



# АТОМНІ ТА ТЕПЛОВІ ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Першій (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем
Статус дисципліни	Вибірковий
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4,0 кредитів ЄКТС (120 годин), 45 годин лекцій, 9 годин практичних занять, 66 годин самостійної роботи
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / розрахункова робота, модульна контрольна робота
Розклад занять	<a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н. Новаківський Євген Валерійович, E-mail: <a href="mailto:enovakivsky@gmail.com">enovakivsky@gmail.com</a> Практичні: доцент, к.т.н. Новаківський Євген Валерійович, E-mail: <a href="mailto:enovakivsky@gmail.com">enovakivsky@gmail.com</a>
Розміщення курсу	Платформа дистанційного навчання «Сікорський» <a href="https://do.ipk.kpi.ua">https://do.ipk.kpi.ua</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Енергетика є одні з основних чинників існування людства. На долю теплової і атомної енергетики припадає більше 60% генерації електроенергії. В той же час ні без теплових ні атомних електричних станції відновлювальна енергетика в сучасному світі не можуть повноцінно функціонувати. В той же час Правильна експлуатація теплових і атомних електричних станції дозволяє гармонійно забезпечуючи людство теплом і електроенергію.

**Предметом** навчальної дисципліни є технологічні структури теплових та атомних електростанцій, теоретичні основи виробництва електроенергії та тепла, особливості процесів та реконструкцій різних видів тепломеханічного устаткування КЕС, ТЕЦ, АЕС, вибір параметрів циклів та систем, засобів підвищення теплової економічності та екологічної безпеки електростанцій, компоновки їх обладнання в головних корпусах ТЕС та АЕС.

**Метою** вивчення дисципліни є формування у студентів наступних фахових здатностей (компетентностей):

1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі атомної енергетики (ФК 01).
2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії та спеціалізованого програмного забезпечення (ФК 03).

3. Здатність досліджувати та визначати проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з питаннями законодавства, охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в галузі атомної енергетики (ФК 07).  
Згідно з освітньо-професійною програмою студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

1. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 143 Атомна енергетика (ПРН 2).
2. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні проблеми атомної енергетики; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень (ПРН 4).
3. Навички аналізу та прогнозування розвитку атомної енергетики та суміжних напрямів науки і техніки (ПРН 18).

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

Пререквізити дисципліни: освітній компонент «Теорія теплообміну».

Постреквізити дисципліни: виробнича практика.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### РОЗДІЛ 1 Виробництво електричної та теплової енергії на електричній станції

Тема 1.1 Електростанція як промислове підприємство.

Особливість енергетичної галузі виробництва електроенергії. Енергетичні ресурси, типи електростанцій, енергосистеми. Технологічний процес виробництва електричної та теплової енергії. Теплова економічність та енергетичні показники ТЕС та АЕС.

Тема 1.2 Термодинамічні основи роботи АЕС та ТЕС.

Теплова економічність та енергетичні показники ТЕЦ

Тема 1.3 Регенерація та деаерація живильної води на ТЕС та АЕС.

Схеми регенеративного підігріву живильної води на АЕС. Економічно обґрунтована температура живильної води на ЕС. Деаераторні і живильні установки

Тема 1.4 Втрати пару та конденсату та їх поповнення.

Втрати пару та конденсату. Засоби зменшення втрат. Підготовка додаткової води на ТЕС, АЕС та ТЕЦ.

### РОЗДІЛ 2. Теплові схеми електричних станцій

Тема 2.1. Теплові схеми енергоблоків ТЕС та ТЕЦ та трубопроводи ЕС

Теплові принципіві схеми енергоблоків ТЕС та ТЕЦ. Методика розрахунку ПТС ТЕС та ТЕЦ.

Тема 2.2 Параметри та теплові схеми блоків АЕС.

Теплові принципіві схеми енергоблоків АЕС. Трубопроводи і арматура блоків АЕС.

### РОЗДІЛ 3 Вибір обладнання електричної станції

Тема 3.1. Основи вибору обладнання АЕС та ТЕС.

