



Технологія теплоносіїв

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 Енергетичне машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний</i>
Об'єм дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин), 36 години лекцій, 9 годин практичні заняття, 75 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Коньшин Валерій Іванович, vikonshin@meta.ua</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., доцент, Коньшин Валерій Іванович, vikonshin@meta.ua</i>
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua , https://www.sikorsky-distance.org/ , https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни *сучасні методи, процеси та обладнання підготовки та технології теплоносіїв для енергетичних установок.*

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

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК 7. 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 задачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.

ФК 13. Розуміння принципів технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та здатність запропонувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі 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 11 Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

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

Дисципліна базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін: Фізика, Хімія, Технічна термодинаміка, Тепломасообмін, Парові та водогрійні котли.

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: переддипломна практика, дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

ЧАСТИНА 1. ВОДНИЙ ТЕПЛОНОСІЙ

РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій та атомній станції.

Тема 1.1. Значення підготовки води та водних режимів. Роль води на ТЕС та АЕС.

Тема 1.2. Вплив домішок на процеси в енергообладнанні.

РОЗДІЛ 2. Методи одержання чистої пари.

Тема 2.1. Застосування ступінчатого випаровування для підвищення якості пари, що виробляється барабаними паровими котлами

РОЗДІЛ 3. Сучасні методи обробки високомінералізованих вод

Тема 3.1. Дистиляція води.

Тема 3.2. Електродіаліз води.

Тема 3.3. Гіперфільтрація води (зворотний осмос).

РОЗДІЛ 4. Водно-хімічні режими парових котлів

Тема 4.1. Водно-хімічні режими барабаних котлів.

Тема 11.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів.

РОЗДІЛ 5. Водно-хімічні режими АЕС

Тема 5.1. Водно-хімічні режими АЕС з реакторами ВВЕР.

Тема 5.2. Водно-хімічні режими АЕС з реакторами на швидких нейтронах.

ЧАСТИНА 2. ТЕХНОЛОГІЯ НЕВОДНИХ ТЕПЛОНОСІВ ДЛЯ ЯДЕРНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

РОЗДІЛ 6. Рідкометалевий теплоносій (РМТ).

Тема 6.1. Загальні положення.

Тема 6.2. Характеристика РМТ.

Тема 6.3. Безпека експлуатації реакторів з РМТ.

РОЗДІЛ 7. Органічні теплоносії (ОТ).

Тема 7.1. Загальні положення.

Тема 7.2. Застосування ОТ в ядерній енергетиці. Властивості ОТ.

Тема 7.3. Фаулінг.

Тема 7.4. Якість органічного теплоносія.

РОЗДІЛ 8. Газові теплоносії (ГТ)

Тема 8.1. Загальні положення.

Тема 8.2. Технологія гелієвого теплоносія.

Тема 8.3. Технологія дисоціюючого теплоносія.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Кишневський В.П. Гібридні технології кондиціонування води в енергетиці: підручник / В.П. Кишневський. – 2-ге вид., виправ. і доп. – Одеса : Екологія, 2021. – 380 с.

2. Кишневський В.А. Сучасні методи обробки води в енергетиці - Одеса: "ОГПУ", 1999 - 196 с.

3. Кишневський В.А. Технологія підготовки води в енергетиці: Підручник. – О.: Фенікс, 2008. – 400 с.

Додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література.

1. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водопідготовка. – М.: Энергия, 1973., с. 416.

2. Седов В.М., Нечаев А.Ф. и др. Химическая технология теплоносителей ядерных энергетических установок.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
3. Стерман Л.С., Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 340 с.
4. Громогласов А.А. Водоподготовка. Процессы и аппараты–М.: Энергоатом-издат, 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. 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.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено лекційні та практичні заняття

