



Водопідготовка котельних установок

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, осінній</i>
Об'єм дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин), 36 години лекцій, 18 годин лабораторних робіт, 66 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: к.т.н., доцент, Коньшин Валерій Іванович, vikonshin@meta.ua , т. 0952810090 Лабораторні роботи: к.т.н., доцент Коньшин Валерій Іванович,
Розміщення курсу	Платформа Сікорський Moodle. https://www.sikorsky-distance.org/

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни *методи, процеси та обладнання підготовки води та водно-хімічні режими енергетичних установок.*

Забезпечення економічної та безаварійної експлуатації теплоенергетичних установок багато в чому залежить від якості робочого тіла та реалізації раціонального водно-хімічного режиму. Підготовка якісного робочого тіла є однією із запорук ефективної та безаварійної експлуатації паротурбінних установок ТЕС. Правильне розуміння впливу якості робочого тіла та водно-хімічного режиму 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.

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

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 здачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.

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

Згідно з вимогами освітньо-професійної 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 9. Застосувати нормативні документи і правила техніки безпеки для спеціальності 142 Енергетичне машинобудування відповідних спеціалізацій.

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, Теорія теплообміну, Парові та водогрійні котли.

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

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій станції.

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

Тема 1.2. Вплив домішок на процеси в енергообладнанні.

РОЗДІЛ 2. Водні розчини та їх властивості.

Тема 2.1. Будова води та її властивості.

Тема 2.2. Властивості водних розчинів

РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природної води.

Тема 3.1. Природні води та їх домішки.

Тема 3.2. Показники якості природної води.

РОЗДІЛ 4. Утворення відкладень та накипів у парових котлах та їх запобігання.

Тема 4.1. Утворення відкладень.

Тема 4.2. Запобігання відкладень накипів.

РОЗДІЛ 5. Корозія металу паросилового устаткування та методи боротьби з нею.

Тема 5.1. Механізм корозії технічного металу.

Тема 5.2. Корозія металу паросилового устаткування.

РОЗДІЛ 6. Методи попередньої обробки води на ТЕС.

Тема 6.1. Попередня обробка води

РОЗДІЛ 7. Обробка води на ТЕС методом іонного обміну.

Тема 7.1. Загальні положення іонного обміну.

Тема 7.2. Катіонування води.

Тема 7.3. Аніонування води.

Тема 7.4. Хімічне знесолення води.

РОЗДІЛ 8. Видалення з води розчинених в ній корозійних газів.

Тема 8.1. Загальні положення дегазації води.

Тема 8.2. Термічна деаерація

Тема 8.3. Декарбонізація води.

Тема 8.4. Хімічна дегазація води.

РОЗДІЛ 9. Водно-хімічні режими парових котлів.

Тема 9.1. Водно-хімічні режими барабанних котлів.

Тема 9.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. 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.П. Сучасні методи обробки води в енергетиці - Одеса: "ОГПУ", 1999 - 196 с.
3. Ромась М.І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики. Монографія/ М.І.Ромась – К.: ВПЦ Київський університет. 2002. – 532 с.
4. Водопідготовка в енергетиці. Лабораторний практикум” : Навчальний посібник з дисциплін “ Водопідготовка котельних установок” та “ Технологія теплоносіїв” для студентів спеціальностей: 142 “Енергетичне машинобудування”, 143 “ Атомна енергетика”. / Укладач В.І. Коньшин; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,92 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 59 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62664>

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

1. Кардасевич, О. О. Водні режими теплових та атомних електростанцій : навч. посібник / О. О. Кардасевич. - Одеса : ОНПУ, 2003. - 147 с.

4.3. Інформаційні ресурси

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

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні дисципліни використовуються репродуктивний метод навчання. Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено лекційні заняття, лабораторні роботи.

