



ДОЗИМЕТРІЯ ТА ЗАХИСТ ВІД ВИПРОМІНЮВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 8-й семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,0 кредитів ЄКТС; 120 годин, з них лекції – 36, практичні – 18, лабораторні роботи – 9, СРС – 57.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Модульна контрольна робота, залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент, Новаківський Є.В. Практичні / Семінарські: кандидат фіз-мат наук, Бондар Б.М., borys.bondar@gmail.com Лабораторні: кандидат фіз-мат наук, Бондар Б.М., borys.bondar@gmail.com
Розміщення курсу	<i>https://login.kpi.ua, https://do.ipk.kpi.ua/ https://drive.google.com/drive</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Проектування, експлуатація та подальше зняття з експлуатації будь-яких ядерно-фізичних об'єктів завжди супроводжуються питаннями радіаційної безпеки. Предметом вивчення курсу є дозиметрія полів іонізуючого випромінювання та захист від нього, нормативно-правова документація регулювання діяльності з використанням ДІВ. Курс дає змогу вивчити основні розрахунково-аналітичні та нормативно-правові аспекти діяльності в сфері ядерної та радіаційної безпеки. Такі знання є необхідними як для науково-технічної, так і адміністративної роботи, що пов'язана з джерелами іонізуючого випромінювання.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 2. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та ядерно-радіаційної безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу.

ФК 7. Здатність досліджувати та визначати проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з питаннями законодавства, охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в галузі атомної енергетики.

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

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

ПР 4. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні проблеми атомної енергетики; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПР 9. Знати, розуміти і застосовувати нормативні документи, стандарти інженерної практики і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань.

ПР 13. Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки інженерної практики

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

Дисципліна базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін: «Вища математика» ПО 1, «Фізика» ПО 2; «Атомна та квантова фізика» ПО 13, «Ядерна та нейтронна фізика» ПО 14.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Основні поняття та закони

Тема 1.1. Радіоактивність.

Тема 1.2 Взаємодія іонізуючих випромінювань із речовиною.

Тема 1.3 Біологічна дія іонізуючих випромінювань.

Тема 1.4 Нормування іонізуючих випромінювань.

РОЗДІЛ 2. Радіаційний захист та безпека

Тема 2.1 Джерела іонізуючих випромінювань на АЕС.

Тема 2.2. Принципи, методи та засоби радіаційного захисту.

Тема 2.3. Захист від іонізуючих випромінювань на АЕС.

РОЗДІЛ 3. Радіаційний контроль

Тема 3.1. Системи радіаційного контролю.

Тема 3.2. Прилади радіаційного контролю.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни:

1) Базова:

- 1. А.В. Носовський, Б.М. Бондар «Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник». Київ: Фенікс, 2020. – 408с. – (Серія «Безпека атомних станцій»).
- 2. І. Ю. Чернявський Ч 25 Військова дозиметрія: навч. посіб. / І. Ю. Чернявський, В. В. Марущенко, І. М. Мартинюк. – Х.: ФВП НТУ «ХПІ», 2011. – 528 с.
- 3. Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. - 256с. – (Безпека атомних станцій).

2) Додаткова:

- 1. Науково-технічні основи зняття з експлуатації АЕС з реакторами РБМК [Текст] : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.14.14 / Носовський Анатолій Володимирович ; Одеський національний політехнічний ун-т. - О., 2002. - 36 с.Радіаційна безпека:
- 2. Навчальний посібник для виконання самостійних та практичних робіт студентів. Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка». 2021. – 92 с.Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Київ -1997
- 3.Основні санітарні правила і норми України ОСПУ-2005, Наказ МОЗ №54 від 02.02.2005;
- 4.Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 р. за №15/98-ВР;
- 5. бази даних по перерізах взаємодії гамма-квантів з атомами <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>;
- 6. бази даних по масових коефіцієнтах ослаблення та поглинання енергії <https://www.nist.gov/pml/x-ray-mass-attenuation-coefficients>.

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.

Лекції:

1. Предмет і мета дисципліни. Місце дисципліни у підготовці інженерів. Сучасні методи дослідження. Введення до курсу. Програма курсу. Роз'яснення щодо вивчення курсу, виконання контрольних і лабораторних робіт, проведенню екзамену. Рекомендації з використання літературних джерел за курсом.

2. Явище радіоактивності. Види радіоактивності. Природний радіаційний фон. Види та джерела іонізуючих випромінювань. Схеми радіаційного розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду.

3. Основні дозиметричні величини. Міжнародна система одиниць. Активність радіонукліда. Характеристики поля випромінювання. Дозові характеристики поля випромінювання. Зважувальні коефіцієнти випромінювання. Співвідношення між одиницями радіоактивних величин.

4. Механізми втрати енергії зарядженими частинками. Взаємодія заряджених частинок із речовиною. Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. Закон радіоактивного ослаблення. Схеми взаємодій електромагнітного випромінювання з речовиною. Коефіцієнти ослаблення випромінювання.