Види електричної потужності енергосистеми. Показники загальної економічності та надійності роботи електростанцій.

Тема 3.2. Допоміжні господарства АЕС та ТЕС.

Допоміжне господарство ТЕС. Допоміжне господарство АЕС

### РОЗДІЛ 4 Компоновка головного корпусу та генплан електричної станції

Тема 4.1 Генеральний план АЕС та ТЕС.

Вибір площадки ТС. Компоновка генплану ТЕС. Вимоги до комунікацій та транспортних

*мереж. Вибір площадки АЕС. Компонівка генплану АЕС.*

*Тема 4.2 Компонівка головного корпусу АЕС та ТЕС.*

*Типова компонентівка головного корпусу АЕС. Компонівка головного корпусу ТЕС. Типи компонентівок головного корпусу ТЕС.*

#### РОЗДІЛ 5. Експлуатаційні та техніко-економічні показники електричної станції

*Тема 5.1. Основні показники енергогосподарства ЕС*

*Маневреність блоків ЕС. Надійність енергогосподарства ЕС. Показники економічності блоків ЕС.*

*Тема 5.2. Шляхи підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників ЕС.*

*Основні відмови обладнання АЕС. Шляхи підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників ЕС.*

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Топольницький М. В. Атомні електричні станції : підручник. Наук.-метод. центр вищ. освіти М-ва освіти і науки. України. Львів: Бескид Біт, 2005. 523с.
2. Черноусенко О.Ю. Навчальний посібник Атомні і теплові електричні станції: Курс лекцій [Електронний ресурс] для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» спеціалізації «Теплові електричні станції та установки» / О.Ю.Черноусенко// - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 323 с. Навчальний посібник з грифом НТУУ КПІ. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 7 від 27.01.2020 р.). 1.

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

3. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. МПЕ.ГКД 34.20.507-2003.
4. Черноусенко О.Ю. Розрахунки теплових схем паротурбінних установок. Методичні вказівки до курсової роботи для студентів теплоенергетичного факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська // - Електронне навчальне видання НММ № е 12 /13 – 58 від 26 " травня 2014 р., протокол № 10., 2014 – 48 с.
4. Черноусенко О.Ю. Тепловий розрахунок парової турбіни. Методичні вказівки до курсового проекту по курсу "Турбіни ТЕС і АЕС" для студентів спеціальності «Теплові електричні станції» / О.Ю.Черноусенко, О.М.Шевченко// - Київ, КПІ, ІВЦ „Політехніка», 2005р.
5. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 1, Статор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Р.І Гудов // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 10/11-081 від 02.12.2010 р., протокол №3, 2010 – 150 с.
6. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 2, Ротор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Т.В.Николєнкова // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 12/13-042 від 18.10.2012 р., протокол №2, 2012 – 85 с.

##### Інформаційні ресурси

1. Сайт МПЕ України - [www.mpe.kmu.gov.ua](http://www.mpe.kmu.gov.ua)
3. Сайт ВАТ «Турбоатом» - <http://www.turboatom.com.ua/press/news/1637.html>
4. Сайт НАЕК «Енергоатом» - <http://www.energoatom.kiev.ua/>
5. Сайт НАЕК «Енергетична компанія України» - <http://www.ecu.gov.ua/>
- 6 Сайт НЕК «Укренерго» <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/>

## Навчальний контент

### 5 Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Вивчення навчальної дисципліни заплановано здійснювати такими видами занять: навчальних занять (лекції, практичні заняття) і самостійною роботою студентів.

