



ЯДЕРНА ТА НЕЙТРОННА ФІЗИКА

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 частина</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 4-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>165 годин/5,5 кредитів ЄКТС, лекції 36год., практичні 18 год., лабораторні 18 год..</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/модульна контрольна робота, домашня контрольна робота, лабораторні роботи</i>
Розклад занять	<i>1 лекція у тиждень, 1 лабораторна робота у 2 тижня, 1 практичне заняття у 2 тижня, http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат фіз-мат наук, доцент, Леценко Б.Ю. borys.bondar@gmail.com Практичні / Семінарські: кандидат фіз-мат наук, ст. викладач Бондар Б.М. Лабораторні: кандидат фіз-мат наук, доцент Леценко Б.Ю. borisleshch@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна забезпечує отримання студентами знань з основних понять ядерної та нейтронної фізики, методів розрахунку простих ядерних систем, а також оцінювання точності розрахунків; вміння самостійно працювати з навчально-методичною та довідковою літературою з ядерної та нейтронної фізики; розв'язувати основні типи задач з ядерної та нейтронної фізики; розуміти суть фізики субатомного рівня, визначати межі застосування законів ядерної та нейтронної фізики.

Предметом навчальної дисципліни є: сучасне уявлення про будову ядра та ядерних систем; квантові закони до опису процесів випромінювання та поглинання гамма-квантів і частинок ядрами; основні характеристики взаємодії нейтронів з речовиною; квантова механіка при описі ядерних реакцій під дією нейтронів; основні параметри ланцюгової ядерної реакції поділу.

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

1. Здатність використовувати аналітичні та експериментальні методи, а також методи моделювання для вирішення професійних завдань (ФК 10).
2. Здатність використовувати знання характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів у професійній діяльності в галузі атомної енергетики (ФК 13).

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програми результати навчання**:

1. Здійснювати розрахунки об'єктів атомно-енергетичного комплексу, виробів, процесів і систем в галузі атомної енергетики, що задовольняють конкретні технічні, економічні, законодавчі та інші вимоги; обрання і застосовування адекватної методології проектування (ПРН 5);
2. Знати і розуміти основні методики проектування і досліджень у сфері атомної енергетики, їх теоретичні основи, сферу застосування та обмеження (ПРН 11);
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)

Перелік дисциплін, або знань та умінь, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни:

1. ПО 2 Фізика

Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни:

1. ПО 8 Теорія теплообміну.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Предмет та методологія ядерної фізики

Тема 1.1. Предмет та методологія ядерної фізики. Основні етапи розвитку. Місце та роль ядерної фізики в загальній системі природних наук. Зв'язок з іншими науками та розділами фізики.

РОЗДІЛ 2. Загальні властивості ядер

Тема 2.1. Дефект маси. Енергія зв'язку ядер. Формула Вайцекера для питомої енергії зв'язку.
Тема 2.2.. Розміри та деформація ядер. Статичні мультипольні моменти ядер.

РОЗДІЛ 3. Ядерні сили

Тема 3.1. Властивості ядерних сил.
Тема 3.2. Основи теорії структури дейтрона.

РОЗДІЛ 4. Моделі ядер

Тема 4.1. Класифікація моделей. Колективні моделі ядра.
Тема 4.2. Моделі незалежних частинок. Модель Фермі-газу. Оболонкова модель ядра.

РОЗДІЛ 5. Ядерні реакції.

Тема 5.1. Загальні закономірності ядерних реакцій. Закони збереження в ядерних реакціях.
Тема 5.2. Механізми ядерних реакцій.

РОЗДІЛ 6. Радіоактивність

Тема 6.1. Класифікація радіоактивних розпадів. Загальні закони радіоактивного розпаду.
Тема 6.2. Теорії α - та β -розпадів.
Тема 6.3. Ядерна ізомерія. Запізнені нейтрони та механізм їх появи.
Тема 6.4. Резонансне поглинання γ -квантів. Ефект Месбауера та його використання.

РОЗДІЛ 7. Основи нейтронної фізики

Тема 7.1. Основні властивості та джерела нейтронів.
Тема 7.2 ..Взаємодія нейтронів з ядрами.

РОЗДІЛ 8. Ядерна енергетика

Тема 8.1. Ланцюгова реакція ділення важких ядер.

Тема 8.2. Ядерні реактори поділу.

Тема 8.3. Проблеми керованого термоядерного синтезу.

РОЗДІЛ 9. Фізика елементарних частинок

Тема 9.1. Загальні властивості елементарних частинок та типи їхньої взаємодії.

