



Теорія ядерних реакторів.

Частина 2. Критичні розміри реактору.

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Об'єм дисципліни	<i>6 кредитів ЄКТС (180 годин), 36 години лекцій, 36 годин практичні заняття, 108 години самостійної роботи</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен/модульна контрольна робота, домашня контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., ст.викл. Хоменков Володимир Петрович, vladimir.khomenkov@gmail.com Практичні заняття: к.ф.-м.н., ст.викл. Хоменков Володимир Петрович, vladimir.khomenkov@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/ , https://do.ipk.kpi.ua/mod/resource/view.php?id=5648

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Теорія ядерних реакторів» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 143 Атомні електричні станції.

«Теорія ядерних реакторів» належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки і є однією з найважливіших складових теоретичних основ атомної енергетики і являється фундаментом прикладних дисциплін в фаховій підготовці інженерів теплоенергетичних спеціальностей.

Предметом навчальної дисципліни «Теорія ядерних реакторів» є фізична сутність та закономірності процесів енергетичних, в основному ядерних, взаємодій і перетворень, а також пов'язаними з цими процесами властивостей матеріалів.

Метою кредитного модуля є формування у студентів таких компетенцій:

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі атомної енергетики.

ФК 4. Здатність відшукувати та аналізувати інформацію, здійснювати патентний пошук, а також використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК 10. Здатність використовувати аналітичні та експериментальні методи, а також методи моделювання для вирішення професійних завдань.

Набуті знання забезпечують подальше успішне засвоєння студентами спеціальних дисциплін. В наслідок вивчення курсу студенти набувають наступних програмних результатів навчання:

ПРН 7. Використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші відповідні джерела інформації для розробки і обґрунтування технічних та управлінських рішень в атомній енергетиці.

ПРН 12. Знати і розуміти основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та інструментів, інженерних технологій і процесів, що використовуються при вирішенні професійних завдань.

ПРН 18. Навички аналізу та прогнозування розвитку атомної енергетики та суміжних напрямів науки і техніки.

ПРН 22. Визначати та аналізувати нейтронно-фізичні та теплогідрравлічні характеристики роботи енергетичних реакторів і технологічного обладнання в умовах зміни режимних та експлуатаційних параметрів.

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

Пререквізити: Ядерна та нейтронна фізика, Енергетичні ядерні реактори, Атомна та кватова фізика..

Постреквізити: Переддипломна практика, а також дисципліни циклу професійної підготовки (вільного вибору), для засвоєння матеріалу яких необхідні знання закономірностей енергетичних процесів, а також пов'язаними з цими процесами властивостей матеріалів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 5. Вікова теорія

Тема 5.1. Вікова теорія

Розділ 6. Кінетична теорія нейтронів

Тема 6.1. Кінетичне рівняння переносу нейтронів

Тема 6.2. Спряжені рівняння реактора

Тема 6.3. Методи розв'язку кінетичних рівнянь реактора

Модульна контрольна робота 1

Розділ 7. Критичні розміри реактора.

Тема 7.1. Теорія критичних розмірів реактора

Тема 7.2. Визначення критичних розмірів реактора без відбивача

Тема 7.3. Критичні розміри реактора з відбивачем

Розділ 8. Гетерогенні реактори.

Тема 8.1. Загальні положення теорії гетерогенних реакторів.

Тема 8.2. Визначення коефіцієнтів формули чотирьох співмножників

Модульна контрольна робота 2

Розділ 9. Реактори на швидких нейтронах.

Тема 9.1. Реактори на швидких нейтронах.