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>РОЗДІЛ 1 Виробництво електричної та теплової енергії на електричній станції.</b>	
1	<p style="text-align: center;"><b>Тема 1.1 Електростанція як промислове підприємство.</b></p> <p><b>Лекція 1</b> Сутність та мета курсу. Особливість енергетичної галузі виробництва електроенергії. Споживання електричної та теплової енергії. Завдання на СРС. Умови використання блоків ТЕС в енергосистемах.</p>
2	<p><b>Лекція 2.</b> Енергетичні ресурси, типи електростанцій, енергосистеми. Графіки енергетичного навантаження. Завдання на СРС. Умови використання блоків АЕС в енергосистемах.</p>
3	<p><b>Лекція 3 .</b> Паливно-енергетичний комплекс України. Технологічний процес виробництва електричної та теплової енергії. Класифікація ТЕС та АЕС. Завдання на СРС. Технологічна схема ТЕС та АЕС. Технологічна схема ТЕЦ. Організаційна структура електричної станції.</p>
4	<p style="text-align: center;"><b>Тема 1.2 Термодинамічні основи роботи АЕС та ТЕС.</b></p> <p><b>Лекція 4.</b> Теплова економічність та енергетичні показники ТЕС та АЕС. Завдання на СРС. Вимоги до робочих тіл. Вимоги до блоків АЕС з боку навколишнього середовища. Вимоги до економічності блоків АЕС. Вимоги до надійності блоків АЕС.</p>
5	<p><b>Лекція 5.</b> Теплова економічність та енергетичні показники ТЕЦ. Газотурбінні та парогазові електричні станції. Завдання на СРС. Вимоги до блоків ТЕЦ з боку навколишнього середовища. Вимоги до економічності блоків ТЕС. Вимоги до надійності блоків ТЕС.</p>
6	<p><b>Лекція 6.</b> Залежність теплової економічності від початкових та кінцевих параметрів пару. Засоби підвищення теплової економічності ТЕС та АЕС. Проміжний перегрів пари на КЕС, АЕС, ТЕЦ. Завдання на СРС. Схеми проміжного перегріву пари на ТЕС та АЕС. Розширення та модернізація діючих електричних станцій (прибудова та надбудова)</p>
7	<p style="text-align: center;"><b>Тема 1.3 Регенерація та деаерація живильної води на ТЕС та АЕС.</b></p> <p><b>Лекція 7 .</b> Регенеративний підігрів живильної води на ЕС. Одноступеневий та багатоступеневий підігрів живильної води на ЕС. Схеми регенерації. Завдання на СРС.</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Регенеративні підігрівачі ТЕС, типи, конструкція.
8	<b>Лекція 8</b> . Схеми регенеративного підігріву живильної води на АЕС. Економічно обґрунтована температура живильної води на ЕС. Типи та конструкція регенеративних підігрівачів <i>Завдання на СРС.</i> Регенеративні підігрівачі АЕС, типи, конструкція.
9	<b>Лекція 9</b> . Деаераторні установки. Включення деаераторів у ПТС енергоблоків. Розрахунок деаераторів у ПТС. Живильні установки. <i>Завдання на СРС.</i> Конструкція деаераторів.
10	Модульна контрольна робота
11	<b>Тема 1.4 Втрати пару та конденсату та їх поповнення.</b> <b>Лекція 10.</b> Втрати пару та конденсату. Засоби зменшення втрат. Підготовка додаткової води на ТЕС, АЕС та ТЕЦ. Термічна підготовка води на ТЕС. <i>Завдання на СРС.</i> Розрахунок розширювача та охолоджувача продувки.
<b>РОЗДІЛ 2. Теплові схеми електричних станцій.</b>	
