



Радіаційна безпека і дозиметричний контроль

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний
Обсяг дисципліни	4,0 кредитів ЄКТС; 120 годин, з них лекції – 27, практичні – 18, СРС –75
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік /модульна контрольна робота, розрахункова робота
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, 067 798 10 37, enovakivsky@gmail.com Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, 067 798 10 37, enovakivsky@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/ , https://do.ipk.kpi.ua/

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:

- | | |
|---|--------|
| Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. | ЗК 3 |
| Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії. | ФК 2 |
| Розуміння принципів технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та здатність запропонувати заходи, щодо зменшення цього впливу | ФК 13 |
| Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей обладнання, процесів і матеріалів в галузі енергетичного машинобудування. | ФК 15 |
| Згідно з вимогами освітньо-професійної програми бакалаврів після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання | |
| Знання і розуміння інженерних дисциплін на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях. | ПРН 2 |
| Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування. | ПРН 3 |
| Розуміти принципи технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та застосовувати заходи, щодо зменшення цього впливу. | ПРН 24 |

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

Пререквізити дисципліни: «Фізика», «Інженерна екологія енергетики», «Енергетичні ядерні реактори».

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

Базова література:

1. Носовський А.В. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник. / А.В. Носовський, Б.М. Бондар Київ: Фенікс, 2020. – 408с. – (Серія «Безпека атомних станцій»).
2. Ключников О.О. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник./ О.О. Ключников, А.В. Носовський – К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. - 256с. – (Безпека атомних станцій).
3. Иванов В.И. Курс дозиметри./ В.И. Иванов – М: Атомиздат. 1978 – 392с.
4. Носовський А.В., Васильченко В.М., Павленко А.О. та ін. Поводження з радіоактивними відходами: [Монографія]. За ред. А.В. Носовського. – К.: Техніка, 2007. – 368 с.
5. Носовский А.В., Васильченко В.Н., Павленко А.А., Письменный Е.Н., Широков С.В. Введение в безопасность ядерных технологий. Уч. пособие. Под ред. А.В. Носовского. – К.: Техніка, 2006. – 360 с.

Допоміжна література:

6. Радиационная безопасность и защита на атомных электрических станциях: Монография. Под ред. А.В. Носовского. – Х.: Оберіг, 2008. – 356 с. – (Серія «Безопасность атомных станций»).
7. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Київ -1997
8. Основні санітарні правила і норми України ОСПУ-2005, Наказ МОЗ №54 від 02.02.2005;
9. Носовский А.В. Авария на Чернобыльской АЭС: опыт преодоления, извлеченные уроки. Под ред. А.В. Носовского.(укладачі: Носовский А.В., Васильченко В.Н., Ключников А.А., Пристер Б.С.) - К.: Техніка, 2006. – 264 с.+ цв.вкл. на 32 с. – (Серія «Безопасность атомных станций»).
10. Носовский А.В.,Снятие с эксплуатации ядерных энергетических установок. Под ред. А.В. Носовского .- К.: Техніка, 2005. – 288 с. – (Серія «Безопасность атомных станций»).
11. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 р. за №15/98-ВР;
12. В.Ф. Козлов «Справочник по радиационной безопасности», Энергоатомиздат, М. – 1991;
13. Бази даних по перерізах взаємодії гамма-квантів з атомами <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>;
14. Бази даних по масових коефіцієнтах ослаблення та поглинання енергії <https://www.nist.gov/pml/x-ray-mass-attenuation-coefficients>.

Інформаційні ресурси:

1. Кампус "КПІ ім Ігоря Сікорського" <http://login.kpi.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека НТУУ "КПІ" <http://library.kpi.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування навчальної дисципліни застосовуються: пояснювально-ілюстративний та інформаційно-рецептивний метод – студенти одержують знання на лекціях та з навчальної і навчально-методичної літератури.

Лекційні заняття

РОЗДІЛ 1. Основні поняття та закони

Тема 1.1. Радіоактивність.

Лекція 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 робіт, проведенню заліку. Рекомендації з використання літературних джерел за курсом. Явище радіоактивності. Види радіоактивності. Природний радіаційний фон.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7].

Лекція 2. Види та джерела іонізуючих випромінювань. Схеми радіаційного розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Основні дозиметричні величини. Міжнародна система одиниць.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7].

Лекція 3. Активність радіонукліда. Характеристики поля випромінювання. Дозові характеристики поля випромінювання. Зважувальні коефіцієнти випромінювання. Співвідношення між одиницями радіоактивних величин.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7].

Тема 1.2 Взаємодія іонізуючих випромінювань із речовиною.

Лекція 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.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7].

Лекція 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.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7].

Тема 1.3 Біологічна дія іонізуючих випромінювань.

Лекція 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.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7,13,14].

Тема 1.4 Нормування іонізуючих випромінювань.

Лекція 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.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7,13,14].

РОЗДІЛ 2. Радіаційний захист та безпека

Тема 2.1 Джерела іонізуючих випромінювань на АЕС.

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

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

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

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [2];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

Тема 2.2. Принципи, методи та засоби радіаційного захисту.

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

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [3], [4];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

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

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [3], [5];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

Тема 2.3. Захист від іонізуючих випромінювань на АЕС.

Лекція 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.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [3], [6];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

РОЗДІЛ 3. Радіаційний контроль

Тема 3.1. Системи радіаційного контролю.

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

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [3], [6];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

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

Тема 3.2. Прилади радіаційного контролю.

