> <p>ЛЕКЦІЯ 20. Катіонування води. Катіоніти та їх властивості. Процес Na-катіонування води. Процес H-катіонування. Аніонування води. Аніоніти та їх властивості. Процес аніонування. Сутність хімічного знесолення води. Фільтр змішаної дії, будова та принцип його роботи. Триступенева схема глибокого знесолення води. Література: основна [1], с.290-315; [2], с. 63-84; [5], с. 160-190;</p>

	<p>додаткова [1], с. 254-264. СРС. Сумісне Н-Na-катионування. Основна [2], с. 78-82;</p>
<p>РОЗДІЛ 9. Видалення з води розчинених у ній корозійноактивних газів.</p>	
12.	<p><i>Тема 9.1.</i> Загальні положення дегазації води. <i>Тема 9.2.</i> Термічна деаерація води. <i>Тема 9.3.</i> Декарбонізація води. <i>Тема 9.4.</i> Хімічна дегазація води. ЛЕКЦІЯ 21. Методи видалення розчинених у воді газів. Методи видалення розчинених у воді газів. Закон Генрі. Термічна деаерація води. Будова та робота термічного деаератора. Фізико-хімічні основи декарбонізації води. Будова та принцип дії декарбонізатора. Хімічне зв'язування газів. Література: основна [1], с.192-211; [2], с. 115-127; [5], с. 279-301; додаткова [1], с. 125-143. СРС. Фактори, які впливають на підвищенні ефекту термічної деаерації. Основна [1], с.202- 206.</p>
<p>РОЗДІЛ 10. Обробка високомініералізованих вод.</p>	
13.	<p><i>Тема 10.1.</i> Дистиляція води. <i>Тема 10.2.</i> Електродіаліз та гіперфільтрація води (зворотний осмос). ЛЕКЦІЯ 22. Обробка високомініералізованих вод. Обробка води методом дистиляції. Фізико-хімічні основи дистиляції. Будова та принцип дії випарювача. Фізико-хімічні основи процесу електродіалізу. Будова та принцип дії апаратів. Фізико-хімічні основи гіперфільтрації (зворотного осмосу). Література: основна [1], с.327-339; [2], с. 98-135; [5], с. 245-279. СРС. Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації. Основна [2], с. 99-108;</p>
<p>РОЗДІЛ 11. Водно-хімічні режими барабанних парових котлів.</p>	
14.	<p><i>Тема 11.1.</i> Водно-хімічні режими барабанних парових котлів. ЛЕКЦІЯ 23. Водно-хімічні режими барабанних котлів середнього та високого тиску. Водний режим барабанних котлів середнього тиску. Водний режим барабанних котлів високого тиску. Література: основна [1], с.139-178; [3], с. 128-135, с. 145-186.</p>

	<p>СРС. Комплексонний водний режим. Основна [3], с. 121-130.</p> <p>ЛЕКЦІЯ 24. Водно-хімічний режим барабанних котлів надвисокого тиску.</p> <p>Нормування водного режиму. Водно-хімічний режим барабанних котлів надвисокого тиску.</p> <p>Література: основна [1], с.139-178; [3], с. 128-135.</p> <p>СРС. Водно-хімічний режим прямоточних котлів до критичних параметрів. Основна [1], с.177-179;</p> <p>Тема 11.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів (НКП).</p> <p>ЛЕКЦІЯ 25. Водно-хімічні режими котлів НКП.</p> <p>Вимоги до водного режиму. Гідрозинно-аміачний водний режим блоків НКП.</p> <p>Література: основна [1], с.139-178; [3], с. 128-135, 145-186.</p> <p>СРС. Теплотехнічні особливості котлів НКП. Основна [4], с.124-127;</p> <p>ЛЕКЦІЯ 26. Водно-хімічні режими котлів НКП.</p> <p>Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням газообразного кисню.</p> <p>Література: основна [1], с.139-178; [3], с. 128-135.</p> <p>СРС. Норми дозування кисню. Основна [3], с.130-135;</p> <p>ЛЕКЦІЯ 27. Водно-хімічні режими котлів НКП.</p> <p>Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням розчину перекису водню.</p> <p>Література: основна [1], с.139-178; [3], с. 128-135.</p> <p>СРС. Комплексонний режим блоків НКП. Основна [3], с.133-135;</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 теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Види вод у системі теплової станції. Втрати пари та конденсату на ТЕС. Основна [2], с.5-12.	1
2.	Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямоочних котлів. Основна [1], с. 90-93;	1
3.	Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки та раціонального водного режиму. Основна [1], с.5-8.	1
4.	Електричні властивості води. Основна [1], с.16-18;	1
5.	Розчинність газів у воді. Основна [2], с.115-118;	1
6.	Характеристика домішок кремнієвої кислоти. Основна [1], с. 23; [2] с. 20-21;	1
7.	Індекс стабільності води. Основна [2], с.21-23;	1
8.	Утворення легкорозчинних з'єднань. Основна [1], с.86-90;	1
9.	Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямоочних котлів. Основна [1], с. 90-93;	1
10.	Шляхи зниження крапельного виносу. Основна [1], с.115-119;	1
11.	Променева діаграма. Основна [1], с.119-127;	1
12.	Шляхи зниження вологості за рахунок природної сепарації. Основна [1], с.115-119;	1
13.	Воднева корозія. Основна [1], с.34-36.	1
14.	Деполаризація і поляризація. Основна [1], с.37-41.	1
15.	Міжкристалітна корозія. Основна [1], с.56-58.	1