ДКР

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Широков С. В. Фізика ядерних реакторів. – Видання друге: Вища школа, 1998. – с 288.
2. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори. К. 1997, с. 280.
3. Широков С.В., Гальченко В.В., Кіліна О.. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу «Ядерні енергетичні реактори». Розділ «Нейтронно-фізичний розрахунок». Київ, НТУУ «КПІ», 2008 р.
4. Широков С.В. Гальченко В.В. Посібник з вирішення задач з курсів «Теорія ядерних реакторів», «Енергетичні ядерні реактори», «Нестационарні в ядерних реакторах». Київ, НТУУ «КПІ», 2006. 80 с.Додаткова

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

1. Дементьев Б.А. Ядерні енергетичні реактори. – М.: Энергоиздат, 1984. – 281 с.
2. Емельянов І. Я., Міхан В. І. Конструювання ядерних реакторів. М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.
3. Кампус <http://login.kpi.ua/>.
4. Бібліотека <ftp://77.47.180.135/>.
5. www.energoatom.kiev.ua – Офіційний сайт НАЕК «Енергоатом»
6. www.world-nuclear-university.org – Офіційний сайт світового університету з ядерної енергетики.
7. www.iaea.org – Офіційний сайт МАГАТЕ.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
-------	--

Розділ 5. Вікова теорія.	
1.	<p style="text-align: center;">Тема 5.1. Вікова теорія.</p> <p>Лекція 1. Сутність вікової теорії. Вікове рівняння при відсутності поглинань. Література: [1] с. 95-100. СРС: Вікове рівняння з врахуванням поглинання нейтронів. Література: [1] с. 95-100.</p> <p>Лекція 2. Рішення вікового рівняння для плаского та точкового джерела нейтронів. Література: [1] с.100-106. СРС: Рішення вікового рівняння для плаского та точкового джерела нейтронів. Література: [1] с.100-106.</p> <p>Лекція 3. Фактори, що впливають на зміну віку нейтронів. Межі застосування вікової теорії. Література: [1] с.106-109 СРС: Уповільнення нейтронів. Повтор матеріалу попереднього модуля. [1] с.73-95</p>
Розділ 6. Кінетична теорія нейтронів.	
2.	<p style="text-align: center;">Тема 6.1. Кінетичне рівняння переносу нейтронів.</p> <p>Лекція 4. Рівняння переносу нейтронів Больцмана. Література: [1] с.110-113. СРС: Рівняння переносу нейтронів Больцмана для стаціонарного випадку. Література: [1] с.110-113.</p> <p>Лекція 5. Рішення кінетичного рівняння реактора. Література: [1] с.113-120. СРС: Фізичний аналіз розв'язків рівняння Больцмана. Література: [1] с.113-120.</p> <p>Лекція 6. Кінетичне рівняння реактора для теплової групи нейтронів. Література: [1] с. 120-127. СРС: Фізичний аналіз розв'язків рівняння Больцмана. Література: [1] с.113-120.</p>
3.	<p style="text-align: center;">Тема 6.2. Спряжені рівняння реактора.</p> <p>Лекція 7. Функція цінності нейтронів. Рівняння функції цінності нейтронів. Література: [1] с.127-133. СРС: Розв'язки рівняння цінності нейтронів. Література: [1] с.127-133.</p>
4.	<p style="text-align: center;">Тема 6.3. Методи розв'язку кінетичних рівнянь реактора.</p> <p>Лекція 8, 9. Метод поступового наближення. Метод дифузійного наближення. Література: [1] с.133-137 СРС: Рівняння Пайерлса [1] с. 66-68</p>
Розділ 7. Критичні розміри реактора.	
5.	<p style="text-align: center;">Тема 7.1. Теорія критичних розмірів реактора.</p> <p>Лекція 10. Рівняння для матеріального параметра реактора в дифузійно-віковому наближенні. Умови критичності реактора. Література: [1] с.157-163. СРС: Умови критичності реактора. Геометричний параметр. Література: [1] с.157-163.</p>

