



# Енергетичні ядерні реактори

## 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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3.5 кредитів ЄКТС (105 годин), 36 години лекцій, 18 годин практичні заняття, 51 година самостійної роботи</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Бібік Тимофій Вікторович, <a href="mailto:tymofii.bibik@gmail.com">tymofii.bibik@gmail.com</a> Практичні: к.т.н., доцент, Бібік Тимофій Вікторович, <a href="mailto:tymofii.bibik@gmail.com">tymofii.bibik@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a> , <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

Метою навчальної дисципліни є як ознайомлення студентів з атомною енергетичною галуззю в цілому, так і з фізичними основами роботи ядерного реактора та технологією генерації електричної та теплової енергії на АЕС зокрема. Це дозволить надати альтернативи у виборі тематики спеціалізації при подальшому навчанні у магістратурі та допомогти сформувати у студентів наступні здатності (компетентності):

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК 1.Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій розвитку галузі енергетичного машинобудування.

ФК 3 Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

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

Після вивчення дисципліни передбачається досягнення наступних програмних результатів навчання:

ПРН 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПРН 17. Управляти професійною діяльністю, приймати участь у роботі над проектами відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

ПРН 21. Аналізувати розвиток науки і техніки.

ПРН 24. Розуміти принципи технологічних процесів виробництв, які мають негативний вплив на довкілля та застосовувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

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

**Пререквізити:** Теплообмін при фазових перетвореннях і випромінюванні.

**Постреквізити:** Парогенератори і теплообмінники АЕС.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Атомна енергетика

Стисла історія виникнення і розвитку галузі. Роль атомної енергетики в Україні та світі. Цілі і завдання програми навчання. Огляд перспективних напрямків розвитку атомної енергетики осяжного майбутнього.

Тема 2. Елементи теорії ядра

Наведено і представлено інформацію про будову атомного ядра, загальний понятійний апарат, сили взаємодії, енергію зв'язку у ядрі, енергетичні рівні ядра, сучасні моделі ядра.

Тема 3. Вчення про радіоактивність

Наведено і представлено інформацію про радіоактивний розпад, поняття радіоактивності, альфа-, бета-, гамма-розпад, закон радіоактивного розпаду, радіоактивні родини, застосування радіоактивності.

Тема 3. Основи ядерної фізики

Наведено і представлено інформацію про ядерні реакції, ефективний переріз ядерної реакції, уповільнення нейтронів, механізм ділення ядер, уламки поділу, ланцюгову реакцію ділення.

Тема 4. Фізичні основи роботи ядерної енергетичної установки

Наведено і представлено інформацію про властивості нейтронів, дифузію нейтронів, нейтронів поділу, фізичні процеси в ядерному реакторі, управління ланцюгової реакцією ділення, ефекти реактивності, отруєння реактора.

Тема 5. Загальні відомості про ядерні реактори

Наведено і представлено інформацію про загальну конструкцію ядерних реакторів, теплову схему ЯЕУ, класифікацію ядерних реакторів..

Тема 6. Водяно-водяні енергетичні реактори

Наведено і представлено інформацію про особливості водяно-водяних реакторів, основи конструкції водяно-водяних реакторів, конструкцію реактора ВВЕР-1000 В-320, розташування обладнання 1-го контуру реактора ВВЕР-1000 В-320

Тема 7. Реактори нових поколінь

Наведено і представлено інформацію про сучасний стан напрямків розвитку перспективних ядерних реакторів 4го покоління.

Тема 8. Основи ядерної та радіаційної безпеки.

Наведено і представлено інформацію про ядерну безпеку, пожежну безпеку, радіаційний захист і охорона праці. Що являється більш важливим?

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базові джерела:

1. Плачкова С.Г., Сігал І.Я., Ландау Ю.О. та інші. Розвиток атомної енергетики та об'єднаних енергосистем, частина 1. Атомна енергетика <http://energetika.in.ua/ua/books/book-4>
2. Ощинська О. Основи атомної енергетики. Х. Фоліо. 2021, 192 с.

### Додаткова література:

1. Левин В. Е. Ядерная физика и Ядерные реакторы, Атомиздат, 1979 – 280 с.
2. Широков С. В. Ядерные энергетические реакторы. К. 1997, 282 с.

