



Теорія ядерних реакторів.

Частина 1. Дифузія та уповільнення нейтронів.

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>III курс, весняний семестр</i>
Об'єм дисципліни	<i>3 кредитів ЄКТС (90 годин), 36 години лекцій, 18 годин практичні заняття, 36 години самостійної роботи</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.ф.-м.н., ст.викл. Хоменков Володимир Петрович,</i> vladimir.khomenkov@gmail.com Практичні заняття: <i>к.ф.-м.н., ст.викл. Хоменков Володимир Петрович,</i> vladimir.khomenkov@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/

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 1 Фізичні основи ядерних реакторів

Тема 1.1 Загальні відомості про будову ядра

Тема 1.2 Взаємодія нейтронів з ядрами

Тема 1.3 Ефективний коефіцієнт нейтронів

Модульна контрольна робота, частина I

Розділ 2 Дифузія нейтронів

Тема 2.1 Закон Фіка

Тема 2.2 Рівняння переносу нейтронів

Тема 2.3 Інтегральне рівняння переносу нейтронів

Розділ 3 Уповільнення нейтронів

Тема 3.1 Уповільнення нейтронів

Тема 3.2 Характеристики уповільнювача

Тема 3.3 Уповільнення нейтронів в середовищі за відсутності поглинання

Тема 3.4 Уповільнення нейтронів в середовищі за наявності поглинання

Модульна контрольна робота, частина II

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)
1.	Вступ. Атомна енергетика та шляхи її розвитку Лекція 1. Вступ. Задача курсу «Теорія ядерних реакторів». Необхідність використання ядерної енергетики. Література: [1] стор. 5-6, [2] стор.3-8

	СРС: Реактори нового покоління. За матеріалами Інтернет сайтів [11-17]
Розділ 1 Фізичні основи ядерних реакторів	
2.	<p style="text-align: center;">Тема 1.1. Загальні відомості про будову ядра.</p> <p>Лекція 2. Загальні відомості про будову ядра. Література: [1] стор.7-11. СРС: Визначення маси ядер та атомів. Визначення енергії зв'язку ядер. [1] стор.8-11. Лекція 3. Властивості нейтронів. Поняття складового ядра. Література: [1] стор.11-16 СРС: Визначення маси ядер та атомів. Визначення енергії зв'язку ядер. [4] стор.4-8</p>
3.	<p style="text-align: center;">Тема 1.2. Взаємодія нейтронів з ядрами.</p> <p>Лекція 4 Взаємодія нейтронів з ядрами. Ділення ядер. Література: [1] стор.16-28 СРС: Визначення енергії ділення та синтезу ядер. [4] стор.6-8</p>
4.	<p style="text-align: center;">Тема 1.3. Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів.</p> <p>Лекція 5 Основні характеристики середовища що розмножується та ядерного реактора. Формула чотирьох співмножників. Баланс нейтронів в ядерному реакторі. Література: [1] стор.28-35 СРС: Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. [4] стор.8-12</p>
Розділ 2 Дифузія нейтронів	
5.	<p style="text-align: center;">Тема 2.1. Закон Фіка.</p> <p>Лекція 6. Дифузія нейтронів. Основні поняття та визначення. Література: [1] стор.37-40. СРС: Поняття усередненої довжини та транспортного перерізу. [1] стор.40-65. Лекція 7. Закон Фіка. Література: [1] стор.40-46 СРС: Поняття осередненої довжини та транспортного перерізу. Їх визначення для ізотропного та анізотропного середовища з поглинанням та без поглинання. [1] стор.44-46</p>
6.	<p style="text-align: center;">Тема 2.2. Рівняння переносу нейтронів.</p> <p>Лекція 8. Одношвидкісне рівняння переносу нейтронів. Література: [1] стор.46-50. Визначення усередненої довжини та транспортного перерізу з врахуванням поглинанням [1] стор.44-46. Лекція 9. P_1- наближення в рішенні рівнянь переносу нейтронів. Рівняння дифузії нейтронів. Література: [1] стор.50-59. Фізичний зміст довжини дифузії. Література: [1] стор.64. Лекція 10. Рішення рівнянь дифузії для різних джерел нейтронів. Література: [1] стор.59-64 СРС: Фізичний зміст довжини дифузії. [1] стор.64</p>
7.	<p style="text-align: center;">Тема 2.3. Інтегральне рівняння переносу нейтронів.</p> <p>Лекція 11. Метод функцій Гріна. Рівняння Пайерлса. Література: [1] стор.65-68 СРС: Вирішення задач з використанням інтегрального рівняння переносу нейтронів. [1] стор.66-68</p>
Розділ 3 Уповільнення нейтронів	
8.	<p style="text-align: center;">Тема 3.1. Уповільнення нейтронів.</p> <p>Лекція 12. Зміна енергії нейтронів при взаємодії з ядрами. Література: [1] стор.68-73. СРС: Вирішення задач з використанням інтегрального рівняння переносу нейтронів. [1] стор.66-68. Лекція 13. Закон розсіяння нейтронів. Література: [1] стор.73-74</p>

