



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	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор, академік НАН України, Носовський А.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</i>
Розміщення курсу	

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:

- А.В. Носовський, Б.М. Бондар «Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник». Київ: Фенікс, 2020. – 408с. – (Серія «Безпека атомних станцій»).
- Носовский А.В., Богорад В.И., Васильченко В.Н., Ключников А.А., Литвинская Т.В., Слепченко А.Ю. Радиационная безопасность и защита на атомных электрических станциях: Монография. Под ред. А.В. Носовского. – Х.: Оберіг, 2008. – 356 с. – (Серія «Безопасность атомных станций»).
- Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. - 256с. – (Безпека атомних станцій).
- Иванов В.И. Курс дозиметри. – М: Атомиздат. 1978 – 392с.

2) Додаткова:

- 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.
- 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.

- Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Київ -1997
- Основні санітарні правила і норми України ОСПУ-2005, Наказ МОЗ №54 від 02.02.2005;
- Носовский А.В., Васильченко В.Н., Ключников А.А., Пристер Б.С. Авария на Чернобыльской АЭС: опыт преодоления, извлеченные уроки. Под ред. А.В. Носовского. - К.: Техніка, 2006. – 264 с.+ цв.вкл. на 32 с. – (Серия «Безопасность атомных станций»).
- Носовский А.В., Васильченко В.Н., Ключников А.А., Яценко Я.В. Снятие с эксплуатации ядерных энергетических установок. Под ред. А.В. Носовского.- К.: Техніка, 2005. – 288 с. – (Серия «Безопасность атомных станций»).
- Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 р. за №15/98-ВР;
- В.Ф. Козлов «Справочник по радиационной безопасности», Энергоатомиздат, М. – 1991;
- бази даних по перерізах взаємодії гамма-квантів з атомами <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>;
- 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 виду 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 кількаразовим 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 – 11 задач.
2. Основні дозиметричні величини – 7 задач.
3. Характеристики поля випромінювання – 6 задач.
4. Доза від нейтронного випромінювання – 4 задачі.
5. Захист від випромінювання – 4 задачі.
6. Розрахунок захисту реакторної установки – 2 задачі.
Загалом – 36 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 обрахунків 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

- експрес-опитування та опитування за темою заняття, перевірка домашніх робіт
- модульна контрольна робота (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу).
- екзамен (умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за роботу на практичних заняттях і лекціях, зарахування усіх виконаних домашніх завдань і лабораторних робіт).

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

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

- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль наведені в додатку до силабусу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

професор кафедри АЕС і ІТФ, доктор технічних наук, академік НАН України, Носовський А.В.

ст. викладач кафедри АЕС і ІТФ, кандидат фіз-мат наук, Бондар Б.М.

Ухвалено кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № ___ від _____)

Погоджено Методичною комісією ТЕФ (протокол № __ від _____)