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
РОЗДІЛ 1. Роль води на тепловій електростанції.	
1.	Тема 1.1. 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 експлуатації. Роль води на тепловій електричній станції. Обіг води у системі промислових КЕС та ТЕЦ. Види вод на КЕС та ТЕЦ. Тема 1.2. Вплив домішок на процеси в енергоустановці. Лекція 2. Забруднення води на ТЕС домішками та наслідки їх наявності у воді. Джерела та шляхи забруднення води на ТЕС. Основні джерела втрат пари та води у пароводяному циклі. СРС. Види вод у системі теплової станції. Втрати пари та конденсату на ТЕС. Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки та раціонального водного режиму.
РОЗДІЛ 2. Водні розчини та їх властивості.	
2.	Тема 2.1. Властивості водних розчинів. Лекція 3. Розчинність різних домішок у воді. Дисоціація та гідроліз солей. Розчинення твердих речовин у воді. Засоби вираження концентрацій розчинів. СРС. Розчинність газів у воді.
РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природної води.	

3.	Тема 3.1. Природні води та їх домішки. Лекція 4. Природні води. Характеристика домішок природних вод. СРС. Характеристика домішок сполук кремнієвої кислоти.
4.	Тема 3.2. Показники якості природної води. Лекція 5. Показники якості природної води: Вміст взважених часток. Сухий залишок. Окислюваність води. Загальна жорсткість води та її складові. Загальна лужність води та її складові. Показник концентрації катіонів водню. СРС. Індекс стабільності води.
РОЗДІЛ 4. Утворення відкладень в парових котлах і теплообмінниках та їх запобігання.	
5.	Тема 4.1. Утворення відкладень. Тема 4.2. Запобігання відкладень накипів. Лекція 6. Утворення відкладень та накипу. Склад, структура та фізичні властивості відкладень. Утворення лужно-земельних накипів. Утворення ферро- та алюмосилікатних накипів. Утворення залізоокисних та залізофосфатних накипів. Утворення мідних накипів. Запобігання відкладень та накипів. СРС. Утворення відкладень легкорозчинних сполук. Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямооточних котлів. Модульна контрольна робота (частина 1)
РОЗДІЛ 5. Корозія металу паросилового устаткування та методи боротьби з нею.	
5.	Тема 5.1. Механізми корозії технічного металу. Лекція 7. Хімічна корозія. Види та форми прояву корозії. Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на швидкість корозії. Лекція 8. Хімічна корозія. Електрохімічна корозія. СРС. Воднева корозія. Деполяризація і поляризація. Тема 5.2. Корозія металу паросилового устаткування. Лекція 9. Корозія металу паросилового устаткування. Корозія конденсатно-живильного тракту ТЕС. Корозія парових котлів: підшламова корозія; корозія під дією окислювачів (киснева, нітритна, нітратна). СРС. Міжкристалітна корозія.
РОЗДІЛ 6. Методи попередньої обробки води на ТЕС.	
6.	Тема 6.1. Попередня обробка води. Лекція 10. Методи попередньої обробки води. Основні положення. Методи попередньої обробки води на ТЕС. Фізико-хімічні основи коагуляції води. Лекція 11. Видалення грубодисперсних часток і коагуляція води в прояснювачі. Будова та робота прояснювача. Вапнування води, цілі і задачі. СРС. Магnezіальне знекремніювання води.
РОЗДІЛ 7. Обробка води на ТЕС методом іонного обміну.	
7.	Тема 7.1. Загальні положення іонного обміну. Лекція 12. Сутність іонного обміну та іоннообмінні матеріали. Сутність іонного обміну для обробки води на ТЕС. Класифікація і характеристики іоннообмінних матеріалів. Тема 7.2. Катіонування води. Катіонування води. Катіоніти та їх властивості. Процес Na-катіонування води. Процес H-катіонування. Тема 7.3. Аніонування води. Лекція 13. Аніонування води. Аніоніти та їх властивості. Процес аніонування. Тема 7.4. Хімічне знесолення води. Сутність хімічного знесолення води. Фільтр змішаної дії, будова та принцип його роботи. Триступенева схема глибокого знесолення води. СРС. Сумісне H-Na-катіонування.
РОЗДІЛ 8. Видалення з води розчинених у ній корозійноактивних газів.	
9.	Тема 8.1. Загальні положення дегазації води. Тема 8.2. Термічна деаерація води. Тема 8.3. Декарбонізація води. Тема 8.4. Хімічна дегазація води. Лекція 14. 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. СРС. Фактори, які впливають на підвищення ефекту термічної деаерації.
РОЗДІЛ 9. Водно-хімічні режими парових котлів.	
10.	Тема 9.1. Водно-хімічні режими барабанних котлів. Лекція 15. Нормування водного режиму барабанних котлів. Водно-хімічні режими барабанних котлів середнього та високого тиску. СРС. Комплексонний водний режим. Лекція 16. Водно-хімічний режим барабанних котлів надвисокого тиску. Нормування водного режиму барабанних котлів надвисокого тиску. СРС. Водно-хімічний режим прямоточних котлів докритичних параметрів.
11.	Тема 9.2. Водно-хімічні режими котлів надкритичних параметрів. Лекція 17. Теплотехнічні особливості котлів НКП. Вимоги до водного режиму. Гідразинно-аміачний водний режим блоків НКП. Лекція 18. Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням газоподібного кисню. Нейтральний водний режим блоків НКП з дозуванням розчину перекису водню. Комплексонний водний режим блоків НКП. СРС. Норми дозування кисню. Модульна контрольна робота (частина 2)