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
ЧАСТИНА 1. ВОДНИЙ ТЕПЛОНОСІЙ	
РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій та атомній станції.	
1.	<p>Тема 1.1. Значення підготовки води та водних режимів. Роль води на ТЕС та АЕС.</p> <p>Лекція 1. Значення водопідготовки та водного режиму на теплових та атомних електричних станціях для забезпечення їх надійної та економічної експлуатації. Роль води на тепловій та атомній електричних станціях.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [1], с. 1-5, с. 6-10.</p> <p>СРС Види вод у системі теплової та атомної станції. Втрати пари та конденсату на ТЕС та АЕС.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [1], с.5-12.</p>
2.	<p style="text-align: center;">Тема 1.2. Вплив домішок на процеси в енергоустановці.</p> <p>Лекція 2. Забруднення води на ТЕС та АЕС домішками та наслідки їх наявності у воді. Джерела та шляхи забруднення води на ТЕС та АЕС. Основні джерела втрат пари та води у пароводяному циклі.</p> <p><i>Література:</i> додаткова[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><i>Література:</i> додаткова [1], с.5-8.</p>
РОЗДІЛ 2. Методи одержання чистої пари.	
3.	<p>Тема 2.1. Застосування ступінчатого випаровування для підвищення якості пари, що виробляється барабанними паровими котлами</p> <p>Лекція 3. Ступінчате випаровування.</p> <p><i>Література:</i> основна [1], с.139-145; [3], с. 91-96; додаткова [1], с. 96-99.</p> <p>СРС. Організація триступеневого випаровування.</p> <p><i>Література:</i> Додаткова [1],с.164-172.</p>
РОЗДІЛ 3.Сучасні методи обробки високомінералізованих вод	
4.	<p style="text-align: center;">Тема 3.1. Дистиляція води.</p> <p>Лекція 4. Обробка води методом дистиляції. Фізико-хімічні основи дистиляції. Будова та принцип дії випарювача.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [1], с.327-339; [2], с. 98-135; [1], с. 245-279.</p> <p>СРС. Методика осушування пари в жалюзійних сепараторах.</p> <p><i>Література:</i> основна [1], с. 245-279.</p>
5.	<p style="text-align: center;">Тема 3.2. Електродіаліз води.</p> <p style="text-align: center;">Тема 3.3. Гіперфільтрація води (зворотний осмос).</p>

	<p>Лекція 5. Фізико-хімічні основи процесу електродіалізу. Будова та принцип дії апаратів електродіалізу. Фізико-хімічні основи гіперфільтрації (зворотного осмосу). <i>Література:</i> додаткова [1], с.327-339; [2], с. 98-135; [5], с. 245-279.</p> <p>СРС. Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації. <i>Література:</i> додаткова [2], с. 99-108</p>
РОЗДІЛ 4. Водно-хімічні режими парових котлів.	
6.	<p style="text-align: center;">Тема 4.1. Водно-хімічні режими барабанних котлів.</p> <p>Лекція 6. Нормування водного режиму барабанних котлів. Водно-хімічні режими барабанних котлів середнього та високого тиску. <i>Література:</i> додаткова[1], с.139-178; [3], с. 128-135, с. 145-186.</p> <p>СРС. Комплексонний водний режим. <i>Література:</i> додаткова [3], с. 121-130.</p>
7.	<p>Лекція 7. Водно-хімічний режим барабанних котлів надвисокого тиску. Нормування водного режиму барабанних котлів надвисокого тиску. <i>Література:</i> додаткова [1], с.139-178; [3], с. 128-135.</p> <p>СРС. Водно-хімічний режим прямоточних котлів докритичних параметрів. <i>Література:</i> додаткова [1], с.177-179;</p>
8.	<p style="text-align: center;">Тема 4.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів.</p> <p>Лекція 8. Теплотехнічні особливості котлів НКП. Вимоги до водного режиму. Гідразинно-аміачний водний режим блоків НКП. Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням газоподібного кисню. <i>Література:</i> додаткова [1], с.139-178; [3], с. 128-135, 145-186.</p>
9.	<p>Лекція 9. Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням розчину перекису водню. Комплексонний водний режим блоків НКП. <i>Література:</i> додаткова [1], с.139-178; [3], с. 128-135, 145-186.</p> <p>СРС. Норми дозування кисню. <i>Література:</i> додаткова [3], с.130-135;</p>
РОЗДІЛ 5. Водно-хімічні режими АЕС	
10.	<p style="text-align: center;">Тема 5.1. Водно-хімічні режими АЕС з реакторами ВВЕР.</p> <p>Лекція 10. Водно-хімічні режими першого контуру АЕС з реактором ВВЕР. Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реактором ВВЕР. <i>Література:</i> додаткова [5] с. 216-220; [5] с. 311-319.</p> <p>СРС. Недоліки аміачно-гідразинного водно-хімічного режиму. <i>Література:</i> додаткова [5], с. 136-150.</p>
11.	<p style="text-align: center;">Тема 5.2. . Водно-хімічні режими АЕС з реакторами на швидких нейтронах.</p> <p>Лекція 11. Водно-хімічні режими АЕС з реакторами на швидких нейтронах. <i>Література:</i> додаткова [5] с. 216-220; [6] с. 311-319.</p> <p>СРС. Комплексонний водний режим третього контуру. <i>Література:</i> додаткова [5], с. 136-150.</p>
ЧАСТИНА 2. ТЕХНОЛОГІЯ НЕВОДНИХ ТЕПЛОНОСІВ ДЛЯ ЯДЕРНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	
РОЗДІЛ 6. Рідкометалевий теплоносій (РМТ).	
12.	<p style="text-align: center;">Тема 6.1. Загальні положення.Тема 6.2. Характеристика РМТ.</p> <p>Лекція 12. Характеристика й особливості РМТ. Застосування РМТ на АЕС. Фізико-хімічні властивості РМТ. Корозійні властивості РМТ. <i>Література:</i> додаткова [2] с. 145-156.</p> <p>СРС. Домішки та їх розчинність в РМТ, додаткова [2], с. 159-168.</p>
13.	<p style="text-align: center;">Тема 6.3. Безпека експлуатації реакторів з РМТ.</p> <p>Лекція 13. Джерела радіонуклідів в РМТ. Особливості їх поведінки в контурах з РМТ. Методи очистки натрієвого теплоносія. <i>Література:</i> додаткова [2] с. 160-183.</p> <p>СРС. Забезпечення безпеки експлуатації реакторів з РМТ, <i>Література:</i> додаткова [2], с. 174-180.</p>
РОЗДІЛ 7. Органічні теплоносії (ОТ).	
14.	<p style="text-align: center;">Тема 7.1. Загальні положення. Тема 7.2. Властивості ОТ.</p>