Тема 9.2. Космічні промені.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література

1. Булавін Л. А., Тартаковський В. К. Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005.
2. Каденко І.М., Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок: підручник. 2-ге вид., переробл. і доповн. Електронна версія. К.-2019, 467 с. ISBN 978-966-433-022-2.
3. Плюйко В. А. Основи теорії ядра та ядерних процесів. Фізика атомного ядра. – К.: ВПЦ, "Київ. ун-т", 2002.; Ядерні процеси. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2003.
4. Леценко Б.Ю. Задачі до курсів: «Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною», «Методи реєстрації ядерного випромінювання», «Детектори ядерного випромінювання», «Ядерна фізика». –К.: ВПЦ «Київський університет», 2001. –15с.

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

1. Ииханов Б. С. Частицы и атомные ядра. – М.: МГУ, 2007;
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru>.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика.-М.:Наука,1980.
4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1. "Физика атомного ядра". М.:Энергоатомиздат,1983.
5. Власов Н.А., Нейтроны-М.,Наука,1971.
6. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики.-М.:Энергоатомиздат, 1977
7. Гопыч П. М., Залюбовский И. И. Ядерная спектроскопия. – Х.: Вища шк., 1980.
8. Немец О. Ф., Теренецкий К. О. Ядерные реакции. – К.: Вища шк., 1977.

Інформаційні ресурси

- бази даних експериментальних та оцінених величин перерізів ядерних реакцій <https://www-nds.iaea.org/exfor/>; <https://www-nds.iaea.org/exfor/endlf.htm#1>
- бази даних характеристик ізотопів Live chart nuclides <https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування навчальної дисципліни застосовуються:

1. Пояснювально-ілюстративний та інформаційно-рецептивний метод – студенти одержують знання на лекціях та з навчальної і навчально-методичної літератури.

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

Лекція 1. Вступ: предмет та методи ядерної фізики; основні етапи розвитку; місце та роль ядерної фізики в загальній системі природничих наук; зв'язок з іншими науками та розділами

фізики. Історичний огляд та філософські аспекти розвитку. Масштаби фізичних величин у ядерній фізиці.

Лекція 2. Склад, маса та заряд ядра. Енергія зв'язку ядра. Дефект маси. Формула Вайцзекера, її фізична інтерпретація в моделі рідкої краплини. Нуклоностабільні ядра. Смуга бета-стабільності.

Лекція 3. Радіус та форма ядра. Електричний квадрупольний момент. Спін та магнітний момент ядра. Надтонке розщеплення. Ядерний магнітний резонанс. Статистичні властивості ядер. Принцип Паулі

Лекція 4. Ядерні сили. Феноменологічний підхід до вивчення ядерних сил. Властивості дейтрона. Нуклон-нуклона взаємодія при низьких та високих енергіях. Мезонна теорія ядерних сил.

Лекція 5. Класифікація моделей. Колективні моделі ядра. Крапельна модель ядра. Використання моделі для виведення формули для енергії зв'язку ядра, для пояснення ділення при великих збудженнях, для пояснення гігантського дипольного резонансу, для пояснення колективних збуджень. Коливальні та обертальні рівні.

Лекція 6 . Ядерний Фермі-газ. Оцінка глибини потенційної ями. Оболонкова модель ядра. Урахування спін-орбітальної взаємодії. Магічні числа. Узагальнена модель ядра. Одночастинкові стани у несферичній ямі. Обчислення спінів та магнітних моментів ядер. Розщеплення рівнів в залежності від величини та знака деформації. Обертальні стани. Коливальні рівні.

Лекція 7 . Ядерні реакції. Загальні закономірності. Ефективний переріз та функція збудження. Канали реакції. Закони збереження в ядерних реакціях.

Лекція 8. Механізми ядерних реакцій. Зв'язок енергетичної ширини рівня та часу життя. Складене ядро. Прямі процеси. Реакція зриву. Кутовий розподіл продуктів реакції.

Лекція 9. Класифікація радіоактивних розпадів. Загальні закони радіоактивного розпаду. Статистичний характер розпаду. Активність. Одиниці виміру. Закон Гейгера-Неттола.

Лекція 10. Механізм α -розпаду (тунельний ефект). β -Розпад. Три типи β -розпаду. Енергетичний спектр електронів розпаду та. γ -Випромінювання ядер. Типи електромагнітних переходів.

Лекція 11. Ядерна ізомерія. Пояснення явища. Запізнені нейтрони та механізм їх появи.

Лекція 12. Резонансне поглинання γ -квантів. Ефект Месбауера та його використання.