5.2. Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
РОЗДІЛ 3. Природні води. Домішки природних вод. Показники якості природної води.	
1.	<i>Вступне заняття. Ознайомлення з лабораторією і методиками проведення лабораторних робіт</i>
2.	Тема 3.2. Показники якості природної води. <i>Визначення загальної жорсткості води.</i>
3.	<i>Визначення загальної лужності води.</i>
4.	<i>Визначення окислюваності води</i>
5.	<i>Визначення вмісту хлоридів у воді</i>
РОЗДІЛ 6. Методи попередньої обробки води на ТЕС.	
6.	Тема 6.1. Попередня обробка води. <i>Видалення колоїдних домішок з води методом коагуляції</i>
7.	<i>Вапнування води</i>
РОЗДІЛ 7. Обробка води на ТЕС методом іонного обміну.	
8.	Тема 8.2. Катіонування води. <i>Пом'якшення води методом Na-катіонування</i>
9.	<i>Захист звітів з лабораторних робіт</i>

6. Самостійна робота студента

Для опанування матеріалу дисципліни передбачено виконання певних теоретичних завдань СРС (видається після лекцій), підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до виконання лабораторних робіт, підготовка до залікової контрольної роботи.

6.1. Підготовка до аудиторних занять. Самостійне опрацювання тем і питань

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин на СРС
1.	Види вод у системі теплової станції. Втрати пари та конденсату на ТЕС.	2
2.	Основні наслідки наявності у воді домішок і задачі водопідготовки	2

	та раціонального водного режиму.	
3.	Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямоточних котлів.	2
4.	Основні наслідки наявності у воді домішок.	2
5.	Задачі водопідготовки та раціонального водного режиму.	2
6.	Електричні властивості води.	1
7.	Розчинність газів у воді.	1
8.	Характеристика домішок сполук кремнієвої кислоти.	2
9.	Індекс стабільності води.	1
10.	Утворення легкорозчинних з'єднань.	2
11.	Запобігання відкладень на внутрішніх поверхнях прямоточних котлів.	3
12.	Підготовка до модульної контрольної роботи (I частина)	2
13.	Воднева корозія.	2
14.	Деполяризація і поляризація.	2
15.	Міжкристалітна корозія.	2
16.	Магнезальне знекремніювання.	2
17.	Сумісне H-Na-катіонування.	3
18.	Фактори, які впливають на підвищення ефекту термічної деаерації.	2
19.	Підготовка до модульної контрольної роботи (II частина)	2
20.	Комплексонний водний режим.	2
21.	Водно-хімічний режим прямоточних котлів докритичних параметрів.	2
22.	Норми дозування кисню.	2
23.	Підготовка до виконання лабораторних робіт	21
24.	Підготовка до залікової контрольної роботи	6
25.	Всього	66

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»,
- 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:

- опитування;
- виконання МКР;
- допуск до виконання лабораторних робіт, виконання лабораторних робіт та захист звітів з лабораторних робіт;
- виконання залікової контрольної роботи.