6.	<p>Тема 7.2. Визначення критичних розмірів реактора без відбивача.</p> <p>Лекція 11. Визначення критичних розмірів сферичного гомогенного реактора. Визначення критичних розмірів циліндричного гомогенного реактора.</p> <p>Література: [1] с.163-168.</p> <p>СРС: Визначення критичних розмірів циліндричного гомогенного реактора.</p> <p>Література: [1] с.163-168.</p>
7.	<p>Тема 7.3. Визначення критичних розмірів реактора з відбивачем.</p> <p>Лекція 12. Гомогенний реактор з відбивачем в одногруповому наближенні. Реактор з відбивачем у вигляді нескінченної пластини. Сферичний реактор з відбивачем. Циліндричний реактор з відбивачем.</p> <p>Література: [1] с. 168-178.</p> <p>СРС: Реактор з відбивачем у вигляді нескінченної пластини.</p> <p>Література: [1] с. 168-178.</p> <p>Лекція 13. Гомогенний реактор з відбивачем в двохгруповому наближенні. Кінетичне рівняння з відбивачем в двохгруповому наближенні.</p> <p>Література: [1] с.178-185.</p> <p>СРС: Критичні розміри для гетерогенного реактора з відбивачем [1] с. 168-186</p>
Розділ 8. Гетерогенні реактори.	
8.	<p>Тема 8.1. Загальні положення теорії гетерогенних реакторів.</p> <p>Лекція 14. Теорія чарунки. Переваги та недоліки гетерогенних систем</p> <p>Література: [1] с. 186-189.</p> <p>СРС: Циліндричний реактор з відбивачем.</p> <p>Література: [1] с. 168-178.</p> <p>Лекція 15. Метод імовірності перших зіткнень</p> <p>Література: [1] с. 189-195.</p> <p>СРС: Елементарна паливна чарунка реакторів РВПК, ВВЕР. Представлення рівняння Пайерлса у вигляді системи алгебраїчних рівнянь. [1] с. 185-189.</p>
9.	<p>Тема 8.2. Визначення коефіцієнтів формули чотирьох співмножників.</p> <p>Лекція 16, 17. Коефіцієнт розмноження на швидких нейтронах. Імовірність запобігання резонансній втраті. Коефіцієнт використання теплових нейтронів.</p> <p>Література: [1] с.195-202</p> <p>СРС: Особливості та методи розрахунку ВВЕР [3]: стор.202-207.</p>
Розділ 9. Реактори на швидких нейтронах.	
10	<p>Тема 9.1. Реактори на швидких нейтронах.</p> <p>Лекція 18. Кінетичне рівняння реакторів на швидких нейтронах. Система багатогрупових рівнянь на швидких нейтронах</p> <p>Література: [1] с. 277-280</p> <p>СРС: Елементарна паливна чарунка реактора БН [13]: стор.121-132.</p>

Практичні заняття

Практичні заняття проводяться з метою більш поглибленого вивчення теоретичного матеріалу та здобуття досвіду використання теоретичних знань для вирішення практичних задач.

	Розділ 5. Вікова теорія.
	Тема 5.1. Вікова теорія.

Заняття-1	Особливості конструкції ТВЗ ВВЕР-440, ВВЕР-1000. Методика нейтронно-фізичного розрахунку в чотирьох груповому наближенні. СРС: Розбиття нейтронів на групи, енергетичний інтервал. Література: [3] с.3-5.
	Розділ 6. Кінетична теорія нейтронів.
	Тема 6.1. Кінетичне рівняння переносу нейтронів.
Заняття-2	Розрахунок основних геометричних характеристик ТВЗ. Література: [3] с.8-9. СРС: Гомогенізація чарунок. Література: [3] с.6-7.
	Тема 6.2. Спряжені рівняння реактора. Тема 6.3. Методи розв'язку кінетичних рівнянь реактора.
Заняття-3,4	Ядерні концентрації та макроскопічні перерізи для зони палива, оболонки та теплоносія в першій енергетичній групі. Література: [3] с.6-9. СРС: Коефіцієнти дифузії в першій енергетичній групі. Література: [3] с.6-9.
	Розділ 7. Критичні розміри реактора.
	Тема 7.1. Теорія критичних розмірів реактора.
Заняття-5	Метод ВПС . Література: [1] с.189-194. СРС: Визначення потоків та діючих нейтронних перерізів. Література: [3] с.9-11.
	Тема 7.2. Визначення критичних розмірів реактора без відбивача. Тема 7.3. Визначення критичних розмірів реактора з відбивачем.
Заняття-6	Ядерні концентрації та макроскопічні перерізи для зони палива, оболонки та теплоносія в другій енергетичній групі. Література: [1] с.113-120. СРС: Нейтронно-фізичні характеристики зон чарунки в другій енергетичній групі. Література: [1] с.113-120.
	Розділ 8. Гетерогенні реактори.
	Тема 8.1. Загальні положення теорії гетерогенних реакторів.
Заняття-7	Розрахунок відношення потоків нейтронів в другій енергетичній групі. Література: [3] с.9-10. СРС: Коефіцієнти дифузії в другій енергетичній групі. Література: [3] с.9-10.
Заняття-8	Ядерні концентрації та макроскопічні перерізи для зони палива, оболонки та теплоносія в третій енергетичній групі. Література: [3] с.10-13. СРС: Нейтронно-фізичні характеристики зон чарунки в третій енергетичній групі. Література: [3] с.10-13.
Заняття-9	Методи визначення ймовірності уникнення резонансного розсіяння нейтронів. Література: [1] с.92-95. СРС: Ефективний резонансний інтеграл. Література: [1] с.212-222.
Заняття-10	Розрахунок відношення потоків нейтронів в третій енергетичній групі. [3]. СРС: Коефіцієнти дифузії в третій енергетичній групі. Література: [1] с.113-120.
Заняття-11	Особливості енергетичного спектру нейтронів. Література: [1] с.163-168.