Лекція 13. Основні властивості нейтронів. Джерела нейтронів. Методи реєстрації нейтронів. Класифікація нейтронів. Поперечний переріз взаємодії нейтронів з ядрами. Класифікація перерізів. Залежність перерізу взаємодії нейтронів від їх енергії.

Лекція 14. Взаємодія нейтронів з речовиною. Сповільнення нейтронів. Летаргія нейтронів. Дифузія теплових нейтронів. Елементарний акт ділення важких ядер. Радіоактивність уламків. Енергетичний спектр нейтронів ділення. Миттєві та запізнені нейтрони. Елементарна теорія ділення на основі крапельної моделі ядра.

Лекція 15. Ланцюгова реакція ділення важких ядер. Умови здійснення ланцюгової реакції ділення. Коефіцієнт розмноження нейтронів. Формула чотирьох множників. Критична маса.

Лекція 16. Ядерні реактори. Роль запізнених нейтронів в керуванні ланцюговою реакцією. Реактори на швидких нейтронах. Атомні електростанції, їх основні параметри. Розвиток атомної енергетики.

Лекція 17. Принципові умови здійснення ланцюгової реакції синтезу легких ядер. Водневий та азотно-вуглецевий цикли. Перспективи здійснення керованих термоядерних реакцій. Способи отримання гарячої плазми. Забезпечення термоізоляції за допомогою магнітного поля.

Лекція 18. Типи взаємодії між частинками. Закони збереження. Механізми взаємодії елементарних частинок. Порушення закону збереження парності в слабких взаємодіях. Спіральність нейтрино. Анігіляція. Систематика елементарних частинок. Кварки та квантова хромодинаміка. Космічні промені. Зливи. Склад м'якої та жорсткої компонент.

- 2. Репродуктивний метод** - організовується діяльність студентів за кількарізним відтворенням засвоєваних знань, для цього використовуються різноманітні вправи, лабораторні, практичні роботи, програмований контроль, і різні форми самоконтролю.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1. Формула Вайцзекера для питомої енергії зв'язку.
2. Розміри та деформація ядер. Статичні мультипольні моменти ядер.

3. Класифікація моделей. Колективні моделі ядра.
4. Моделі незалежних частинок.
5. Механізми ядерних реакцій.
6. Теорії α - та β -розпадів.
7. Резонансне поглинання γ -квантів. Ефект Месбауера та його використання.
8. Взаємодія нейтронів з ядрами.
9. Ланцюгова реакція ділення важких ядер.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

1. Виконання л/р №1 «Закономірності флуктуацій при реєстрації ядерного випромінювання»
2. Виконання л/р №2 «Вивчення поглинання γ -випромінювання за допомогою сцинтиляційного лічильника»
3. Виконання л/р №3 «Сцинтиляційний гамма-спектрометр»
4. Виконання л/р №4 «Визначення потужності експозиційної дози гамма-випромінювання»
5. Захист л/р №1 «Закономірності флуктуацій при реєстрації ядерного випромінювання»
6. Захист л/р №2 «Вивчення поглинання γ -випромінювання за допомогою сцинтиляційного лічильника»
7. Захист л/р №3 «Сцинтиляційний гамма-спектрометр»
Захист л/р №4 «Визначення потужності експозиційної дози гамма-випромінювання».

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Метою самостійної роботи є засвоєння наданих на лекціях теоретичних матеріалів. Студенти проводять підготовку до лекцій, лабораторних та практичних занять шляхом:

- вивчення матеріалу, викладеного на попередній лекції та практичному занятті;
- розв'язування задач, які були задані для домашньої роботи на практичному занятті;
- виконання розрахунків за даними, отриманими на практичному занятті та лекції;
- вивчення матеріалу, аналізу розрахунків та формулювання висновків при виконанні домашніх завдань та лабораторних робіт.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання проводиться у вигляді потокових лекцій з використанням відеопроєктора, практичних і лабораторних занять з експрес-опитуванням.

Заняття проводяться відповідно до розкладу, запізнення не допускаються. Відвідування занять усіх видів (лекцій та практичні заняття) є обов'язковим як при навчанні в аудиторіях, так і при використанні дистанційного режиму навчання. В останньому випадку заняття проводяться в режимі онлайн-конференцій і студенти їх «відвідують» під'єднуючись за наданими викладачем посиланням. На практичних заняттях студенти працюють самостійно, використовуючи довідкову літературу.