### Інформаційні ресурси:

1. <http://login.kpi.ua/> – Кампус НТУУ КПІ
2. [www.energoatom.kiev.ua](http://www.energoatom.kiev.ua) – Офіційний сайт НАЕК «Енергоатом»
3. <http://sstc.com.ua> – Офіційний сайт «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки»
4. [www.world-nuclear-university.org](http://www.world-nuclear-university.org) – Офіційний сайт Світового університету з ядерної енергетики.
5. <https://www.iaea.org/pris/> – Офіційний сайт МАГАТЕ. Система PRIS.
6. [www.kinr.kiev.ua](http://www.kinr.kiev.ua) – Офіційний сайт ІЯД НАН України
7. <http://www.westinghousenuclear.com/> – Офіційний сайт корпорації Westinghouse Nuclear
8. <http://www.neimagazine.com> Інформаційний сайт з тематики ядерної інженерії
9. <http://www.oecd-nea.org/>
10. <https://www.journals.elsevier.com/nuclear-engineering-and-design/>

11. <https://www.journals.elsevier.com/nuclear-engineering-and-technology/>

12. <http://www.tandfonline.com/toc/unct20/current>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Лекційні матеріали подаються за допомогою відео проектора. Найбільш важлива інформація для конспектування відображається жирним шрифтом. Також, для проведення лекцій, застосовуються відеофільми з основного обладнання АЕС, розроблені МАГАТЄ та кафедрою АЕ.

Необхідна навчальна література знаходиться в науково-технічній бібліотеці НТУУ „КПІ” та кабінеті курсового та дипломного проектування кафедри АЕ.

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<u>Лекція 1</u> Вступ. Предмет та задачі курсу. Історичні передумови зародження атомної галузі. <b>Базові джерела.</b> [1], Розділ 1,
2.	<u>Лекція 2</u> Розвиток атомної енергетики. Роль атомної енергетики в Україні та світі. <b>Базові джерела.</b> [1], Розділ 1,
3.	<u>Лекція 3</u> Елементи теорії ядра: Уявлення стародавнього світу. Вчення про хімічні елементи. Будова атомного ядру. Загальний понятійний апарат. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 5-7. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 11-13.
4.	<u>Лекція 4</u> Елементи теорії ядра: NZ-діаграма атомних ядер. Фундаментальні взаємодії. Енергія зв'язку ядру. Енергетичні рівні ядра. Моделі ядру. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 17-20; 41-46. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 34-38.
5.	<u>Лекція 5</u> Радіоактивний розпад: Рентгенівське випромінювання. Радіоактивність. Радіоактивне випромінювання. Альфа-розпад. Камера Вільсона. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 49-54. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 55-58.
6.	<u>Лекція 6</u> Радіоактивний розпад: Бета-розпад. Гамма-розпад. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивні сімейства. Застосування радіоактивності. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 60-64. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 84-86.
7.	<u>Лекція 7</u> Ядерні реакції: Ефективний переріз ядерної реакції. Уповільнення нейтронів. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 121-125. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 125-126.
8.	<u>Лекція 8</u> Ядерні реакції: Механізм ділення ядер. Уламки ділення. Ланцюгова реакція. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 130-134. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 178-180.
9.	<u>Лекція 9</u> Елементи фізики реактора: Властивості нейтронів. Дифузія нейтронів. Нейтрони ділення. Фізичні процеси в ядерному реакторі. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 150-151. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 164-174.
10	<u>Лекція 10</u> Елементи фізики реактора: Управління ланцюговою реакцією. Вигорання ядерного палива. Ефекти реактивності. Отруєння реактора. <b>Додаткова література.</b> [1], с. 150-151. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [1], с. 164-174.
11	<u>Лекція 11</u> Ядерні реактори: Загальна конструкція ядерних реакторів. Теплова схема ЯЕУ. Класифікація ядерних реакторів. <b>Базові джерела.</b> [1], Розділ 2.2. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 9-14.

12	<p><u>Лекція 12</u> Ядерні реактори: Особливості водо-водяних реакторів. Основи конструкції водо-водяних реакторів. Конструкція реактору ВВЕР-1000 В-320. <b>Додаткова література.</b>[2], с. 24-27. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 27-49.</p>
13	<p><u>Лекція 13</u> Ядерні реактори: Розміщення обладнання 1-го контуру реактора ВВЕР-1000 В-320. <b>Базові джерела.</b> [1], <b>Розділ 4.</b></p>
14	<p><u>Лекція 14</u> Ядерні реактори: Важководні реактори. <b>Додаткова література.</b>[2], с. 117-121. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 121-125.</p>
15	<p><u>Лекція 15</u> Ядерні реактори: Водо та газо графітові реактори. <b>Додаткова література.</b>[2], с. 128-132. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 132-137.</p>
16	<p><u>Лекція 16</u> Ядерні реактори: Реактори на швидких нейтронах. <b>Додаткова література.</b>[2], с. 176-181. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 181-195.</p>
17	<p><u>Лекція 17</u> Паливний цикл атомної енергетики. Забезпечення паливом атомної енергетики. <b>Базові джерела.</b> [1], <b>Розділ 5.</b> . <b>С.Р.С. Базові джерела.</b> [1], <b>Розділ 7.</b></p>
18	<p><u>Лекція 18</u> Перспективи атомної енергетики: Ядерні реактори IV покоління. Технологія малих модульних реакторів. <b>Додаткова література.</b>[2], с. 176-181. <b>С.Р.С. Додаткова література.</b> [2], с. 181-195.</p>

### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Елементи теорії ядра</b>	
1.	<p><u>Практичне №1</u> Елементи атомної фізики: Речовина. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 1</p>
2.	<p><u>Практичне №2</u> Елементи атомної фізики: Властивості атомних ядер. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 2</p>
<b>Радіоактивність</b>	
3.	<p><u>Практичне №3</u> Радіоактивність. Радіоактивні нукліди. Активність. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 3</p>
4.	<p><u>Практичне №4</u> Радіоактивність. Радіоактивний розпад. Використання закону радіаційного розпаду. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 4</p>
<b>Ядерні реакції</b>	
5.	<p><u>Практичне №5</u> Ядерні реакції. Запис взаємодій. Ефективний переріз ядерної реакції. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 5</p>
6.	<p><u>Практичне №6</u> Ядерні реакції. Реакції ділення. Енергія реакції. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 6</p>
<b>Елементи фізики реактора</b>	
7.	<p><u>Практичне №7</u> Елементи фізики реактора. Реактивність. Коефіцієнти реактивності. Зміна потужності реактора. Отруєння реактора. Завдання до РР. <b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 7</p>
8.	<p><u>Практичне №8</u> Модульна контрольна робота.</p>

	<b>Інформаційні ресурси.</b> [1], Практичне 8
9.	<u>Практичне №9</u> Захист РР. Оголошення рейтингу, прийом заборгованостей. Допуск на екзамен.

## 6. Самостійна робота студента

Для опанування матеріалу дисципліни передбачено виконання завдань на самостійне опрацювання матеріалу по лекційній частині курсу і практичних завдань (РР). Завдання видаються після кожної лекції і практичного заняття, строк задачі – не пізніше ніж через тиждень після видачі завдання.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання
1.	<i>Елементи теорії ядра: Уявлення стародавнього світу. Вчення про хімічні елементи. Будова атомного ядра. Загальний понятійний апарат. Додаткова література.</i> [1], с. 11-13.
2.	<i>Елементи теорії ядра: NZ-діаграма атомних ядер. Фундаментальні взаємодії. Енергія зв'язку ядра. Енергетичні рівні ядра. Моделі ядра. Додаткова література.</i> [1], с. 34-38.
3.	<i>Радіоактивний розпад: Рентгенівське випромінювання. Радіоактивність. Радіоактивне випромінювання. Альфа-розпад. Камера Вільсона. Додаткова література.</i> [1], с. 55-58.
4.	<i>Радіоактивний розпад: Бета-розпад. Гамма-розпад. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивні сімейства. Застосування радіоактивності. Додаткова література.</i> [1], с. 84-86.
5.	<i>Ядерні реакції: Ефективний переріз ядерної реакції. Уповільнення нейтронів. Додаткова література.</i> [1], с. 125-126.
6.	<i>Ядерні реакції: Механізм ділення ядер. Уламки ділення. Ланцюгова реакція. Додаткова література.</i> [1], с. 178-180.
7.	<i>Елементи фізики реактора: Властивості нейтронів. Дифузія нейтронів. Нейтрони ділення. Фізичні процеси в ядерному реакторі. Додаткова література.</i> [1], с. 164-174.
8.	<i>Елементи фізики реактора: Управління ланцюговою реакцією. Вигорання ядерного палива. Ефекти реактивності. Отруєння реактора. Додаткова література.</i> [1], с. 164-174.
9.	<i>Ядерні реактори: Загальна конструкція ядерних реакторів. Теплова схема ЯЕУ. Класифікація ядерних реакторів. Додаткова література.</i> [2], с. 9-14.
10.	<i>Ядерні реактори: Особливості водо-водяних реакторів. Основи конструкції водо-водяних реакторів. Конструкція реактору ВВЕР-1000 В-320. Додаткова література.</i> [2], с. 27-49.
11.	Ядерні реактори: Важководні реактори. <b>Додаткова література.</b> [2], с. 121-125.
12.	Ядерні реактори: Водо та газу графітові реактори. <b>Додаткова література.</b> [2], с. 132-137.
13.	Ядерні реактори: Реактори на швидких нейтронах. <b>Додаткова література.</b> [2], с. 181-195.
14.	Паливний цикл атомної енергетики. Забезпечення паливом атомної енергетики. <b>Базові джерела.</b> [1], Розділ 7.
15.	Перспективи атомної енергетики: Ядерні реактори IV покоління. Технологія малих модульних реакторів. <b>Додаткова література.</b> [2], с. 181-195.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- відвідування занять (лекцій, практичних та лабораторних);
- готовність відповідей при опитуванні, оперативне реагування на запити та питання викладача;
- дотримання правил поведінки на заняттях (активність, уникнення телефонних розмов під час аудиторних занять, зосередженість на матеріалі заняття, відключення телефонів, використання відповідних засобів для оперативного пошуку інформації);
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несвоєчасному виконанню завдань;
- розуміння та дотримання рейтингової системи оцінювання (PCO);
- 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. Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>);
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетентностей щодо використання методів і методик визначення інтенсивності

