

РОЗШИРЕНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Системний аналіз та моделювання теплоенергетичних систем»

лекційних годин – 30

Викладач – Пелих С.М.

СЕМЕСТРОВИЙ МОДУЛЬ 1

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

НЕРОЗРИВНИЙ ЗВ'ЯЗОК МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ Й МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Лекція 1. Системний підхід в моделюванні та методи системного аналізу

Приклади теплоенергетичних систем та параметри, що моделюють стан теплоенергетичної системи. Приклади системного підходу та послідовність етапів системного аналізу при вирішенні наукових задач. Види моделей теплоенергетичних систем, основні джерела невизначеності моделі. Аналіз чутливості оцінки деформаційного пошкодження оболонки твела до невизначеності вхідних параметрів моделі. Застосування системного аналізу при вирішенні наукової проблеми підвищення ефективності експлуатації ядерного палива реактора типу ВВЕР-1000.

Лекція 2. Роль експерименту при моделюванні. Моделювання розгерметизації оболонки твела

Призначення експерименту і теорії подібності. Види та умови подібності теплоенергетичних систем. Основні статистичні характеристики випадкової величини, яка була виміряна в експерименті. Метод моделювання розгерметизації оболонок твелів реактора типу ВВЕР-1000 на основі нормального закону і формули Бернуллі. Відмінність параметричних і непараметричних методів оцінки щільності розподілу ймовірностей випадкової величини. Лінійне програмування.

Лекція 3. Методика моделювання теплоенергетичних систем. Моделювання стану ядер

Засади та загальні етапи моделювання теплоенергетичних систем. Рівняння та замикаючі співвідношення, що використовуються при моделюванні теплоенергетичних систем на макрорівні. Пряме чисельне рішення системи диференціальних рівнянь, що описують динаміку складної теплоенергетичної системи. Послідовність аналізу стійкості теплоенергетичної системи по характеристическому рівнянню в одновимірному лінійному наближенні. Необхідність моделювання процесів, що протікають на мікрорівні, при моделюванні макроскопічних процесів в теплоенергетичних системах. Співвідношення, використовувані при моделюванні стану ядер та взаємодії нейтронів з ядрами в теплоенергетичній системі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МІКРОСТРУКТУРИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ НА ЇЇ ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Лекція 4. Моделювання проходження нейтронного потоку через речовину та дифузії теплових нейтронів

Вираз для щільності потоку нейтронів, що проходять через теплоенергетичну систему і взаємодіють з її ядрами. Співвідношення, що описують ймовірність взаємодії нейтронів з ядрами. В чому відмінність зосередженої і розподіленої моделей нейтронного поля. Важливість

розподіленої моделі нейтронного поля при вирішенні завдань управління теплоенергетичною системою. Допущення дифузійного наближення при моделюванні динаміки нейтронного поля в теплоенергетичній системі. Закон фіка для щільності дифузійного струму нейтронів. Фізичний зміст коефіцієнта дифузії в законі Фіка для щільності дифузійного струму нейтронів в теплоенергетичній системі. Фізичний зміст току і потоку нейтронів в теплоенергетичній системі.

Лекція 5. Моделювання ланцюгової реакції поділу. Системний зв'язок структури та фізики ядерних реакторів

Характеристики ланцюгової реакції поділу ядер в теплоенергетичній системі. Фізичний зміст параметрів, що описують ланцюгову реакцію поділу ядер в теплоенергетичній системі. Основні структурні елементи теплоенергетичної системи, в якій протікає керована стаціонарна ланцюгова реакція поділу важких ядер. Способи класифікації теплоенергетичних систем, в яких протікає ланцюгова реакція поділу важких ядер. Приклади зв'язку структури та фізики теплоенергетичної системи, в якій протікає ланцюгова реакція поділу важких ядер.