Правила поведінки на заняттях – не заважати зайвою діяльністю, розмовами (в тому числі телефоном) іншим студентам слухати лекцію. В аудиторіях та при дистанційному навчанні вдома дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з обладнанням.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів передбачають заохочувальні бали за академічну активність на лекційних заняттях, штрафні бали нараховуються при виявленні фактів порушення правил доброчесності при виконанні контрольних і можуть накладатися у розмірі оцінки передбаченої за конкретну роботу. Модульна контрольна робота пишеться самостійно, користування додатковими матеріалами виключено.

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)

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання лабораторних робіт;
- виконання та захист ДКР;
- виконання МКР (дві частини);
- відповідь на екзамені.

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

- 1) дві відповіді в середньому кожного студента на лекційних і практичних заняттях (на одному занятті обпитуються приблизно 2 студенти);
- 2) виконання ДКР;
- 3) виконання і захист лабораторних робіт;
- 4) виконання МКР;
- 5) відповідь на екзамені при виконанні умов допуску і бажанні студента підвищити оцінку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях і лекціях

Ваговий бал — 5. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1=5$ балів $\times 2 = 10$ балів.

Критерії оцінювання:

5 балів — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **4 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **3 бали** — неповна відповідь; **2 бали** — наявність несуттєвих помилок в неповній відповіді, **1 бал** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді, **0 балів** — відсутність відповіді.

2. Виконання і захист ДКР

Максимальна кількість балів за виконання домашньої контрольної роботи 5 балів і за захист 5 балів, тобто сумарна кількість балів дорівнює $r_2= 10$. Завдання для виконання ДКР видається студенту на початку семестру, строк захисту – останнє практичне заняття. Виконання завдань і захист розрахункової роботи обов'язкове.

Критерії оцінювання (виконання розрахункової роботи):

5 балів — повне виконання завдання, відповідність вимогам щодо оформлення та повна вірна відповідь на поставлені запитання; **4 бали** — повне виконання завдання, незначна невідповідність вимогам щодо оформлення або з деякими незначними неточностями у тому числі у відповідях на поставлені запитання; **3 бали** — виконання завдання з деякими помилками, неповна відповідь на захисті, невідповідність вимогам щодо оформлення; **2 бали** — виконання завдання з грубими помилками, невідповідність вимогам щодо оформлення, наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді – робота не зарахована, потребує доопрацювання.

Штрафні бали – несвоєчасне представлення та/або захист розрахункової роботи без поважної причини (хвороба) — **1 бал**.

3. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини — 5. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_4=2 \times 5 = 10$ балів.

Критерії оцінювання:

5 балів — повна вірна відповідь на завдання; **4 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **3 бали** — неповна відповідь; **2 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **0...1 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

4. Лабораторні роботи

Ваговий бал — 4. Максимальна кількість балів студента за всі лабораторні роботи дорівнює $r_2=5$ бали $\times 4 = 20$ балів.

Критерії оцінювання (підготовка, виконання, якість захисту роботи):

5 бали — при попередній перевірці підготовленості до виконання лабораторної роботи студент дає чіткі відповіді на контрольні запитання, добре орієнтується в лабораторному устаткуванні, приладах і в методиці виконання дослідів, отримує задовільні результати дослідів, дає їх вичерпане пояснення й відмінно захищає; **4 бали** — студент добре знає теоретичний матеріал, добре орієнтується в методиці проведення роботи і отримує задовільні результати дослідів, але допускає незначні похибки в процесі їх проведення та при відповідях на контрольні запитання; **3 бали** — студент не повністю орієнтується в теоретичному матеріалі, допускає похибки в процесі виконання дослідів і обробці їх результатів; **2 бал** — студент робить суттєві помилки у відповідях при попередній перевірці знань, в процесі виконання та при захисті роботи, але після корегування викладачем результати дослідів можна вважати задовільними; **0...1 балів** — повна неготовність до виконання роботи або відсутність її результатів.

Штрафні бали за:

- недопуск до лабораторних робіт за результатами вхідного контролю — - **1 бал**;
- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини..... — - **1 бал**;
- несвоєчасний захист лабораторної роботи без поважної причини..... — - **1 бал**.

Заохочувальні бали

Сума заохочувальних балів не повинна перевищувати 20 балів. Додатково до рейтингу зараховуються бали:

- 1.1. за отримані сертифікати, що підтверджують участь у науково-практичних, наукових конференціях або проходження спеціалізованих курсів (наприклад МАГАТЕ) за тематикою дисципліни (3 бали/сертифікат);
- 1.2. за публікацію статті у науковому журналі за тематикою дисципліни (10 балів/стаття);
- 1.3. за ведення охайного конспекту (5 балів).