	<p>Лекція 14. Обґрунтування доцільності застосування ОТ в контурах ядерних енергетичних установок (ЯЕУ). Фізико-хімічні властивості ОТ. Термічний та радіаційний розклад ОТ. Корозія конструкційних матеріалів в ОТ.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2] с. 183-192.</p> <p>СРС. Поведінка продуктів корозії в ОТ,</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2], с. 191-194.</p>
15.	<p align="center">Тема 7.3. Фаулінг. Тема 7.4. Якість органічного теплоносія.</p> <p>Лекція 15. Проблеми органічного теплоносія та його якість. Сутність фаулінгу. Фактори, які впливають на протікання фаулінгу. Нормування якості та методи очистки ОТ.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2] с. 194-204.</p> <p>СРС. Радіаційна обстановка на ЯЕУ з ОТ,</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2], с. 197-201.</p>
РОЗДІЛ 8. Газові теплоносії (ГТ)	
16.	<p align="center">Тема 8.1. Загальні положення. Тема 8.2. Технологія гелієвого теплоносія.</p> <p>Лекція 16. Відомості про використання газового теплоносія в ЯЕУ. Загальна характеристика газових теплоносіїв. Вплив гелієвого теплоносія на матеріали контурів. Домішки в гелієвому теплоносії. Радіоактивність в ЯЕУ з гелієвим теплоносієм.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2] с. 205-228.</p> <p>СРС. Очистка гелієвого теплоносія.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2] с. 206-209.</p>
17.	<p align="center">Тема 8.3. Технологія дисоціюючого теплоносія.</p> <p>Лекція 17. Застосування чотириокису азоту в ЯЕУ. Властивості чотириокису азоту, як теплоносія. Корозія конструкційних матеріалів в чотириокису азоту. Домішки в дисоціюючому теплоносії.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2] с. 228-240.</p> <p>СРС. Очистка дисоціюючого теплоносія.</p> <p><i>Література:</i> додаткова [2], с. 229-236.</p>
18.	Залік

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
РОЗДІЛ 4. Водно-хімічні режими парових котлів.	
1.	<p>Тема 4.1. Водно-хімічні режими барабаних котлів.</p> <p>Вимоги до схем водопідготовки в залежності від типу і конструкції котлів та якості вихідної води. Розрахунок прояснювачів для коагуляції та вапнування води.</p> <p><i>Література:</i> Конспект лекцій</p> <p>СРС: Розрахунок прояснювального фільтра.</p>
2.	<p>Тема 4.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів.</p> <p>Розрахунок Na-катіонітових фільтрів. Розрахунок H-катіонітових фільтрів</p> <p><i>Література:</i> Конспект лекцій</p> <p>СРС: Розрахунок Na-катіонітових фільтрів. Розрахунок H-катіонітових фільтрів</p>
РОЗДІЛ 5. Водно-хімічні режими АЕС.	
3.	<p>Тема 5.1. Водно-хімічні режими АЕС з реакторами ВВЕР.</p> <p>Розрахунок високоосновних аніонітових фільтрів</p> <p><i>Література:</i> Конспект лекцій</p> <p>СРС: Розрахунок високоосновних аніонітових фільтрів</p>
4.	Модульна контрольна робота
5.	Підготовка до заліку. Оголошення рейтингу.