12	<b>Тема 2.1. Теплові схеми енергоблоків ТЕС та ТЕЦ та трубопроводи ЕС</b> <b>Лекція 11.</b> Теплові принципіві схеми енергоблоків ТЕС та ТЕЦ. Методика розрахунку ПТС ТЕС та ТЕЦ. Повна (розвернена) теплова схема ЕС <i>Завдання на СРС.</i> Теплові принципіві схеми енергоблоків ТЕЦ . Трубопроводи ЕС. Конструктивне виконання схеми трубопроводів. Компоновка трубопроводів турбоустановки.
13	<b>Лекція 12.</b> Теплові принципіві схеми енергоблоків АЕС. <i>Завдання на СРС.</i> ПТС блоків АЕС з реакторами, що охолоджуються киплячою водою. ПТС блоків АЕС з реакторами, що охолоджуються водою під тиском.
14	<b>Лекція 13.</b> Трубопроводи і арматура блоків АЕС. <i>Завдання на СРС.</i> Конструкція різних типів арматури
<b>РОЗДІЛ 3. Вибір обладнання електричної станції.</b>	
15	<b>Тема 3.1. Основи вибору обладнання АЕС та ТЕС.</b> <b>Лекція 14.</b> Види електричної потужності та резерву енергосистеми. <i>Завдання на СРС.</i> Вибір основного обладнання. Вибір допоміжного обладнання .
16	<b>Лекція 15.</b> Показники загальної економічності і надійності роботи електростанцій. <i>Завдання на СРС.</i> Вибір основного обладнання. Вибір допоміжного обладнання .
17	<b>Тема 3.2. Допоміжні господарства АЕС та ТЕС.</b> <b>Лекція 16.</b> Паливне господарство ТЕС. Мазутне господарство ТЕС. Газове господарство ТЕС. Система золо шлаковидалення. <i>Завдання на СРС.</i> Допоміжні господарства АЕС.
18	<b>Лекція 17.</b> Допоміжні господарства ТЕС . Очистка димових газів. Димові труби. Технічне водопостачання ТЕС. Прямоточні та оборотні схеми ТВП. Допоміжні системи і споруди АЕС <i>Завдання на СРС.</i>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Сучасні установки видалення забруднюючих речовин за димових газів, загальна характеристика компресорних станцій АЕС. Призначення азотно-кисневих станцій.
19	<b>Лекція 18</b> Допоміжні системи і споруди АЕС <i>Завдання на СРС.</i> Загальна характеристика компресорних станцій АЕС. Призначення азотно-кисневих станцій.
20	Модульна контрольна робота
<b>РОЗДІЛ 4 Компоновка головного корпусу та генплан електричної станції.</b>	
21	<b>Тема 4.1 Генеральний план АЕС та ТЕС.</b> <b>Лекція 19</b> . Вибір майданчика ТЕС. Компоновка генплану ТЕС <i>Завдання на СРС.</i> Вимоги до підсобних та допоміжних споруд ТЕС
22	<b>Лекція 20.</b> Вибір майданчика АЕС. Компоновка генплану АЕС <i>Завдання на СРС.</i> Вимоги до підсобних та допоміжних споруд АЕС
23	<b>Тема 4.2 Компоновка головного корпусу АЕС та ТЕС.</b> <b>Лекція 21</b> . Компоновка головного корпусу ТЕС. Типи компоновок головного корпусу ТЕС. Т <i>Завдання на СРС.</i> Типова компоновка головного корпусу ТЕЦ.
24	<b>Лекція 22.</b> Компоновка головного корпусу АЕС. Типи компоновок головного корпусу АЕС. <i>Завдання на СРС.</i> Особливості компоновок головних корпусів АЕС з різними типами реакторів.
<b>РОЗДІЛ 5 Експлуатаційні та техніко-економічні показники електричної станції.</b>	
25	<b>Лекція 23.</b> Основні показники енергообладнання ЕС. Шляхи підвищення безпеки АЕС та техніко-економічних та експлуатаційних показників ТЕС. <i>Завдання на СРС.</i> Шляхи попередження відмов обладнання ЕС.
26	<b>Залік</b>