- тепловіддачі, а також розширення сфер застосування отриманих знань, умінь і досвіду при дослідженні і проектуванні енергетичного обладнання;
- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам університету.

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

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

- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання і захист розрахункової роботи;
- відповідь на екзамені.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання завдань СРС, виконання і захист розрахункової роботи, а також загальний семестровий рейтинг не менше 30 балів.

### Система рейтингових балів

Система оцінки успішності за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочою навчальною програмою:

	кількість	бали	сума балів
Розрахункова робота	1	виконання завдання та захист	15/5 20
СРС	15	виконання	2·15 30
Модульна контрольна робота	1	виконання	10 10
<b>Сума вагових балів контрольних заходів</b>			<b>60</b>

### Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю

#### 1. Модульна контрольна робота:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 7-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5-6 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 0-4 балів.

#### 2. Розрахункова робота

виконання завдання:

- за повністю виконане завдання без помилок – 15 балів;
- повністю виконане завдання, але є несуттєві помилки – 10...14 балів;
- повністю виконане завдання, але є суттєві помилки – 6...9 бали;
- не повністю виконане завдання – не зараховується

захист:

- повна вірна відповідь на поставлені запитання за темою розрахункової роботи – 5 балів;
- відповідь має несуттєві похибки – 4 бали;
- неповна відповідь – 3 бали;
- наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді – 2 бали;
- наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, захист не зараховано – 0...1 бали.

#### 3. СРС:

Бали за виконання СРС нараховуються за виконання завдання (1 бал) і відповіді на питання по темі завдання (1 бал). Загальна кількість завдань на СРС–15.

- у повному об'ємі і вчасно надане завдання, надана повна і обґрунтована відповідь – **2 бали**;
- не в повному об'ємі надане завдання, та/або не надана повна і обґрунтована відповідь – **1 бал**;
- 0 балів** – не вчасно надане завдання.

**Календарний контроль:** проводиться раз на семестр (на 8 тижні) з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання графіку освітнього процесу студентами. Атестація студентів проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано». Також не атестується студент у разі

невиконання або не захисту хоча б однієї з частин РР, термін подання якої був до тижня проведення атестації, або не написав на позитивну оцінку всі, заплановані на цей час, частини МКР.

#### 4. Екзамен

Екзамен проводиться у письмово–усній формі. Екзаменаційне завдання складається з двох теоретичних питань і одного практичного завдання. Перелік теоретичних питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Перші два теоретичних питання оцінюються по 12 балів, а третє завдання – 16 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконане завдання  $12+12+16 = 40$  балів.

Критерії оцінювання:

Кожне теоретичне питання (практичне завдання) екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 11...12 (15...16) балів;

достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8...10 (13...14) балів;

неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6...7 (10...13) балів;

незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 6 (10) балів.

#### 6. Заохочувальні і штрафні бали

В продовж семестру студент може отримати заохочувальні та штрафні бали. Ці бали враховуються при визначенні загального рейтингу студента.

*Конспект лекцій (заохочувальні бали)* 1...5

*Активна участь на занятті (заохочувальні бали)* 1

*Не своєчасне виконання завдань курсу: СРС, виконання і захисту РР (штрафні бали, за кожне не вчасно виконане завдання)* -1

#### Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $R_d$ ):

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

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3.$$

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

**Максимально можливий стартовий рейтинг:  $R_c = 20+30+10 = 60$  балів.**

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше  $0,5 \times R_c = 30$  балів, при умові зарахування всіх завдань СРС.