	СРС: Характеристики поведінки перерізу поглинання у четвертій енергетичній групі. Література: [1] с.163-168.
Заняття-12	Нейтронно-фізичні характеристики зони палива, оболонки та теплоносія в третій енергетичній групі. Література: [4] с.10-13. СРС: Поздовжня та поперечна компоненти коефіцієнтів дифузії. Література: [4] с.10-13.
	Тема 8.2. Визначення коефіцієнтів формули чотирьох співмножників.
Заняття-13	Розрахунок відношення потоків нейтронів в четвертій енергетичній групі. Література: [4] с.13-17. СРС: Метод АБГ для визначення нейтронних потоків у моделі нейтронного газу. Література: [4] с.10-13.
Заняття-14	Розрахунок коефіцієнта розмноження гомогенізованої чарунки. на основі 4-групової системи рівнянь переносу нейтронів. СРС: Література: [1] с. 186-189. 4-групова система рівнянь переносу нейтронів. Література: [1] с. 186-189.
Заняття-15	Рівняння критичності. Література: [1] с. 189-195. СРС: Гомогенізація перерізів та потоків для чарунки з чотирьох в дві енергетичні групи. Література: [1] с. 189-195.
	Розділ 9. Реактори на швидких нейтронах.
	Тема 9.1. Реактори на швидких нейтронах.
Заняття-16	Розрахунок ефективного коефіцієнту розмноження. Література: [1] с.195-202. СРС: Визначення віку довжини дифузії нейтрона, та геометричного параметра. Література: [1] с.195-202.
Заняття-17	Особливості конструкції ТВЗ ВВЕР-440, ВВЕР-1000. Методика нейтронно-фізичного розрахунку в чотирьох груповому наближенні. СРС: Розбиття нейтронів на групи, енергетичний інтервал. Література: [3] с.3-5.
Заняття-18	Вигорання, відтворення і отруєння палива. Література: [1] с. 239-264. СРС: Елементарна паливна чарунка реактора БН Система багатогрупових рівнянь на швидких нейтронах . Література: [13] с. 277-280

6. Самостійна робота студента

Завдання для самостійної роботи студента вказані в таблиці в п.5 відповідно до навчальних тижнів та запланованих навчальних занять. Термін виконання кожного завдання складає до двох тижнів з моменту видачі. Окрім цього можна додати такі теми до самостійної роботи з лекційних занять для студентів, які мали штрафні бали і бажають підвищити свій підсумковий рейтинг:

1. Вікове рівняння з врахуванням поглинання нейтронів.
2. Рішення вікового рівняння для плаского та точкового джерела нейтронів.
3. Уповільнення нейтронів. Повтор матеріалу попереднього модуля. [1] с.73-95.
4. Рівняння переносу нейтронів Больцмана для стаціонарного випадку.
5. Фізичний аналіз розв'язків рівняння Больцмана.