Розрахунок суми основних рейтингових балів

Сума основних рейтингових балів відповідає рейтинговій шкалі (100 балів)

Розрахунок шкали рейтингу:

$$R = 10 (МКР) + 10 (ДКР) + 10 (ПЗ) + 20 (ЛР) + 50 (іспит) = 100 \text{ балів.}$$

Система додаткових рейтингових балів та відповідні критерії оцінювання

На екзамені студенти виконують письмову роботу. Кожне завдання містить 2 теоретичних питання, кожне з яких оцінюється у 10 балів, та одне практичне завдання, яке оцінюється у 30 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9...10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7...8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 5...6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0...4 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повна відповідь без помилок (не менше 90% потрібної інформації) – 27...30 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 21...27 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 15...20 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0...14 балів.

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

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 студентом умов допуску до заліку. Студентам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимального можливого (тобто $R_c \geq 45$), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 50 + \frac{50 \cdot (R_i - R_D)}{(R_c - R_D)},$$

де R – оцінка за 100-бальною шкалою;

R_i – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

R_c – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

R_D – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

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)

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).

1. 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.

2. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

– сертифікатів проходження дистанційних чи он-лайн курсів за тематикою дисципліни;

– сертифікатів, які підтверджують участь у науково-практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;

публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни

Додаток 1

Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи

1. Склад і властивості ядер. Основні характеристики нуклонів.
2. Застосування закону Кулона до процесів розсіяння і синтезу ядер (експеримент Резерфорда, синтез важких і середніх ядер з використанням прискорювачів).
3. Дефект маси та енергія зв'язку ядра. Визначення та відмінності цих понять.
4. Методи обчислення енергії зв'язку ядра та питомої енергії зв'язку на нуклон.
5. Енергія приєднання та енергії від'єднання нуклона від ядра. Їх зв'язок між собою.
6. Спін, орбітальний та повний момент частинок. Основні поняття та визначення, зв'язок між цими величинами.
7. Визначення спіну і парності ядер в рамках оболонкової моделі.
8. Основні властивості ядерних реакцій. Переріз реакції.
9. Обчислення кількості ядерних взаємодій за заданих умов опромінення.
10. Обчислення Q -реакції через маси частинок, дефекти мас та енергії зв'язку.

Додаток 2

Список теоретичних питань до екзамену

1. Загальні властивості ядр.
2. Маса ядра та його складових. Атомна одиниця маси. Енергетичні одиниці маси.
3. Радіус ядра, методи його вимірювання.
4. Розмір та форма ядра. Електричний квадрупольний момент ядра.
5. Дефект маси та енергія зв'язку ядра.
6. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
7. Спін та магнітний момент ядра. Методи визначення.
8. Ядерний магнітний резонанс та його використання.
9. Статистика в мікросвіті. Принцип Паулі.
10. Парність. Закон збереження парності.
11. Властивості ядерних сил. Мезонна теорія ядерних сил.
12. Моделі атомних ядер. Класифікація, загальні властивості.
13. Крапельна модель ядра. Формула Вейцзеккера.
14. Модель Фермі-газу.
15. Оболонкова та узагальнена моделі ядер.
16. Ядерні реакції. Класифікація та закони збереження в ядерних реакціях.
17. Властивості ядерних реакцій. Кулонівський бар'єр та Q -реакції.
18. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.

19. *Типи радіоактивних розпадів. Енергетичні співвідношення, що регулюють різні типи розпадів.*
20. *Основні властивості α -розпаду, β - розпаду і k - захвата.*
21. *γ - випромінювання ядер. Природа явища та основні властивості.*
22. *Типи електромагнітних переходів та правила відбору.*
23. *Ефект Мессбауера.*
24. *Основні властивості нейтронів та їх класифікація за енергією.*
25. *Ядерні реакції під дією нейтронів.*
26. *Сповільнення та дифузія нейтронів. Середньологарифмічна втрата енергії.*
27. *Елементарний акт ділення важких ядер. Енергія, що виділяється.*
28. *Миттєві та запізнілі нейтрони. Механізм їх виникнення.*
29. *Ланцюгова реакція поділу. Критичні розміри. Коефіцієнт розмноження.*
30. *Динаміка ланцюгової реакції. Період реактора.*
31. *Формула 4-х співмножників.*
32. *Ядерні реактори. Будова, принцип роботи та їх експлуатація.*
33. *Реакції синтезу легких ядер. Проблеми керованої ланцюгової реакції синтезу*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, кафедри АЕС і ІТФ, кандидат фіз-мат наук, Лещенко Б.Ю.

доцент кафедри АЕС і ІТФ, кандидат фіз-мат наук, Лещенко Б.Ю.

Ухвалено: кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 15/а від 30.06. 2022 р.)

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