### **Практичні заняття**

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	Термодинамічні основи роботи АЕС та ТЕС. Ефективність регенеративного підігріву живильної води і вибір теплової схеми ПТУ АЕС. Складання ПТС АЕС з включенням основних елементів та комунікацій;-	2
2	Регенерація живильної води на АЕС. Розрахунок параметрів ПТС АЕС. Розрахунок деаератора	2
3	Регенерація живильної води на АЕС. Розрахунок параметрів ПТС АЕС. Розрахунок ПВТ [	2
4	Регенерація живильної води на АЕС. Розрахунок параметрів ПТС АЕС. Розрахунок ПНТ. Визначення показників теплової економічності турбоустановки.	2
5	<b>Залік</b>	1

### **6 Самостійна робота студента**

Під час вивчення навчальної дисципліни студенти виконують такий вид самостійної роботи як підготовка до аудиторних занять (практичних) занять. Він полягає в опануванні питань, що винесені на самостійне опрацювання та підготовки доповідей (в тому числі у вигляді презентацій) за темами практичних занять. Перелік питань наведений в таблицях, що визначають зміст лекційних та практичних занять є час на їх підготовку подано нижче.

В межах самостійної роботи студенти виконують розрахункову роботу «Розрахунок принципової теплової схеми енергоблоку потужністю 300 МВт». Розрахункова робота виконується індивідуально у відповідності до наданого варіанту і оформлюється у відповідності до діючих вимог оформлення розрахункових.

Терміни часу які на це відводяться наведені нижче в таблиці у відповідності до навчальних тижнів та запланованих навчальних занять.

з/п	Термін часу що відведений на самостійну роботу	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних (практичних) занять	23
2.	Підготовка до МКР	16
3.	Виконання розрахункової роботи	15
4.	Підготовка до заліку	12

Відповідно до навчального плану денної форми навчання для спеціальності 143 Атомна енергетика виконання лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів) і індивідуальних завдань не передбачається.

## Політика та контроль

### 7 Політика начальної дисципліни (освітнього компоненту)

#### Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- здобувач повинен бути готовим до відповідей при експрес- опитуванні;
- необхідно виконання таких вимог; активність, підготовка коротких доповідей чи текстів;
- забезпечити відключення мобільних телефонів;
- відповідно до завдання викладача використовувати гаджети і інтернет ресурси, якщо це не передбачено методикою проведення заняття.

#### Студент має право:

- задавати питання стосовно теми заняття або пов'язаними темами;
- використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті, інтернет ресурси коли це передбачено методикою проведення заняття.

#### Правила поведінки на практичних заняттях

##### Студент зобов'язаний:

- відпрацьовувати матеріали, які розглядались на лекції і були зазначені для самостійного опрацювання;
- за темою практичного заняття готувати доповіді (у вигляді повідомлення або презентації);
- приймати участь у обговоренні питань за темою заняття;
- інформувати викладача щодо причини не виконання завдання.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання».

Штрафні бали є засобом протидії плагіату ив несвоечасному виконанню завдань.

### **Політика дедлайнів та перескладань**

Викладач на початку семестру інформує студентів щодо встановлених дедлайнів з дисципліни.

Студенти зобов'язані здати всі контрольні заходи у термін встановлений планом проведення навчальної дисципліни.

За порушення дедлайнів призначаються штрафні бали.

У разі порушення студентом дедлайнів з поважних причин, можливе перенесення їх терміну на заплановані консультативні часи з дисципліни.

Перескладання контрольних заходів не передбачено. Виняток – семестровий контроль.

### **Політика щодо академічної доброчесності**

Під час освітнього процесу, а особливо при проведенні контрольних заходів студенти зобов'язані дотримуватись положень Кодексу честі та вимог академічної доброчесності (<https://kpi.ua/code>).

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

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

- 1) виконання та захист 9-ти практичних робіт;
- 2) Модульна контрольна робота
- 3) Відповіді на лекційних заняттях по матеріалам попередніх лекцій 5 тем.
- 4) відповідь на заліку.

Система рейтингових балів

1. Практичні роботи (всього 50 балів=5 прак.робіт\*10 балів/л.р.):

- «відмінно»: протокол оформлено правильно, студент вільно володіє матеріалом і дає повні відповіді на питання при захисті роботи (більше 90% інформації) – 10 балів;

- «добре»: протокол оформлено із незначними помилками, студент достотно володіє матеріалом і дає достатньо повні відповіді на питання при захисті роботи (75-90% потрібної інформації) – 8-9 балів;

- «задовільно»: протокол оформлено із помилками, студент дає неповні відповіді на питання при захисті роботи (60-75% потрібної інформації) – 5-6 бали;

- «незадовільно»: протокол оформлено із суттєвими помилками, студент дає незадовільні відповіді на питання при захисті роботи – 2-4 балів.