Лекція 6. Моделювання енерговиділення в активній зоні реактора та уповільнення нейтронів

Початкові дані при моделюванні енерговиділення в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Вираз для розрахунку середнього об'ємного енерговиділення в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Вираз для розрахунку середнього об'ємного енерговиділення у паливному компоненті теплоенергетичної системи, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Вираз для розрахунку середнього об'ємного енерговиділення у водному компоненті теплоенергетичної системи, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Фізичний зміст параметрів, що входять у вираз для розрахунку середнього об'ємного енерговиділення у паливному компоненті теплоенергетичної системи, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Середня логарифмічна втрата енергії нейтрона в одному акті розсіювання в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Вираз для розрахунку середньої логарифмічної втрати енергії нейтрона в одному акті розсіювання. Фізичний зміст летаргії нейтронів в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер. Фізичний зміст коефіцієнта уповільнення нейтронів в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

ВПЛИВ СКЛАДУ ТА СТРУКТУРИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ НА ЇЇ КЕРОВАНІСТЬ, НАДІЙНІСТЬ, БЕЗПЕКУ ТА ЕКОНОМІЧНІСТЬ ЯК СИСТЕМНИЙ ЕФЕКТ

Лекція 7. Моделювання процесів у каналному та корпусному реакторах

Особливості моделювання процесів в реакторі типу РБМК-1000 в залежності від вибору теплоносія та сповільнювача нейтронів. Особливості моделювання процесів в реакторі типу РБМК-1000 в залежності від розмірів системи. Особливості моделювання процесів в реакторі типу РБМК-1000 в залежності від фізичних параметрів системи. Особливості моделювання процесів в реакторі типу ВВЕР-1000 в залежності від вибору теплоносія та сповільнювача нейтронів. Особливості моделювання процесів в реакторі типу ВВЕР-1000 в залежності від розмірів системи. Особливості моделювання процесів в реакторі типу ВВЕР-1000 в залежності від фізичних параметрів системи.

Лекція 8. Відмінність моделювання процесів у каналному та корпусному реакторах. Особливості моделювання процесів у швидкому реакторі

Особливості моделювання процесів в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер, в залежності від складу компонентів системи. Особливості моделювання процесів в теплоенергетичній системі, в якій протікає ланцюгова реакція поділу ядер, в залежності від структури системи, включаючи схему подачі теплоносія. Особливості моделювання процесів, включаючи вигорання ядерного палива та зміну концентрації ізотопів важких елементів, в реакторі на швидких нейтронах. Особливості моделювання процесів в швидкому реакторі типу БН-600. Відмінності в моделюванні процесів в швидкому реакторі типу БН-600 та корпусному

реакторі типу ВВЕР-1000 як теплоенергетичних системах. Особливості моделювання динаміки швидкого реактора, що суттєво впливають на оцінку безпеки його експлуатації.

СЕМЕСТРОВИЙ МОДУЛЬ 2

Лекція 9. Моделювання критичності і кінетики реактора

Моделювання критичності ядерного реактора та які фактори на неї впливають. Моделювання саморегульованості ядерного реактора. Основні способи впливу на реактивність ядерного реактора з точки зору управління реактором. Параметри, важливі при моделюванні системи управління та захисту реактора. Чинники, важливі при моделюванні кінетики ядерного реактора як теплоенергетичної системи. Умова керованості ядерного реактора. Чинники, важливі при моделюванні алгоритмів управління потужністю ядерного реактора як теплоенергетичної системи. Основні алгоритми і програми управління потужністю реактора типу ВВЕР-1000.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. УПРАВЛІННЯ ВЛАСТИВОСТЯМИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ КРИТЕРІАЛЬНОЇ МОДЕЛІ

Лекція 10. Моделювання динаміки нейтронного поля та іонізуючого випромінювання

Найпростіша модель нейтронного поля, яка застосовується для енергетичних реакторів на теплових нейтронах типу ВВЕР при розгляді задач управління. Рівняння динаміки нейтронного поля на основі одноступенчатої дифузійної моделі. Рівняння точкової кінетики ядерного реактора. Особливості моделювання виведення ядерного реактора на номінальний рівень потужності з мінімально контрольованого рівня потужності. Особливості моделювання біологічного захисту від шкідливих для людини факторів експлуатації теплоенергетичної системи. Принципи моделювання впливу іонізуючого випромінювання на людину. Принципи моделювання залишкового тепловиділення в ядерному реакторі та його вплив на безпеку експлуатації ядерного реактора.