16.	Магnezіальне знекремніювання. Основна [2], с.43-45.	1
17.	Сумісне Н-Na-катіонування. Основна [2], с. 78-82;	1
18.	Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації. Основна [2], с. 99-108;	1
19.	Водно-хімічний режим прямиоточних котлів до критичних параметрів. Основна [1], с.177-179;	1
20.	Теплотехнічні особливості котлів НКП. Основна [4], с.124-127;	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	1
2	Визначення загальної лужності води	1
3	Визначення окислювальності води	1
4	Визначення вмісту хлоридів у воді	1
5	Видалення колоїдних домішок з води методом коагуляції	1
6	Вапнування води	2
7	Пом'якшення води методом Na-катіонування	3
Всього годин		10

6.3 Підготовка до контрольної роботи та заліку

№ з/п	Назва заходу	Кількість годин на СРС
1	Підготовка до контрольної роботи (I та II частини)	10,0
2	Підготовка до заліку	8,0
Всього годин		18,0

7. Політика освітнього компонента

- Денна форма навчання передбачає обов'язкове відвідування аудиторних занять усіх видів.

- На заняттях студенти мають проявляти активність в діалозі з ініціативи 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. Критерії нарахування балів.

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. 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 зарахування 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 МКР 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 до залікової 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
МКР незараховано	Не допущено
Лабораторні роботи не захищені	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни

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

1. Значення водопідготовки та водного режиму теплових електричних станцій для забезпечення їх надійної та економічної експлуатації.
2. Схема обігу води у системі промислових ТЕС і ТЕЦ. Роль води на ТЕС і ТЕЦ.
3. Види вод у системі теплової станції.
4. Основні джерела втрат води і пари у пароводяному циклі станції.
5. Джерела та шляхи забруднення води на ТЕС.
6. Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки і раціонального водного режиму на ТЕС.
7. Будова води та її властивості.
8. Дисоціація та гідроліз солей.
9. Вимірювання концентрацій розчинів.
10. Розчинність твердих домішок у воді.
11. Класифікація природних вод.
12. Характеристика домішок природних вод.
13. Показники якості природної води.
14. Склад, структура та фізичні властивості відкладень.
15. Утворення лужноземельних накипів.
16. Утворення феро- та алюмосилікатних накипів.
17. Утворення залізо окисних і залізофосфатних накипів.
18. Утворення мідних накипів.
19. Утворення відкладень легкорозчинних з'єднань.
20. Утворення відкладень на внутрішніх поверхнях прямоточних котлів докритичних параметрів.
21. Утворення відкладень на внутрішніх поверхнях прямоточних котлів надкритичного тиску.
22. Запобігання накипів, що складаються із з'єднань кальцію та магнію.
23. Запобігання виникнення безкальцієвих силікатних, залізних та мідних накипів.
24. Основні шляхи переходу домішок у пару.
25. Забруднення пари крапельним виносом і фактори, що впливають на крапельний винос. Шляхи зниження крапельного виносу.
26. Вибірчий винос. Коефіцієнт розподілу та його залежність від факторів. Променева діаграма.
27. Природна сепарація та фактори, що впливають на неї.
28. Способи та конструктивні рішення механічної сепарації.
29. Продувка парових котлів.

- 30.Промивка пари в парових котлах.
- 31.Ступінчасте випаровування.
- 32.Види та форми проявлення корозії.
- 33.Вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на швидкість корозії.
- 34.Хімічна корозія.Окисна плівка та її роль у процесі корозії.
- 35.Механізм електрохімічної корозії. Деполяризація і поляризація.

Корозія парових котлів.

- 36.Підшламова корозія парових котлів.
- 37.Корозія парових котлів під дією окислювачів (киснева, нітритна та нітратна)
- 38.Межкристалітна корозія парових котлів.
- 39.Фізико-хімічні основи коагуляції.
- 40.Вапнування води.
- 41.Видалення грубодисперсних часток і коагульованих колоїдних домішок з води за допомогою освітлювачів.
- 42.Будова та принцип дії освітлювача.
- 43.Сутність іонного обміну для обробки води на ТЕС.
- 44.Коротка характеристика та властивості іонообмінних матеріалів.
- 45.Катіоніти та їх властивості.
- 46.Процес Na-катіонування.
- 47.Процес H-катіонування.
- 48.Аніоніти та їх властивості.
- 49.Процес аніонування.
- 50.Сутність хімічного знесолення води. Фільтр змішаної дії, принцип його дії.
- 51.Триступенева схема глибокого знесолення води.
- 52.Фізико-хімічні основи термічної деаерації. Принцип дії термічного деаератора.
- 53.Фізико-хімічні основи декарбонізації. Будова і робота декарбонізатора.
- 54.Хімічне зв'язування кисню та вуглекислоти, що розчинені у воді.
- 55.Фізико-хімічні основи дистиляції.Будова та принцип дії випрювача.
- 56.Фізико-хімічні основи процесу електродіаліза.Будова та принцип дії електродіалізатора.
- 57.Фізико-хімічні основи гіперфільтрації (зворотний осмос). Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації.
- 58.Нормування водного режиму барабанних котлів.
- 59.Водний режим барабанних котлів середнього тиску.
- 60.Водний режим барабанних котлів високого тиску.
- 61.Водний режим барабанних котлів надвисокого тиску.
- 62.Теплотехнічні особливості котлів надкритичних параметрів та вимоги до водного режиму.

63.Гідразинно-аміачний водний режим блоків надкритичних параметрів.

64.Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням газоподібного кисню.

65.Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням розчину перекису водню.

66.Комплексонний водний режим блоків надкритичних параметрів.

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 _____)