6. Розв'язки рівняння цінності нейтронів.
7. Рівняння Пайерлса [1] с. 66-68.
8. Умови критичності реактора. Геометричний параметр.
9. Визначення критичних розмірів циліндричного гомогенного реактора.
10. Реактор з відбивачем у вигляді нескінченної пластини.
11. Критичні розміри для гетерогенного реактора з відбивачем [1] с. 168-186.
12. Циліндричний реактор з відбивачем.
13. Елементарна паливна чарунка реакторів РВПК, ВВЕР. Представлення рівняння Пайер-лса у вигляді системи алгебраїчних рівнянь. [1] с. 185-189.
14. Особливості та методи розрахунку ВВЕР [3]: стор.202-207.
15. Елементарна паливна чарунка реактора БН [13]: стор.121-132.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладачі курсу очікують від студентів активного залучення та безпосередньої участі у опануванні дисципліни, зокрема:

- відвідування занять, 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); регулярний перегляд повідомлень та виконання призначених завдань; регулярний перегляд та обробка повідомлень на електронну пошту;
- оперативне реагування на запити та питання викладача;
- самостійне оформлення та виконання необхідних розрахунків, побудова графіків та написання висновків до роботи; дотримання узгоджених з викладачем правил підготовки, та подальшого виправлення (у разі необхідності) завдань; індивідуальний їх захист.
- вчасною здачею індивідуальних завдань є захист отриманих результатів згідно розкладу.
- розуміння та дотримання рейтингової системи оцінювання (PCO);
- дотримання політики дедлайнів та перескладань;
- дотримання політики щодо академічної доброчесності;
- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам університету.

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

Поточний контроль: опитування за темами, МКР

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог програми.

Семестровий контроль: Екзамен. Студенти, що набрали протягом семестру необхідну кількість балів $r_c \geq 0,4R_c$ ($r_c \geq 24$) допускаються до екзамену.

Сума максимальних вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає :

$$R = R_c = \sum r_k = 60 \text{ балів.}$$

Розмір шкали PCO з кредитного модуля у 4-му семестрі формується як сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру R_c та вагового балу екзамену $R_E = 40$.

$$R = R_c + R_E = 60 + 40 = 100$$

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше $0,4R_c$ ($r_c < 24$), зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену і мають академічну заборгованість.

Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю.

Вид занять	Кількість занять	Характер виконання	Кількість балів	Сума
Лекції	18	робота на занятті	1	18
Практичні заняття	16	робота на занятті	0,5	8
Домашні завдання	16	виконання	0,5	8
Модульна контрольна робота	1	виконання	10	10
СРС	16	виконана СРС	1	16
Сума за семестр				60

Іспит (екзамен)	1	виконання і захист	40
Загальна сума вагових балів контрольних заходів			100

1. Модульна контрольна робота. (10 балів)

Складається МКР із двох частин відповідно до термінів рубіжного атестаційного контролю. Містить три завдання з теорії і практики. - одна задача і два теоретичних питання. Кожне питання оцінюється за 10 бальною шкалою. Підсумкова оцінка виводиться як середньоарифметична. Кожна частина МКР також оцінюється за 10 бальною шкалою, а підсумкова оцінка виводиться як середньоарифметична «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10-9 балів; «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними помилками – 8-7 балів; «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-4 балів; «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 3-0 балів.

2. Практичне заняття (0,5 бала):

«відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 0,5 балів;
«добре», глибоке розкриття питань – 0,4 балів;
«задовільно», не достатньо повне розкриття питань, достатня робота на практичному занятті – 0,3 бали.

3. Виконання самостійної роботи.

Лекційний курс, завдання на срс за кожне завдання по 0,5 бала:

«зараховано», виконання завдання у строк – 0,5 бали;
«зараховано», завдання виконано, але не у строк – 0,3 бала.

5. Домашні завдання.

«відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 0,5 бали;
«добре», глибоке розкриття питань – 0,4 бали;
«задовільно», не достатньо повне розкриття питань, достатня робота на практичному занятті – 0,3 бали.

6. Заохочувальні і штрафні бали.