Лекція 11. Моделювання перехідних процесів на ксеноні і перестановок палива в активній зоні

Вплив перехідних процесів на мікрорівні в розподіленій теплоенергетичній системі на безпеку та економічність експлуатації системи. Особливості моделювання перехідних процесів на мікрорівні в розподіленій теплоенергетичній системі. Динамічні рівняння для перехідних процесів на мікрорівні в розподіленій теплоенергетичній системі. Стаціонарні рівняння для концентрацій йоду та ксенону в активній зоні ядерного реактора. Вплив розмірів, складу та структури теплоенергетичної системи на виникнення просторових коливальних процесів. Умова нестійкості реактора щодо ксенонових коливань, особливості моделювання та контролю розподілу щільності нейтронів в активній зоні великого реактора. Особливості моделювання динамічних режимів ядерного реактора у зв'язку з ефектом «йодна яма». Вплив складу та структури теплоенергетичної системи на безпеку і економічність її експлуатації. Послідовність моделювання впливу складу та структури теплоенергетичної системи на безпеку та економічність її експлуатації. Використання системного підходу при моделюванні впливу складу та структури теплоенергетичної системи на безпеку та економічність її експлуатації.

Лекція 12. Модель ефективності управління властивостями твेलів. Системний аналіз причин катастрофи на ЧАЕС

Чинники, що обмежують підвищення ефективності експлуатації теплоенергетичної системи з точки зору системного підходу. Чинники неповноти, неадекватності та невизначеності моделі досягнення критичного стану теплоенергетичної системи. Принципи побудови критеріальної моделі ефективності управління властивостями теплоенергетичної системи, що дозволяє оптимізувати експлуатаційні характеристики системи. Алгоритм та фізичний зміст управління властивостями теплоенергетичної системи на основі критеріальної моделі. Аналіз причин виникнення аварійної ситуації в теплоенергетичній системі з точки зору фізики процесів та керованості системи. Вплив складу і структури теплоенергетичної системи на досягнення

некерованого стану системи. Вплив організаційних факторів на виникнення і розвиток аварійної ситуації в теплоенергетичній системі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ, ВАЖЛИВИХ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОНОМІЧНОСТІ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Лекція 13. Моделювання зміни властивостей твела і потужності РУ. Термомеханічний аналіз властивостей твела

Принципи моделювання зміни властивостей та потужності теплоенергетичної системи. Основні режимні та конструктивні параметри, що використовуються в якості вхідних параметрів моделі зміни властивостей та потужності теплоенергетичної системи. Моделювання зміни потужності теплоенергетичної системи в часі. Початкові та вихідні параметри моделі розрахунку розподілу енерговиділення в теплоенергетичній системі. Принципи аналізу термомеханічних властивостей теплоенергетичної системи. Початкові та вихідні параметри моделі зміни термомеханічних властивостей теплоенергетичної системи. Припущення моделі розподілу температури в теплоенергетичній системі. Порядок моделювання механічної взаємодії між компонентами теплоенергетичної системи. Вираз для швидкості еквівалентної деформації повзучості конструкційного матеріалу теплоенергетичної системи. Вираз для швидкості зміни з часом товщини оксидного шару на поверхні конструкційного матеріалу теплоенергетичної системи. Замикаючі співвідношення моделі зміни термомеханічних властивостей теплоенергетичної системи.

Лекція 14. Емпіричне обґрунтування моделі зростання пошкодженості оболонки. Моделювання неоднорідності розподілу енерговиділення в ТВЗ

Емпіричне обґрунтування моделі зміни властивостей теплоенергетичної системи. Початкові допущення при моделюванні граничного стану теплоенергетичної системи. Необхідність сталості лімітуючих компонентів в критерії досягнення граничного стану теплоенергетичної системи при оптимізації параметрів системи. Основні етапи моделювання досягнення граничного стану теплоенергетичної системи. Необхідність моделювання неоднорідності розподілу енерговиділення в теплоенергетичній системі. Основні етапи методу врахування неоднорідності розподілу енерговиділення в теплоенергетичній системі.

Лекція 15. Аналіз значущості параметра пошкодження. Моделювання впливу історії навантаження ТВЗ і невизначеності вхідних параметрів

Важливість вибору параметра, що визначає граничний з точки зору безпеки стан теплоенергетичної системи. Етапи рішення задачі вибору параметра, що визначає граничний з точки зору безпеки стан теплоенергетичної системи. Вплив історії навантаження теплоенергетичної системи на оцінку граничного з точки зору безпеки стану системи. Етапи рішення задачі врахування впливу історії навантаження теплоенергетичної системи на оцінку граничного з точки зору безпеки стану системи. Врахування впливу невизначеності вхідних параметрів моделі теплоенергетичної системи на оцінку граничного з точки зору безпеки стану системи. Етапи рішення задачі врахування впливу невизначеності вхідних параметрів моделі теплоенергетичної системи на оцінку граничного з точки зору безпеки стану системи.