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

- опитування;

- виконання модульної контрольної роботи;
- допуск, виконання та захист звіту з лабораторних робіт (7 робіт);
- виконання тем, що виносяться на самостійну роботу студентів за лекційним курсом;
- відповіді на заліковій контрольній роботі.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання ("м'яка" РСО)

1. Робота на заняттях

Лекційні заняття

Виконання СРС. Ваговий бал — 1. Максимальна кількість балів студента за двадцять завдань (завдання СРС видаються після лекції, строк задачі завдання – не пізніше ніж через тиждень): $r_{1л}=1 \text{ бал} \times 20 = \mathbf{20 \text{ балів}}$. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

1 бал — в повному об'ємі і вчасно надане завдання; **0,5 бали** — відповідь має несуттєві помилки і вчасно надане завдання; **0 балів** — невчасно надане завдання.

Опитування. П'ять відповідей в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 3 студенти; при середній чисельності групи 10 осіб, вісімнадцять лекцій: $3 \cdot 18 / 10 \approx 5$ відповідей).

Ваговий бал — 1. Максимальна кількість балів студента: $r_{1оп}=1 \text{ бал} \times 5 = \mathbf{5 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання:

1 бал — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **0,5 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **0 балів** — неповна відповідь або наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді, або наявність суттєвих помилок в неповній відповіді.

Лабораторні заняття

Ваговий бал — 5. Максимальна кількість балів студента за сім лабораторних занять: $r_{1лаб} = 5 \text{ балів} \times 7 = \mathbf{35 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання:

5 балів — за умови гарного виконання роботи, правильно оформленого протоколу, гарного і своєчасного захисту роботи; за умови невиконання показника хоча б з однієї позиції — **-1 бал**.

2. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться одна МКР яка складається з двох частин МКР(1 част.)та МКР(2 част.). Ваговий бал — **МКР(1 част.)=20 балів, МКР(2 част.)=20 балів. $r_{1мкр} = 20+20=40 \text{ балів}$.**

Критерії оцінювання:

Кожна частина МКР включає 2 запитання.

10...9 балів — повна вірна відповідь на одне запитання; **8...7 балів** — відповідь на одне запитання має несуттєві помилки; **6...5 балів** — неповна відповідь на одне запитання; **4...3 бали** — неповна відповідь на одне запитання з несуттєвими недоліками; **2...0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді на одне запитання або відсутність відповіді, відповідь на одне запитання частини МКР не зараховано.

3. Залікова контрольна робота

Залік проводиться у письмовій формі.

Залікова контрольна робота складається з чотирьох теоретичних питань (по **25 балів**) Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу становить **100 балів**.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- повна відповідь на одне питання (не менше 90% потрібної інформації) — **25...24 бали**;
- достатньо повна відповідь на одне питання (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) — **20...23 бали**;
- неповна відповідь на одне питання, з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) — **10...19 балів**;
- незадовільна відповідь на одне питання, або її відсутність (менше 60% потрібної інформації та помилки) — **9 балів і менше**.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни:

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

$$R_C = r_1 = r_{1л} + r_{1оп} + r_{1лаб} + r_{1мкр} = 20 + 5 + 35 + 40 = \mathbf{100 \text{ балів.}}$$

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 робіт, виконання МКР з оцінкою не нижче «достатньо» і стартовий рейтинг не менше 45 балів.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують оцінку, відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче).

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 45 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.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими студентами, хто має рейтингову оцінку 60 і більше балів і бажає підвищити свою рейтингову оцінку, проводиться залікова контрольна робота. Після виконання залікової роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом — студент отримує рейтингову оцінку.

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.

Додаток 1

Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи (перша частина)

1. Значення водопідготовки та водного режиму теплових електричних станцій для забезпечення їх надійної та економічної експлуатації.
2. Схема обігу води у системі промислових КЕС і ТЕЦ. Роль води на КЕС 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.