5. Взаємодія нейтронів із речовиною. Розбивка нейтронів за енергіями. Пружне розсіювання. Радіаційне захоплення з випускненням фотону. Радіаційне захоплення з випускненням зарядженої частинки. Непружне розсіювання. Поділ ядер.

6. Фонове опромінення людини. Дія випромінювань на організм. Зовнішнє, внутрішнє, місцеве, дрібне, гостре, хронічне та контактне опромінення. Процеси, що відбуваються в біологічних тканинах. Гострі ефекти та віддалені наслідки опромінення. Променева хвороба. Різні теорії радіаційного впливу. Рівні індивідуального радіаційного ризику.

7. Етапи встановлення безпечних лімітів опромінення. Міжнародні правила та рекомендації. Національні правила та норми. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97. Основні дозові ліміти. Допустимі та контрольні рівні. Позитивні ефекти опромінення. Подальший розвиток системи нормування.

8. Активна зона ядерного реактора. Теплоносій та обладнання першого контуру. Інші джерела іонізуючих випромінювань на АЕС. Скиди та викиди АЕС в навколишнє середовище.

9. Фундаментальні принципи безпеки. Культура безпеки. Основні принципи радіаційного захисту. Методи забезпечення радіаційного захисту. Засоби забезпечення радіаційного захисту.

10. Радіаційна безпека та радіаційний захист. Організація радіаційного захисту на АЕС. Технічні та організаційні засоби радіаційного захисту.

11. Організація робіт з джерелами іонізуючих випромінювань. Правила роботи із закритими та відкритими джерелами іонізуючих випромінювань. Поводження з радіоактивними відходами.

12. Організація радіаційного захисту при аваріях на АЕС. Класифікація аварій і аварійних ситуацій. Оцінка радіаційної обстановки. Аварійне планування. Рівні втручання. Дії персоналу АЕС при аваріях. Аварійна дозиметрія.

13. Види радіаційного контролю. Програма радіаційного контролю. Три види радіаційного моніторингу робочих місць. Індивідуальний моніторинг людини. Методи вимірювання радіоактивних газів та аерозолів.

14. Класифікація приладів радіаційного контролю. Стаціонарні системи радіаційного контролю. Система контролю герметичності оболонок ядерного палива.

15. Переносні прилади радіаційного контролю. Фотопліночні дозиметри. Термолюмінесцентні та фотолюмінесцентні дозиметри. Дозиметри електроні, кишенькові, персональні сигнальні, нейтроні, сцинтиляційні та напівпровідникові.

16. Прилади внутрішнього радіаційного контролю. Лічильники випромінювання людини. Прилади радіаційного контролю навколишнього середовища. Забезпечення якості радіаційного контролю.

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. Закон радіоактивного розпаду. Активність, стала розпаду – 4 задач.
 2. Основні дозиметричні величини – 4 задач.
 3. Характеристики поля випромінювання – 2 задач.
 4. Доза від нейтронного випромінювання – 2 задачі.
 5. Захист від випромінювання – 2 задачі.
 6. Розрахунок захисту реакторної установки – 2 задачі.
- Загалом – 18 задач.

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»
8. Захист л/р №4 «Визначення потужності експозиційної дози гамма-випромінювання»

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Студенти проводять підготовку до лекцій, практичних та лабораторних 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 лабораторних роботах;
- вивчення матеріалу, аналізу розрахунків та формулювання висновків при виконанні лабораторної роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог:

- Відвідування лекцій, практичних і лабораторних занять є обов'язковими;
- На заняттях студент повинен приймати активну участь в роботі з викладачем – відповідати на запитання, пропонувати варіанти розв'язування задач, демонструвати виконані домашні завдання та ін.;
- Для захисту лабораторних робіт студент повинен продемонструвати розуміння явищ, процесів, законів, що вивчаються в роботі, надати та пояснити методику обчислень та отримані результати, вміти зробити правильні висновки та аналіз виконаної роботи;
- Виконані домашні завдання дозволяють отримати заохочувальні бали лише в разі чіткого розуміння розв'язків та суті явищ, що розглядаються в задачі.
- У випадку нерозуміння наданих розв'язків задач, домашні завдання вважаються такими, що порушують правила академічної доброчесності, і можуть призвести до зарахування штрафних балів.

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

Види контролю знань студента з дисципліни

Види контролю знань студента з дисципліни:

- виконання та захист практичних робіт;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання МКР;
- календарний контроль (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог PCO);
- відповідь на заліку.

За результатами навчальної роботи за перші 6 тижнів «ідеальний студент» має набрати 38 балів. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

За результатами 12 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 72 балів. На другій атестації

- (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не 36.

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;

- *Захист лабораторних робіт;*
- *виконання та захист практичних робіт;*
- *виконання МКР (дві частини);*

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Відповідь на запитання на лекційних та практичних роботах (Рлпр):

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

Критерії оцінювання:

5 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3-4 бали** — відповідь має несуттєві похибки; **2-3 бала** — неповна відповідь; **1 бал** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Виконання та захист практичних робіт (Rпр):

Ваговий бал — 18. Максимальна кількість балів студента: $r_{1пр} = 18 \times 1 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

Виконане завдання надається викладачу на перевірку у електронному вигляді (формат doc або docx) , виконання практичних робіт обов'язкове.