	СРС: Функція розсіювання. [1] стор.73-74
9.	<p align="center">Тема 3.2. Характеристики уповільнювача.</p> <p>Лекція 14. Середньологарифмічний дикремент енергії. Властивість уповільнювати та коефіцієнт уповільнення.</p> <p>Література: [1] стор.75-78</p> <p>СРС: Вибір уповільнювача для різних типів реакторів [2] стор.15-17</p>
10	<p align="center">Тема 3.3. Уповільнення нейтронів в середовищі при відсутності поглинань.</p> <p>Лекція 15. Уповільнення нейтронів в водневому середовищі що не поглинає. Уповільнення в середовищі з масовим числом $A > 1$.</p> <p>Література: [1] стор.78-87.</p> <p>СРС: Щільність уповільнення нейтронів [1] стор.78-87.</p> <p>Лекція 16. Уповільнення нейтронів в системі, що містить ядра декількох сортів.</p> <p>Література: [1] стор.87-89</p> <p>СРС: Особливості розрахунку щільності уповільнення нейтронів за відсутності поглинання. [1] стор.78-87.</p>
11	<p align="center">Тема 3.4. Уповільнення нейтронів в середовищі за наявності поглинань.</p> <p>Лекція 17. Уповільнення нейтронів в середовищі при поглинанні.</p> <p>Література: [1] стор.89-92.</p> <p>СРС: Особливості розрахунку щільності уповільнення нейтронів за наявності поглинання. [1] стор.89-95.</p> <p>Лекція 18. Імовірність запобігання резонансного захоплення нейтронів.</p> <p>Література: [1] стор.92-95</p> <p>СРС: Особливості розрахунку щільності уповільнення нейтронів за наявності поглинання. [1] стор.89-95.</p>

Практичні заняття

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

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1 Фізичні основи ядерних реакторів	
1.	<p align="center">Тема 1.1. Загальні відомості про будову ядра.</p> <p>Заняття 1. Мікроскопічний переріз взаємодії нейтронів з ядрами. Макроскопічний переріз. Ядерна концентрація. Розрахунок перерізів.</p> <p>Література: [4] стор.6-8.</p> <p>СРС: Ядерна концентрація. Розрахунок перерізів.</p> <p>Література: [4] стор.6-8.</p>
2.	<p align="center">Тема 1.2. Взаємодія нейтронів з ядрами.</p> <p>Заняття 2. Наводиться інформація про типи чарунок реакторів. Вводиться поняття елементарної паливної чарунки в цілому та для кожного типу реактора окремо.</p> <p>Література: [1] стор.186-188.</p> <p>СРС: Поняття паливної чарунки</p> <p>Література: [1] стор.186-188.</p> <p>Заняття 3,4. Розрахунок макроскопічних перерізів для зони 0.</p> <p>Література: [4] стор.6-9.</p> <p>СРС: Методи розрахунків макроскопічних перерізів ядерних реакцій.</p> <p>Література: [4] стор.6-9.</p> <p>Заняття 5. Розрахунок макроскопічних перерізів для зони 1, 2.</p> <p>Література: [4] стор.9-13.</p> <p>СРС: Методи розрахунків макроскопічних перерізів ядерних реакцій для зон 1,2</p>

	Література: [4] стор.9-13.
3.	<p style="text-align: center;">Тема 1.3. Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів.</p> <p>Заняття 6. Формула чотирьох співмножників. Література: [1] стор.32-35. СРС: Методи визначення ефективного коефіцієнту розмноження. Література: [1] стор.32-35.</p> <p>Заняття 7. Розрахунок коефіцієнта розмноження на швидких нейтронах. Література: [1] стор.195-199. СРС: Розрахунок коефіцієнта розмноження на швидких нейтронах. Література: [1] стор.195-199.</p> <p>Заняття 8. Розрахунок коефіцієнта розмноження на теплових нейтронах. Література: [1] стор.32-35. СРС: Коефіцієнт розмноження на теплових нейтронах. Література: [1] стор.32-35.</p> <p>Заняття 9. Розрахунок коефіцієнта використання теплових нейтронів. Література: [1] стор.224-235. СРС: Коефіцієнт використання теплових нейтронів. Література: [1] стор.224-235.</p> <p>Заняття 10,11. Розрахунок імовірності запобігання резонансної втрати нейтронів. Література: [1] стор.92-95. СРС: Розрахунок імовірності запобігання резонансної втрати нейтронів. Література: [1] стор.202-207.</p> <p>Заняття 12. Розрахунок імовірності запобігання втрати нейтронів. Література: [1] стор.32-35. СРС: Радіаційне захоплення нейтронів Література: [1] стор.212-222.</p> <p>Заняття 13. Розрахунок коефіцієнта розмноження нейтронів. Література: [4] стор.30-34. СРС: Визначення коефіцієнта розмноження нейтронів для нескінченного середовища, а також ефективного коефіцієнту розмноження. Література: [4] стор.30-34.</p>
Розділ 2 Дифузія нейтронів	
4.	<p style="text-align: center;">Тема 2.2. Рівняння переносу нейтронів.</p> <p>Заняття 14. Вирішення задач. Атомне ядро. Атомна енергія. Література: [1] стор.75-78. СРС: Основні властивості атомного ядра [3]: стор.125-130.</p> <p>Заняття 15,16. Вирішення задач. Потужність реактора. Література: [1] стор.75-78. СРС: Характеристики енерговиділення реактора Література: [1] стор.75-78.</p>
Розділ 3 Уповільнення нейтронів	
5.	<p style="text-align: center;">Тема 3.2. Характеристики уповільнювача.</p> <p>Заняття 17,18. СРС: Вирішення задач. Потужність реактора. Література: [1] стор.102-104 Визначення віку нейтронів Література: [1] стор.95-110.</p>