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 30 балів, або не виконали умов допуску, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Екзаменаційна складова  $R_E$  шкали дорівнює:  **$R_E = 40$  балів**

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі екзамену за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_E = 70 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

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

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100–бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання аспірантом умов допуску до екзамену. Студентам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимального (тобто  $R_c \geq 60$ ), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.



### **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://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](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 10 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково-практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни

## **Додаток 1**

### **Перелік екзаменаційних питань**

1. Переваги та недоліки АЕС в порівнянні з ТЕС
2. Ядерна енергетика України
3. Що таке ядерні сили тяжіння нуклонів і якими властивостями вони володіють? Як відбувається розподіл ядра і які сили при цьому діють?
4. Що таке енергія зв'язку? В яких одиницях вимірюється і якими співвідношеннями описується?
5. Що таке ядерна енергія? Яка ланцюжок процесів перетворення ядерної енергії в електричну?
6. Що таке радіоактивний розпад і які види радіоактивного розпаду існують?
7. За яким законом відбувається радіоактивний розпад і якими параметрами він характеризується?
8. Що лежить в основі роботи будь-якого ядерного реактора? Дати опис механізму.
9. Що таке ядерні реакції. Якими вони бувають?
10. Що таке ядерна реакція розсіювання і якою вона буває?
11. Що таке фотоядерні реакція?
12. Що таке нейтрон? Які реакції під його дією ви знаєте?
13. Дайте опис закону послаблення щільності потоку нейтронів. Що таке макроскопічний та мікроскопічний переріз для речовини?
14. Дайте поняття дифузії та термалізації нейтронів.
15. Які стани реактора виділяють і якими основними параметрами їх описують?
16. Що таке СЦР і які її умови?
17. Основні процеси при роботі ядерного реактора
18. Ефекти реактивності і отруєння ядерного реактора



19. Основні елементи ядерного реактора.  
 20. Основи конструкції водо-водяних реакторів

**Завдання для виконання розрахункової роботи**

**Таблиця 1. 1** Варіанти для самостійного розв'язання

Варіант	Речовина	Формула
1	моноксид вуглецю	$CO$
2	метан	$CH_4$
3	карбід бору	$B_4C$
4	водень	$H_2$
5	оксид заліза	$Fe_2O_3$
6	пропан	$C_3H_8$
7	діоксид вуглецю	$CO_2$
8	оксид цирконію	$ZrO_2$
9	хлорид натрію	$NaCl$
10	діоксид азоту	$NO_2$

**Таблиця 1. 2** Варіанти для самостійного розв'язання

Варіант	Нуклід	Позначення
1	водень	$H$
2	гелій	$He$
3	літій	$Li$
4	вуглець	$C$
5	бор	$B$
6	залізо	$Fe$
7	цирконій	$Zr$
8	бісмут	$Bi$
9	уран	$U$
10	плутоній	$Pu$

**Таблиця 2. 3** Варіанти для самостійного розв'язання

Варіант	Препарат, X	Формула	A, Бк
1	йод	$^{131}_{53}I$	$8.6 \times 10^{15}$
2	цезій	$^{137}_{55}Cs$	$7.2 \times 10^{12}$
3	плутоній	$^{239}_{94}Pu$	$5.3 \times 10^9$
4	уран	$^{238}_{92}U$	$35.3 \times 10^3$
5	уран	$^{235}_{92}U$	$80 \times 10^4$
6	торій	$^{232}_{90}Th$	$4 \times 10^5$
7	радій	$^{224}_{88}Ra$	$15,9 \times 10^{15}$
8	цезій	$^{137}_{55}Cs$	$1.2 \times 10^{12}$
9	плутоній	$^{239}_{94}Pu$	$9.3 \times 10^9$
10	йод	$^{131}_{53}I$	$9.6 \times 10^{15}$

Таблиця 2. 4 Варіанти для самостійного розв'язання

Варіант	Препарат, X	$T_{1/2}$
1	${}^{231}_{91}\text{Pa}$	32500 років
2	${}^{14}_6\text{C}$	5700 років
3	${}^{60}_{27}\text{Co}$	5,3 роки
4	${}^{239}_{94}\text{Pu}$	24000 років
5	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	1600 років
6	${}^{232}_{90}\text{Th}$	$14 \times 10^9$ р
7	${}^{209}_{84}\text{Po}$	102 роки
8	${}^{235}_{92}\text{U}$	$0.7 \times 10^9$ р
9	${}^{238}_{92}\text{U}$	$4.5 \times 10^9$ р
10	${}^{137}_{55}\text{Cs}$	30 років

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

Складено доцентом Бібіком Тимофієм Вікторовичем

Ухвалено кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 15/а від 30. 06. 2022 р.)

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