



# МЕТОДИ АНАЛІЗУ РИЗИКУ ТА НАДІЙНОСТІ АТОМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>ОПП Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>30 годин/1 кредит ЕКТС, СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Захист курсової роботи/виконання завдань етапів курсової роботи</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Керівник: к.т.н, Клевцов Сергій Валерійович, <a href="mailto:s.klevtsov@kpi.ua">s.klevtsov@kpi.ua</a>, викладачі кафедри АЕ</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Імовірнісний аналіз безпеки є важливим інструментом що доповнює детерміністичний аналіз і знаходить все більш використання для забезпечення та підвищення безпеки АС і застосовується для оптимізації планово-попереджувальних ремонтів та навіть на БЦК у якості Риск моніторингу у режимі реального часу. Кредитний модуль закріплює на практики здобуті теоретичні знання з процедури, методології та розрахунків у імовірнісному аналізі безпеки.

**Предметом** кредитного модуля є методологія, процедура, моделювання та розрахунки Імовірнісного аналізу безпеки АС за допомогою розрахункового коду SAPHIRE.

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

1. Здатність розробляти, досліджувати та застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі, розрахункові методи та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання наукових задач атомної енергетики (ФК 01).
2. Здатність демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил и стандартів в галузі атомної енергетики (ФК 06).
3. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу (ФК 09).

4. Здатність приймати ефективні рішення з проектування і експлуатації систем та обладнання реакторних установок з урахуванням вимог що до якості, екологічності, надійності, конкурентноздатності та охорони праці (ФК 11).
5. Здатність застосовувати отримані знання та навички з детерміністичного та імовірнісного аналізу для підвищення надійності та безпеки АЕС із врахуванням вимог чинного законодавства, національних норм, правил і стандартів з ядерної енергетики (ФК 12).

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

1. Застосовувати свої знання і розуміння для розробки проектів згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик теплоносіїв, схем їх руху та відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні обладнання атомно-енергетичного комплексу (ПРН 08).
2. Застосовувати отримані знання для надійної нормальної експлуатації АЕС та переводу реакторної установки у контрольований безпечний стан в аварійних режимах (ПРН 16).

## **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 Методи аналізу ризику та надійності атомних електричних станцій

Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни:

1. ПО 8 Наукова робота за темою магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Курсова робота виконується протягом навчального семестру з розподілом тем по групам студентів (2-4 студента у групі). Групою студентів виконується розробка та розрахунок дерева подій для ВПА згідно теми курсової роботи, а розробка та розрахунок відповідних дерев відмов для цих дерев подій здійснюється кожним студентом окремо. До захисту курсової роботи подається пояснювальна записка та результати розрахунку дерева подій та відмов, виконаного за допомогою коду SAPHIRE 8. Пояснювальна записка включає такі компоненти: титульний лист, завдання на курсову роботу, зміст, що включає найменування всіх розділів і підрозділів із зазначенням номерів сторінок, вступ, в якому вказуються мета і завдання курсової роботи, розділ з аналізу і розробки дерева подій, розділ з аналізу і розробки дерев відмов, розділ з кількісної оцінки дерева подій, розділ з кількісної оцінки дерев відмов, висновки. Графічна частина включає діаграми дерев відмов та події, а також технологічні схеми змодельованих систем. Захист курсової роботи здійснюється індивідуально.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова (підручники, навчальні посібники) література

1. *Методичні вказівки до виконання лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) з дисципліни "Методи аналізу ризику та надійності АЕС - ІАБ" для студентів спеціальності 8.05060301 — "Атомна енергетика". Укладачі: В.В. Бегун, О.О. Килина.*
2. *Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко І.М., Письменний Е.М., та ін. Імовірнісний аналіз безпеки АЕС. Київ, 2000. Глава 1, стор. 12- 28.;*
3. *Посібник з основ роботи з програмою SAPHIRE.*

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

1. *Описания систем важных для безопасности АЭС с реактором ВВЭР 1000. Электронный навальный посібник, ред. Бегуна В.В., НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2009.*
2. *Швыряв Ю. В. и др. Вероятностный анализ безопасности атомных станций. Методика выполнения. Москва, ИАЭ им. И.В.Курчатова, 1992г, 266 с.*

### *Інформаційні ресурси*

1. Кампус НТУУ "КПІ" <http://login.kpi.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека НТУУ "КПІ" <http://library.kpi.ua/>
3. Бібліотека кафедри <ftp://77.47.180.135/>

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

<b>Тиждень семестру</b>	<b>Назва етапу роботи</b>
2	<i>Опис вихідної події та збір даних</i>
3-4	<i>Побудова дерева подій</i>
5	<i>Визначення показників надійності обладнання, частоти вихідної події аварії.</i>
6-7	<i>Побудова дерев відмов систем</i>
8-9	<i>Кількісний аналіз дерев відмов</i>
10	<i>Інтеграція імовірнісної моделі</i>
11	<i>Кількісний аналіз дерева подій</i>
12	<i>Аналіз аварійних послідовностей</i>
13-14	<i>Розробка рекомендацій з підвищення рівня безпеки</i>
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>
16	<i>Подання курсової роботи на перевірку</i>
17	<i>Захист курсової роботи</i>