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. Реактори нового покоління. За матеріалами Інтернет сайтів [11-17].
2. Визначення маси ядер та атомів. Визначення енергії зв'язку ядер. [1] стор.8-11.
3. Визначення маси ядер та атомів. Визначення енергії зв'язку ядер. [4] стор.4-8.

4. Визначення енергії ділення та синтезу ядер. [4] стор.6-8.
5. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. [4] стор.8-12.
6. Поняття усередненої довжини та транспортного перерізу. [1] стор.40-65.
7. Поняття осередненої довжини та транспортного перерізу. Їх визначення для ізотропного та анізотропного середовища з поглинанням та без поглинання. [1] стор.44-46.
8. Визначення усередненої довжини та транспортного перерізу з врахуванням поглинанням [1] стор.44-46.
9. Фізичний зміст довжини дифузії.
10. Вирішення задач з використанням інтегрального рівняння переносу нейтронів. [1] стор.66-68.
11. Функція розсіювання. [1] стор.73-74
12. Вибір уповільнювача для різних типів реакторів [2] стор.15-17.
13. Щільність уповільнення нейтронів [1] стор.78-87.
14. Особливості розрахунку щільності уповільнення нейтронів за відсутності поглинання. [1] стор.78-87.
15. Особливості розрахунку щільності уповільнення нейтронів за наявності поглинання. [1] стор.89-95.

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. Основні типи реакторів. Їх переваги та недоліки.
2. Енергія зв'язку ядра. Стійкість ядер.
3. Досягнення та недоліки краплинної моделі ядра. Оболонкова модель.

4. Формула Вайцзеккера.
5. Фізичні процеси нейтронного циклу теплових ЯР.
6. Формула 4-х множників та її складові. Ефективний коефіцієнт розмноження.
7. Зміна енергії нейтронів при пружному розсіянні.
8. Розподіл ймовірності розсіяння. Анізотропне розсіяння. Транспортний переріз.
9. Середньологарифмічний декремент енергії.
10. Сповільнення нейтронів у водневих непоглинаючих середовищах.
11. Густина сповільнення у водневому середовищі.
12. Сповільнення в середовищах з масовим числом $A > 1$. Випадок $E > \alpha E_0$.
13. Сповільнення в середовищах з масовим числом $A > 1$. Випадок $E \ll \alpha E_0$.
14. Сповільнення в середовищах при наявності поглинання.
15. Ймовірність уникнути резонансного захоплення (у випадку вузьких резонансів).
16. Дифузія нейтронів. Основні характеристики. Закон Фіка.
17. Рівняння дифузії для моноенергетичних нейтронів.
18. Граничні умови для стаціонарного рівняння дифузії. Довжина екстраполяції.
19. Розв'язок рівняння дифузії для плоского джерела у випадку необмеженого середовища.
20. Розв'язок рівняння дифузії для плоского джерела у випадку обмеженого середовища.
21. Розв'язок рівняння дифузії для точкового джерела у випадку необмеженого середовища.
22. Розв'язок рівняння дифузії для точкового джерела у випадку обмеженого середовища.
23. Розв'язок рівняння дифузії для лінійного джерела у випадку необмеженого середовища.
24. Розв'язок рівняння дифузії для лінійного джерела у випадку обмеженого середовища.
25. Метод функцій Гріна.
26. Інтегральне рівняння Пайєрлса.
27. Перехід від рівняння Пайєрлса до рівняння дифузії.

Додаток 2

Приклад екзаменаційного білету

«Теорія ядерних реакторів. Частина 1. Дифузія та уповільнення нейтронів».

1. *Основні типи реакторів. Їх переваги та недоліки.*
2. *Розподіл ймовірності розсіяння. Анізотропне розсіяння. Транспортний переріз.*
3. *Розв'язок рівняння дифузії для точкового джерела у випадку необмеженого середовища.*

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.)