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

У разі затримки у виконанні або захисті лабораторної роботи без поважної причини, за кожний тиждень затримки нараховується штрафний (-1) бал.

2. Модульна контрольна робота (30 балів)

Модульна контрольна робота складається з двох частин по 15 балів, та проводиться в письмовому вигляді перед кожною атестацією. Кожна частина модульної контрольної проводиться в письмовому вигляді та складається з трьох теоретичних питань.

- студент дає повну відповідь на запитання – 15-14 бал;

- часткова відповідь – 10-13 балів;

- відповідь не надана – 7-9 балів.

Менше 7 балів контрольна не зараховується.

3. Робота на лекціях (всього 5 балів=5 завдань\*1бал/завдання):



- студент дає повну відповідь на запитання – 1 бал;
- часткова відповідь – 0,5 балів;
- відповідь не надана – 0 балів.

У разі систематичної відсутності відповідей або відсутності студента на лекції без поважної причин нараховуються штрафні (-0,5) бали.

Заохочувальні та штрафні бали:

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

2) У разі затримки у виконанні або захисті лабораторної роботи без поважної причини, за кожний тиждень затримки нараховується штрафний (-1) бал.

3) При відсутності на лекції або практичній роботі без поважної причини нараховуються штрафні (-0,5) бали.

4) За достроковий захист лабораторної роботи нараховуються заохочувальний 1 бал;

5) За ведення конспекту лекцій нараховуються заохочувальні (1-4) бали;

Максимальна стартова сума балів дорівнює 80. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт і стартовий рейтинг не менше 30 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 4 тижнів «ідеальний студент» має набрати 18 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 11 балів.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15...14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11...13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – менше 7 балів.

### **Семестровий контроль**

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг 25 балів і більше ( $RC \geq 25$ ) та виконані та зараховані МКР і практичних робіт.

Отримання оцінки з кредитного модуля «автоматом» можливо за умови семестрового рейтингу 60 балів і більше ( $RC \geq 60$ ) та виконаних та зарахованих МКР і практичних робіт.

### **7. Розрахунок суми основних рейтингових балів**

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за результатами зазначених видів контролю.

Сума рейтингових балів протягом семестру розраховується за формулою:

$$R = r_l + r_{\text{пр}} + r_{\text{млр}} + r_z - R_{\text{ш}} = 5 + 50 + 30 + 15 + 15 - 0 = 100$$

Під час підрахунку вагових балів враховуються 2 штрафні бали (RШ), які передбачені за несвоєчасне виконання кожного з контрольних заходів (модульної контрольної роботи, РР).

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менш ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу.

Студент, який у семестрі отримав 60 балів і більше, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі (перелік питань у додатку 2). У цьому разі, бали отримані ним на заліковій контрольній роботі є остаточними.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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)**

### 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).

### Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

- передбачає проведення всіх видів занять дистанційно (з використання 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 несвоєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

### **Перелік питань до модульної контрольної роботи**

1. Типи та класифікація електростанцій.
2. Графічні навантаження споживачів електричної та теплової енергії.
3. Резерви потужностей електростанцій.
4. Технологічні схеми електростанцій (на різних видах палива).
5. Термодинамічні основи роботи ТЕС.
6. Прості теплові схеми ТЕС та АЕС.
7. Система ККД, питомі показники ТЕС.
8. Оцінка показників теплової економічності ТЕЦ.
9. Простіші теплові схеми ТЕЦ різного призначення.
10. Схеми та показники теплової економічності АЕС.
11. Регенеративний підігрів живильної води та конденсату на ТЕС та АЕС.
12. Вибір типу регенеративних підігрівачів теплових схем ТЕС та АЕС.
13. Підігрівачі низького тиску (ПНТ). Призначення. Схеми включення в ПТС.
14. Підігрівачі високого тиску (ПВТ). Призначення. Схеми включення в ПТС.
15. Особливості конструкцій ПНТ, ПВТ.
16. Схеми відводу дренажів в системах регенеративного підігріву.
17. Термодинамічні основи регенерації.
18. Охолоджувачі пари та дренажу. Призначення. Схеми включення.
19. Проміжний перегрів пари на ТЕС та АЕС.
20. Основи засобу підвищення надійності та економічності енергоблоків.
21. Оптимальні параметри промперегріву на ТЕС. Вибір початкових параметрів і оптимізація параметрів промперегріву на АЕС.
22. Вибір початкових параметрів на ТЕС.
23. Вибір кінцевих параметрів на ТЕС та АЕС.
24. Деаерація води на ТЕС та АЕС. Теоретичні основи.
25. Вибір типу та призначення деаераторів на ТЕС та АЕС.
26. Схеми включення деаераторів в теплових схемах АЕС та АЕС різного призначення