(друга частина)

24. Види та форми проявлення корозії.
25. Вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на швидкість корозії.
26. Хімічна корозія. Окисна плівка та її роль у процесі корозії.
27. Механізм електрохімічної корозії. Деполяризація і поляризація.
28. Підшламова корозія парових котлів.
29. Корозія парових котлів під дією окислювачів (киснева, нітритна та нітратна)
30. Межкристалітна корозія парових котлів.
31. Фізико-хімічні основи коагуляції.
32. Вапнування води.
33. Видалення грубодисперсних часток і коагульованих колоїдних домішок з води за допомогою прояснювачів води.
34. Будова та принцип дії прояснювача води.
35. Сутність іонного обміну для обробки води на ТЕС.
36. Коротка характеристика та властивості іонообмінних матеріалів.
37. Катіоніти та їх властивості.
38. Процес Na-катіонування.
39. Процес H-катіонування.
40. Аніоніти та їх властивості.
41. Процес аніонування.
42. Сутність хімічного знесолення води. Будова фільтра змішаної дії, принцип його дії.

43. Триступенева схема глибокого знесолення води.
44. Фізико-хімічні основи термічної деаерації. Будова та принцип дії термічного деаератора.
45. Фізико-хімічні основи декарбонізації. Будова і принцип дії декарбонізатора.
46. Хімічне зв'язування кисню та вуглекислоти, що розчинені у воді.

Додаток 2

Список теоретичних питань до залікової роботи

1. Значення водопідготовки та водного режиму теплових електричних станцій для забезпечення їх надійної та економічної експлуатації.
2. Схема обігу води у системі промислових КЕС і ТЕЦ. Роль води на КЕС 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 прямооточних котлів докритичних параметрів.
21. Утворення відкладень на внутрішніх поверхнях прямооточних котлів надкритичного тиску.
22. Запобігання накипів, що складаються із з'єднань кальцію та магнію.
23. Запобігання виникнення безкальцієвих силікатних, залізних та мідних накипів.
24. Види та форми проявлення корозії.
47. Вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на швидкість корозії.
48. Хімічна корозія. Окисна плівка та її роль у процесі корозії.
49. Механізм електрохімічної корозії. Деполяризація і поляризація.
50. Підшламова корозія парових котлів.
51. Корозія парових котлів під дією окислювачів (киснева, нітритна та нітратна)
52. Межкристалітна корозія парових котлів.
53. Фізико-хімічні основи коагуляції.
54. Вапнування води.
55. Видалення грубодисперсних часток і коагульованих колоїдних домішок з води за допомогою прояснювачів.
56. Будова та принцип дії прояснювача.
57. Сутність іонного обміну для обробки води на ТЕС.
58. Коротка характеристика та властивості іонообмінних матеріалів.
59. Катіоніти та їх властивості.
60. Процес Na-катіонування.
61. Процес H-катіонування.
62. Аніоніти та їх властивості.
63. Процес аніонування.
64. Сутність хімічного знесолення води. Фільтр змішаної дії, принцип його дії.
65. Триступенева схема глибокого знесолення води.

66. Фізико-хімічні основи термічної деаерації. Принцип дії термічного деаератора.
67. Фізико-хімічні основи декарбонізації. Будова і робота декарбонізатора.
68. Хімічне зв'язування кисню та вуглекислоти, що розчинені у воді.
69. Нормування водного режиму барабанних котлів.
70. Водний режим барабанних котлів середнього тиску.
71. Водний режим барабанних котлів високого тиску.
72. Водний режим барабанних котлів надвисокого тиску.
73. Теплотехнічні особливості котлів надкритичних параметрів та вимоги до водного режиму.
74. Гідразинно-аміачний водний режим блоків надкритичних параметрів.
75. Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням газоподібного кисню.
76. Нейтральний водний режим блоків надкритичних параметрів з дозуванням розчину перекису водню.
77. Комплексонний водний режим блоків надкритичних параметрів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено: кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06. 2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27.06.2025 р.)

±