За кожний тиждень запізнення з поданням виконаного завдання на СРС від встановленого терміну оцінка знижується на один бал.

	бали
1. Несвоєчасне виконання завдання СРС	-1
2. Не своєчасне виконання домашньої роботи	-1
3. Не своєчасне виконання модульної контрольної роботи	-1
4. Ведення конспекту лекцій	1...5
Сума заохочувальних і штрафних балів RS	10

Критерії екзаменаційного оцінювання

Ваговий бал екзамену $R_E = 40$ балів. Екзаменаційний білет містить три завдання, з них два теоретичних і одне практичне. Кожне із завдань оцінюється за 40 бальною шкалою, як це наведено нижче, а підсумкова оцінка виводиться як середньоарифметична. Приклад екзаменаційного завдання наведено в Додатку 2.

- 40-38 балів – студент демонструє повні і міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, необхідний рівень умінь і навичок, правильно і обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях.
- 37-34 балів – студент засвоює в повному обсязі робочу програму кредитного модуля, правильно і обґрунтовано використовує знання для вирішення стандартних і деяких нестандартних завдань.
- 33-30 балів – студент засвоює в повному обсязі робочу програму кредитного модуля, уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань.
- 29-26 балів – студент засвоїв основний матеріал, уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань, але допускає неточності, що не є перешкодою для подальшого навчання.
- 25-24 балів – студент засвоїв слабо основний матеріал, дає неповні відповіді на запитання, при застосуванні знань для вирішення стандартних завдань допускає помилки, які може виправити після додаткових запитань або зауважень викладача.
- <24 балів – незасвоєння окремих розділів робочої програми кредитного модуля, нездатність застосувати знання на практиці, що робить неможливим розв'язування найпростіших стандартних завдань; потрібна додаткова робота над матеріалом кредитного модуля.

Для виставлення оцінок до екзаменаційної відомості рейтингові бали переводяться у традиційні оцінки відповідно до таблиці (рейтингова шкала $R = 100$, $R_c = 60$)

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 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. Вікова теорія. Вікове рівняння за відсутності поглинання.
2. Розв'язок вікового рівняння для плоского джерела нейтронів.
3. Розв'язок вікового рівняння для точкового джерела нейтронів.
4. Розв'язок вікового рівняння для лінійного джерела нейтронів.
5. Фізичний зміст віку. Межі застосовності вікової теорії. Температура нейтронного газу.
6. Рівняння для матеріального параметра реактора в дифузійно-віковому наближенні.

7. Умова критичності реактора в дифузійно-віковому наближенні.
8. Сферичний гомогенний реактор.
9. Циліндричний гомогенний реактор.
10. Прямокутний гомогенний реактор.
11. Реактор з відбивачем у вигляді нескінченної пластини.
12. Сферичний реактор з відбивачем.
13. Циліндричний реактор з відбивачем на боковій поверхні.
14. Циліндричний реактор з торцевим відбивачем.
15. Коефіцієнт нерівномірності.
16. Критичне рівняння реактора з відбивачем у двогруповому наближенні.
17. Гетерогенні реактори – класифікація решіток, переваги та недоліки.
18. Метод гомогенізації гетерогенного реактора. Принципи багатогрупового розрахунку реактора.
19. Основи 4-групового методу розрахунку реактора на теплових нейтронах.
20. Розрахунок для 1-ї та 2-ї груп (надрезонансні нейтрони).
21. Розрахунок для 3-ї групи. Резонансний інтеграл.
22. Розрахунок для 4-ї групи (теплові нейтрони).
23. Розрахунок ефективного коефіцієнта розмноження в одно- та дво-груповому наближенні.
24. Отруєння ксеноном.
25. Отруєння самарієм.
26. Реактори на швидких нейтронах.

Додаток 2

Приклад екзаменаційного білету

«Теорія ядерних реакторів. Частина 2. Критичні розміри реактору».

1. Вікова теорія. Вікове рівняння за відсутності поглинання.
2. Прямокутний гомогенний реактор.
3. Розрахунок для 4-ї групи (теплові нейтрони).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст.викл., к.ф.-м.н., Хоменковим Володимиром Петровичем

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

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