**Перелік питань до заліку**

- 1 Охарактеризуйте особливості енергетичної галузі виробництва електроенергії
- 2 Охарактеризуйте ОЕС України
- 3 Які фактори впливають на ефективність роботи генеруючої установки?
- 4 Охарактеризуйте типи електрогенеруючих установок ОЕС України
- 5 Дайте загальну характеристику АЕС України з точки зору факторів, що впливають на ефективність роботи генеруючої установки
- 6 Дайте загальну характеристику ТЕС України з точки зору факторів, що впливають на ефективність роботи генеруючої установки
- 7 Умови використання блоків АЕС в енергосистемах
- 8 Умови використання блоків ТЕС в енергосистемах
- 9 Які задачі стоять в межах діяльності по зменшенню дисбалансу між наявністю та потребою в паливно-енергетичних ресурсах?
- 10 Класифікація ТЕС
- 11 Класифікація АС
- 12 Організаційна структура електричної станції
- 13 Як визначається ККД циклу Ренкіна для спрощеної паросилової установки?
- 14 Як визначається внутрішній абсолютний ККД турбіни?
- 15 Що таке абсолютний електричний ККД турбоустановки? Від чого він залежить?
- 16 Вимоги до надійності блоків АЕС?
- 17 Наведіть основні характеристики газотурбінної ТЕС?
- 18 Наведіть основні характеристики парогазової ТЕС
- 19 Залежність теплової економічності ЕС від кінцевих параметрів пари
- 20 Вплив проміжного перегріву пари на теплову економічність циклу
- 21 Проміжний перегрів пари на ТЕС.
- 22 Проміжний перегрів пари на АЕС.
- 23 Регенеративний підігрів живильної води. Основні положення
- 24 Оптимальний розподіл регенеративного підігріву по ступеням турбіни
- 25 Схема регенеративного підігріву живильної води на АЕС
- 26 Типи регенеративних підігрівачів.
- 27 Регенеративні підігрівачі змішуючого типу
- 28 Регенеративні підігрівачі поверхневого типу
- 29 Типи деаераторних установок
- 30 Конструкція деаераторів
- 31 Втрати робочого тіла в циклі АЕС
- 32 Типи знесолюючих установок, їх призначення
- 33 Розширювачі продувки та випарники. Їх призначення і місце в ПТС
- 34 Принципові теплові схеми блоків ТЕС
- 35 Принципові теплові схеми блоків АЕС
- 36 Показники загальної економічності та надійності ЕС
- 37 Вибір основного обладнання ТЕС
- 38 Паливне господарство ТЕС
- 39 Мазутне господарство ТЕС
- 40 Газове господарство ТЕС
- 41 Технічне водопостачання ЕС
- 42 Допоміжне господарство АЕС
- 43 Компонівка головного корпусу ТЕС

- 44 Компоновка головного корпусу АЕС*
- 45 Компоновка генплану АЕС*
- 46 Вибір майданчика ТЕС*
- 47 Вибір майданчика АЕС*
- 48 Основні відмови обладнання ТЕС*
- 49 Основні відмови обладнання АЕС*
- 50 Показники маневреності, надійності та економічності АЕС*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом каф. АЕ, к.т.н. Новаківський Євген Валерійович

**Ухвалено** кафедрою АЕ (протокол №20 від 12.06.2024р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 10 від 25.06.2024р.)