### **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

<b>Назва етапу роботи</b>	<b>Години СРС</b>
<i>Опис вихідної події та збір даних</i>	4
<i>Побудова дерева подій</i>	4
<i>Визначення показників надійності обладнання, частоти вихідної події аварії.</i>	3
<i>Побудова дерев відмов систем</i>	4
<i>Кількісний аналіз дерев відмов</i>	2
<i>Інтеграція імовірнісної моделі</i>	1

<b>Назва етапу роботи</b>	<b>Години СРС</b>
<i>Кількісний аналіз дерева подій</i>	2
<i>Аналіз аварійних послідовностей</i>	3
<i>Розробка рекомендацій з підвищення рівня безпеки</i>	3
<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	4
<i>Подання курсової роботи на перевірку</i>	–
<i>Захист курсової роботи</i>	–

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Курсова робота виконується під керівництвом викладача. Керівництво відбувається шляхом консультацій, які визначаються додатковим розкладом. На консультаціях студенти звітують про виконану роботу та з'ясовують всі незрозумілі питання. Відвідування консультацій є обов'язковим. Студенти мають виконувати курсову роботу як у складі групи, так і самостійно, використовуючи довідкову літературу. Оформлення курсової роботи має відповідати вимогам до оформлення конструкторської документації. Графічні матеріали для захисту курсової роботи повинні бути виконані за допомогою комп'ютерних засобів. Зміст ПЗ та креслень мають достатньо повною відображати основні положення, які виносяться на захист.

Під час виконання курсової роботи студенти повинні строго дотримуватись Кодексу честі, який доступний зав посиланням: <https://kpi.ua/code>

- Правила захисту курсової роботи:
  - на захист курсової роботи студенти показують оформлену пояснювальну записку до курсової роботи та дають відповіді на запитання.
- Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

Заохочувальні і штрафні бали:

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Несвоєчасне виконання етапів курсової роботи             | -1 бал     |
| 2. Захист курсової роботи пізніше від встановленого терміну | -3 бали    |
| 3. Захист курсової роботи раніше від встановленого терміну  | 1...5 бали |

Сума заохочувальних балів до 10 балів.

- Політика щодо академічної доброчесності:
  - курсова робота повинна бути виконані самостійно;
  - в разі використання джерел обов'язково поставити посилання на джерело з «Переліку джерел посилання».

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

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів. Рейтингова оцінка з курсової роботи має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента та її результат – якість розрахунків та пояснювальної записки. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсового проекту.

Розмір шкали першої складової дорівнює 40 балів, а другої складової – 60 балів.

1. Стартова складова ( $r_1$ ):

- своєчасність виконання графіку роботи з курсового проектування – 5-3 балів;
- сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 12-7 балів;
- правильність застосування методів аналізу і розрахунку – 17-10 балів;
- якість оформлення, виконання вимог нормативних документів – 6-4 балів.

2. Складова захисту курсової роботи ( $r_2$ ):

- ступінь володіння матеріалом – 10-6 балів;
- повнота аналізу можливих варіантів – 15-9 балів;
- ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 20-12 балів;
- вміння захищати свою думку – 15-9 балів.

Сума балів двох складових переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

<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://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](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).

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;

- перенесення кінцевих термінів виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);

- внесення у рейтингову систему оцінювання змін стосовно нарахування штрафних балів - за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

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

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн 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

### *Перелік тем, які виносяться на курсову роботу*

Для виконання курсової роботи студентам пропонуються різні варіанти, які відрізняються вихідними даними.

1. Дуже малі течі 1-го контуру ( до Ду 11 мм)
2. Малі течі 1-го контуру (Ду 11-50 мм)
3. Ненавмисне відкриття ЗК КТ
4. Середні течі 1-го контуру (Ду 50-200 мм)
5. Великі течі 1-го контуру (Ду 200-2\*850 мм)
6. Інтерфейсні течі 1-го контуру
7. Малі течі 1-го контуру у другій (Ду 13 мм)
8. Середні течі 1-го контуру у другій (Ду 100 мм)
9. Ненавмисне спрацювання АЗ
10. Знеструмлення енергоблоку
11. Повна втрата живильної води
12. Відключення турбіни
13. Втрата вакууму ТГ
14. Розрив колектору основної живильної води
15. Розрив трубопроводу живильної води
16. Розрив паропроводу ПГ в межах ГО
17. Розрив паропроводу за межами ГО
18. Розрив ГПК
19. Ненавмисне відкриття ШРУ-А (ЗК ПГ)
20. Втрата одного каналу техводи відповідальних споживачів

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом каф. АЕС і ІТФ, к.т.н. Клевцовим Сергієм Валерійовичем

**Ухвалено** кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 15/а від 30.06.2022р.)

**Погоджено** Методичною комісією ТЕФ (протокол № 9 від 30.06.2022р.)