6. Самостійна робота студента

Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено виконання певних теоретичних (видається після лекцій) і практичних (видається після практичного заняття) завдань СРС

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
-------	---

1.	Види вод у системі теплової та атомної станцій. Втрати пари та конденсату на ТЕС та АЕС. <i>Література: додаткова [1], с.5-12.</i>
2.	Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки та раціонального водного режиму. <i>Література: додаткова [1], с.5-8.</i>
3.	Організація триступеневого випаровування. <i>Література: додаткова [1],с.164-172.</i>
4.	Методика осушування пари в жалюзійних сепараторах. <i>Література: основна [1], с. 245-279.</i>
5.	Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації. <i>Література: додаткова [2], с. 99-108</i>
6.	Комплексонний водний режим. <i>Література: додаткова [3], с. 121-130.</i>
7.	Водно-хімічний режим прямоточних котлів докритичних параметрів. <i>Література: додаткова [1], с.177-179;</i>
8.	Норми дозування кисню. <i>Література: додаткова [3], с.130-135;</i>
9.	Недоліки аміачно-гідразинного водно-хімічного режиму, <i>Література: додаткова: [5], с. 136-150.</i>
10.	Комплексонний водний режим третього контуру. <i>Література: додаткова: [5], с. 136-150.</i>
11.	Домішки та їх розчинність в РМТ. <i>Література: додаткова: [2], с. 159-168.</i>
12.	Забезпечення безпеки експлуатації реакторів з РМТ. <i>Література: додаткова: [2], с. 174-180.</i>
13.	Поведінка продуктів корозії в ОТ. <i>Література: додаткова: [2], с. 191-194.</i>
14.	Радіаційна обстановка на ЯЕУ з ОТ. <i>Література: додаткова: [2], с. 197-201.</i>
15.	Очистка гелієвого теплоносія. <i>Література: додаткова: [2], с. 206-209.</i>
16.	Очистка дисоціюючого теплоносія. <i>Література: додаткова: [2], с. 229-236.</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- готовність відповідей при опитуванні;
- активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення мобільних телефонів; відповідно до завдання викладача використання засобів зв'язку для пошуку інформації в Інтернеті;
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несвоєчасному виконанню завдань;
- політика дедлайнів та перескладань полягає у виконанні поточних модульних робіт, завдань практичних занять і СРС до початку сесії;
- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим у «КПІ ім. Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>);
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетентностей щодо створення та модернізації сучасних енергетичних систем, унікального обладнання в енергетичній галузі, а також в напрямку розширення сфер застосування отриманих знань, умінь і досвіду;
- за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

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

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР;
- відповідь на заліку.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання практичних розрахунків (5 завдань);
- виконання тем, що виносяться на самостійну роботу студентів за лекційним курсом;
- відповідь на заліку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Самостійна робота

Лекційні заняття

Виконання СРС. Ваговий бал — 2. Максимальна кількість балів студента за шістнадцять завдань (завдання СРС видаються після лекції, строк задачі завдання – не пізніше ніж через тиждень): $r_{1л}=2$ бали $\times 16 =$ **32 бали**. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

2 бали — в повному об'ємі і вчасно надане завдання; за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції – **(-1) бал**.

Опитування. Чотири відповіді в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 студенти; при середній чисельності групи 10 осіб, сімнадцять лекцій і три практичних заняття: $2 \cdot 20/10 = 4$ відповіді).

Ваговий бал — 1. Максимальна кількість балів студента: $r_{1оп}=2,5$ бали $\times 4 =$ **10 балів**.

Критерії оцінювання:

2,5 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **2 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **1,5 бали** — неповна відповідь; **1 бал** — наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді; **0,5 балів** — суттєві помилки у відповіді; **0 бали** — відповідь не надана.

Практичні заняття

Ваговий бал — 6. Максимальна кількість балів студента за чотири заняття (завдання видаються після практичного заняття, строк задачі завдання – не пізніше ніж через тиждень): $r_{1пр}=6$ балів $\times 3 =$ **18 балів**.

Критерії оцінювання:

5 балів — за умови вірного розв'язання задачі, своєчасної здачі роботи; за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції – **(-1) бал**.