Переносні прилади радіаційного контролю. Фотопліночні дозиметри. Термолюмінесцентні та фотолюмінесцентні дозиметри. Дозиметри електронні, кишенькові, персональні сигнальні, нейтронні, сцинтиляційні та напівпровідникові.

Лекція забезпечується показом відповідних рисунків за допомогою проектора.

Література основна: [1], [3], [6];

додаткова: [7], [8], [13], [14].

Практичні заняття

Практичне заняття 1, 2. Закон радіоактивного розпаду. Активність, стала розпаду – 11 задач, 4 години.

Практичне заняття 3. Основні дозиметричні величини – 7 задач, 2 години.

Практичне заняття 4. Характеристики поля випромінювання – 5 задач

Практичне заняття 5. Характеристики поля випромінювання – 1 задача. *Модульна контрольна робота.*

Частина 1.

Практичне заняття 6. Доза від нейтронного випромінювання – 4 задачі.

Практичне заняття 7. Захист від випромінювання – 4 задачі. *Модульна контрольна робота. Частина 2.*

Практичне заняття 8. Розрахунок захисту реакторної установки – 2 задачі. Захист РР

Практичне заняття 9. **Залік**

6. Самостійна робота студента

Студенти проводять підготовку до лекцій 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

- оформлення задач з практичних робіт що входять в розрахункову роботу. Розрахункова робота виконується на базі практичних задач шляхом компіляції окремих задач в одну комплексну задачу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог:

- 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.;
- 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

- експрес-опитування та опитування за темою лекційних занять;
- модульна контрольна робота (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу);
- розрахункова робота;
- залік (умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за роботу на практичних заняттях і лекціях, зарахування розрахункової роботи (РГР)).

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

- три відповіді (кожного студента в середньому) на лекційних заняттях – 2,5 бали x 4 відп., за 14 лекцій і 8 практичних занять, всього $r_1 = 10$ балів;
 - виконання та захист задач з практичних робіт – 1 бали x 35 задач, $r_2 = 35$ балів;
 - модульну контрольну роботу (2 частини x 15 бал.), $r_3 = 30$ балів;
 - одну розрахункову роботу (РГР) та її захист – $r_4 = 25$ балів;
- Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_c = r_1 + r_2 + r_3 + r_4.$$

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_c = 9 + 36 + 30 + 25 = 100$ балів.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Рішення задач:

студент вірно розв'язав задачу та дав пояснення – 1 бал;

студент вірно розв'язав задачу але без пояснень – 0,5 балів;

студент не вірно розв'язав задачу, потребує виправлення – 0 балів.

Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Опитування на лекційних заняттях : – 2,5 бал x 4 відп. За 14 лекцій і 8 практичних занять, всього 10 балів;

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

3. Модульна контрольна робота (2 питання x 15 бал., всього 30 балів):

- 14...15 балів: робота оформлена правильно, студент вільно володіє матеріалом і дає повні відповіді на питання при захисті роботи (більше 90% інформації);

- 12...13 балів: робота оформлена із незначними помилками, студент достатньо володіє матеріалом і дає достатньо повні відповіді на питання при захисті роботи (75-90% потрібної інформації);

- 9...11 балів: робота оформлена із помилками, студент дає неповні відповіді на питання при захисті роботи (60-75% потрібної інформації);

- менше 9 балів»: робота оформлена із суттєвими помилками, студент дає незадовільні відповіді на питання при захисті роботи – 0 балів.

4. Розрахункова робота:

- 25 балів, розрахунки проведені повністю і вірно протягом відведеного часу, оформлення розрахунків відповідає вимогам Державних стандартів України, захист проведений на високому рівні;

- 21-24 балів, виконані майже всі вимоги до роботи або є несуттєві помилки;
- 15-20 балів, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки;
- 0 балів, не відповідає вимогам до «задовільно».

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх задач з практичних робіт, виконання розрахункової роботи, її захист і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

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.

5. Залікова робота

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає 100 балів, які студент може отримати як оцінку за залік. Якщо студент за семестр набрав R_c менше 60 балів, або бажає підвищити свої бали, він складає залік. Залікова складова R_3 шкали: $R_3 = 40$.

Залік проводиться в усно-письмовій формі згідно питань (Додаток 3). Письмова залікова робота складається з двох питань (2 питання×20 бал., всього 40 балів):

- 18...20 балів: залікова робота оформлена охайно, студент вільно володіє матеріалом і дає повні відповіді на питання при захисті роботи (більше 90% інформації);
- 15...17 балів: залікова робота оформлена із незначними помилками, студент достатньо володіє матеріалом і дає достатньо повні відповіді на питання при захисті роботи (75-90% потрібної інформації);
- 10...14 балів: залікова робота оформлена неохайно та неповністю, студент дає неповні відповіді на питання при захисті роботи (60-75% потрібної інформації);
- менше 9 балів робота оформлена із суттєвими помилками, студент дає незадовільні відповіді на питання при захисті роботи – 0 балів.

Результуючий бал за залік складається з балів індивідуального завдання (бали за виконання задач з практичних занять та розрахункової роботи) та залікової роботи:

$$R_D = R_{ci} + R_3 = 35 + 25 + 40 = 100$$

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)

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. 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.

Додаток 2

Тематики комплексних задач до розрахункової роботи

1. Розрахунок захисту від випромінювання реактору ВВР 440.
2. Розрахунок захисту від випромінювання реактору ВВР 1000
3. Розрахунок захисту від переносного джерела випромінювання.
4. Розрахунок індивідуального захисту робітника реакторного цеху.

Додаток 3

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 джерел іонізуючого випромінювання.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент, Новаківським Євгеном Валерійовичем

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

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