Критерії оцінювання: **17-18 балів** — практична виконана в повному об'ємі, здана та захищена викладачу, **13-16 бали** — практична виконана в повному об'ємі, вчасно здана та захищена викладачу, з обмеженими знаннями **6-12 бал** — практична виконана не в повному об'ємі здана та не захищена викладачу.

3. Виконання та захист лабораторних робіт (Rлр):

Ваговий бал — 3. Максимальна кількість балів студента: $r_{1лр} = 3 \text{ бали} \times 7 = 22 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

Виконане завдання надається викладачу на перевірку у електронному вигляді (формат xls абоxlsx) , виконання практичних робіт обов'язкове.

Критерії оцінювання: **3 бали** — практична виконана в повному об'ємі, здана та захищена викладачу, **2 бали** — практична виконана в повному об'ємі, вчасно здана та не захищена викладачу, **1 бал** — практична виконана не в повному об'ємі або невчасно вчасно здана та не захищена викладачу.

- студент, котрий своєчасно і в повному обсязі виконав та захистив лабораторні роботи — **(+1) бал**.

4. Модульна контрольна робота (МКР-(Rмкр))

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини — 30. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_2 = 2 \times 25 = 25 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

24-25 балів — повна вірна відповідь на завдання; **20..23 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **16...19 бали** — неповна відповідь; **11..15 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **0...10 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Максимальна кількість балів $R = R_{пр} + R_{лр} + R_{лпр} + R_{мкр} = 10 + 18 + 22 + 50 = 100 \text{ балів}$.

Заохочувальні бали

- участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозіумах за тематикою курсу — 5 балів (при умові виконання практичних робіт).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені практичні роботи, виконання МКР та загальний бал за всі види робіт не менше 25 балів.

До заліку допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 25 балів. За результатами заліку студент може набрати 50 балів.

В разі підвищення оцінки застосовується «м'яка» РСО – здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом

Студенти виконують і захищають залікову роботу, яка складається з трьох теоретичних питань.

Залік проводиться в усній формі. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Всі питання оцінюються по 17 (одне 16) балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу: $R_z = 17 + 17 + 16 = 60$ балів.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-17 (15-16) балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-15 (12-14) балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8-14 (7-13) балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 7 (6) балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС та стартовий рейтинг не менше $0,25 \times R_c = 25$ балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 60 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче).

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова R_z шкали дорівнює: $R_c = 50$ балів (не враховуються бали з МКР)

Якщо студент бажає підвищити свій заліковий бал отриманий за семестр, він складає залік. Здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи, при цьому рейтингові бали анулюються окрім балів за індивідуальне завдання.

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (у стартовій складовій не враховуються бали за модульні контрольні) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_z = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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)

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 наховуються.

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. Радіоактивність, типи радіоактивності, закон радіоактивного розпаду.
2. Визначення, виведення і застосування закону радіоактивного розпаду.
3. Методи обчислення експозиційної дози виходячи з характеристик гамма-випромінювачів
4. Виведення чисельного зв'язку між експозиційної дози і поглинутої дози в повітрі.
5. Обчислення поглиненої, еквівалентної та ефективної дози виходячи з характеристик джерела іонізуючого випромінювання.
6. Обчислення дози працівників в заданих умовах опромінення. Біологічний вплив іонізуючого випромінювання. Вільні радикали.
7. Захист від різних типів випромінювання. Основні властивості.
8. Пробіг α -, β -частинок в речовині. Закон послаблення γ -випромінювання.
9. Радіаційна безпека та 3 типи радіаційного захисту.
10. Радіаційний контроль та індивідуальний дозиметричний контроль.
11. Категорії опромінюваних осіб. Ліміти доз опромінення.
12. Три принципи радіаційної безпеки. Регулювання діяльності з використання джерел іонізуючого випромінювання.

Додаток 2

Список теоретичних питань до залікової роботи

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Іонізуюче випромінювання. Типи та основні властивості.
2. Параметри випромінювання: енергія, потік, густина потоку частинок.
3. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання.
4. Джерела іонізуючого випромінювання. Відкриті та закриті ДІВ.
5. Експозиційна та поглинута доза: визначення, одиниці вимірювання.
6. Еквівалентна та ефективна доза: визначення, одиниці вимірювання.
7. Зважувальний коефіцієнт ефективності випромінювання. Колективна доза.
8. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Проникаюча здатність.
9. Біологічний вплив іонізуючого випромінювання. Вільні радикали.
10. Захист від різних типів випромінювання. Основні властивості.

11. Пробіг α -, β -частинок в речовині. Закон послаблення γ -випромінювання.
12. Радіаційна безпека та 3 типи радіаційного захисту.
13. Радіаційний контроль та індивідуальний дозиметричний контроль.
14. Категорії опромінюваних осіб. Ліміти доз опромінення.
15. Три принципи радіаційної безпеки. Регулювання діяльності з використання джереліонізуючого випромінювання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри *Новаківським Євгеном Валерійвичем*,

Ухвалено: кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06. 2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27. 06. 2025 р.)