Штрафні бали:

- у разі не своєчасної здачі завдання без поважних причин — **(-1) бал** (за кожний тиждень).

2. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться одна МКР. Ваговий бал — $r_{1МКР} =$ **40 балів**.

Критерії оцінювання:

40...39 балів — повна вірна відповідь на завдання; **38...35 балів** — відповідь має несуттєві помилки; **34...29 бали** — неповна відповідь; **27...21 балів** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **20...0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

3. Залікова контрольна робота

Залік проводиться у письмово-усній формі.

Залікова робота складається з чотирьох теоретичних питань (по 10 балів) Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу становить **40 балів**.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) — **10 балів**;
- достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) — **8...9 балів**;

- неповна відповідь, з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – **4...7 балів**;
- незадовільна відповідь, або її відсутність (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше **3 балів**.

Штрафні бали:

додаткове питання з тем лекційного курсу та практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на **3 бали**.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_C = r_1 = r_{1л} + r_{1оп} + r_{1пр} + r_{1мкр} = 32+10+18+40 = 100 \text{ балів.}$$

де r_i — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_C = 100$ балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є відпрацювання і захист всіх лабораторних занять, виконання МКР з оцінкою не нижче «задовільно» і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 60 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче). **Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.**

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова R_3 шкали дорівнює: **$R_3 = 40$ балів.**

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (не враховуються бали за виконання завдань МКР) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_C + R_3 = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

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

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

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Дистанційне навчання:

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

2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

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

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

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

Додаток 1

Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи

1. Значення водопідготовки та водного режиму теплових електричних станцій для забезпечення їх надійної та економічної експлуатації.
2. Ступінчасте випаровування.
3. Фізико-хімічні основи дистиляції. Будова та принцип дії випарювача.
4. Фізико-хімічні основи процесу електродіаліза. Будова та принцип дії електродіалізатора.
5. Фізико-хімічні основи гіперфільтрації (зворотний осмос). Будова та принцип дії апаратів гіперфільтрації.
6. Нормування водного режиму барабанних котлів.
7. Водний режим барабанних котлів середнього тиску.
8. Водний режим барабанних котлів високого тиску.
9. Водний режим барабанних котлів надвисокого тиску.
10. Теплотехнічні особливості котлів надкритичних параметрів та вимоги до водного режиму.
11. Гідразинно-аміачний водний режим блоків надкритичних параметрів.
12. Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням газоподібного кисню.
13. Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням розчину перекису водню.
14. Комплексонний водний режим блоків надкритичних параметрів.

Додаток 2

Список теоретичних питань до залікової роботи

1. Водно-хімічний режим першого контуру АЕС з реакторами ВВЕР.
2. Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реакторами ВВЕР.
3. Водно-хімічний режим другого контуру АЕС з реакторами на швидких нейтронах.
4. Застосування рідкометалевих теплоносіїв (РМТ) на АЕС.
5. Фізико-хімічні властивості РМТ.
6. Корозійні властивості РМТ.
7. Джерела радіонуклідів в контурах з РМТ. Особливості їх поведінки в контурах з РМТ.
8. Методи очистки натрієвого теплоносія.
9. Забезпечення безпеки експлуатації реакторів з РМТ.
10. Обґрунтування доцільності застосування органічних теплоносіїв (ОТ) в контурах ядерних енергетичних установок.
11. Фізико-хімічні властивості ОТ , які застосовуються в ядерних енергетичних установках.
12. Термічне та радіаційне розкладання ОТ.
13. Корозія конструкційних матеріалів в ОТ та поведінка продуктів корозії в контурі.
14. Фаулінг. Фактори, що впливають на протікання фаулінгу.
15. Методи очистки органічного теплоносія.

16. Відомості про застосування газових тепло носіїв (ГТ).
17. Загальна характеристика газових теплоносіїв.
18. Вплив гелієвого теплоносія (гелГТ) на конструкційні матеріали контуру.
19. Домішки гелієвого теплоносія.
20. Радіоактивність ЯЕУ з гелГТ.
21. Методи очистки гелієвого теплоносія.
22. Застосування чотириокису азоту в ЯЕУ.
23. Властивості чотириокису азоту, як теплоносія.
24. Корозія конструкційних матеріалів в чотириокису азоту.
25. Домішки в дисоціюючому теплоносії.
26. Очистка дисоціюючого теплоносія.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

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

Погоджено: Методичною комісією ТЕФ (протокол № 9 від 30. 06. 2022 р.)