

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора з наукової роботи

В. В. Давидовський
« 5 » 07 2023 р.



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКА ПЕРСПЕКТИВНИХ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ

Освітньо-кваліфікаційний рівень: доктор філософії

Галузь знань: 10 - Природничі науки

Спеціальність : 104- Фізика та астрономія

Освітня програма; Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу.

Статус курсу: фаховий (вибірковий)

Київ 2023

Фізика перспективних ядерних реакторів: Навчально-методичний комплекс дисципліни. – Київ: ІЯД НАНУ, 2023. - 5 с.

Укладач: Хоменков В.П., кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник

Ухвалено на засіданні Вченої ради Інституту ядерних досліджень НАН України

протокол № 6 від “ 5 ” липня 2023 р.

ФІЗИКА ПЕРСПЕКТИВНИХ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ

Ядерні енергетичні установки IV покоління. Реактори третього покоління. Типи ядерних реакторів, що використовуються у ядерній енергетиці. Атомні електростанції. Недоліки та переваги існуючих реакторів. Ресурси та відходи. Трансмутація відходів та напрацювання нового палива. Різновиди реакторів на швидких нейтронах. Підкритичні системи та реактор на хвилі ядерних поділів.

Основи фізики ядерних реакторів.. Паливо в ядерних теплових реакторах. Умови, які повинні виконуватись, щоб працював реактор. Процес поділу ядра ^{235}U -урану тепловими нейтронами. Запізнілі нейтрони. Спектр нейтронів поділу (миттєвих та запізнєлих). Поколінням нейтронів в реакторі. Процеси, що відбуваються з нейтронами в реакторі. Потужність реактора. Умови роботи реактора на постійному рівні потужності. Критичний, надкритичний, підкритичний реактор. Ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів в реакторі. Надлишковий коефіцієнт розмноження. Реактивність реактора. Спектр теплового реактора. Елементарне рівняння кінетики реактора. : Середній час життя покоління нейтронів . Роль запізнєлих нейтронів

Фізика ядерного реактора на теплових нейтронах. Сповільнення та дифузія нейтронів. Рівняння Больцмана, рівняння сповільнення нейтронів та рівняння дифузії нейтронів. Стаціонарні розв'язки. Чисельні розрахунки реакторів. Реакторні коди.

Фізика ядерного реактора на швидких нейтронах. Перерізи поглинання нейтронів та поділу. Залежність від енергії. Напрацювання ядерного палива, коефіцієнт відтворення палива. Трансмутація елементів, трансмутація ядерних відходів, трансмутація мінорних актинідів та продуктів поділу. Кінетика ядер у нейтронному полі.

Стійкість реакторів. Якісне дослідження поведінки систем на фазовій площині. Дослідження простих моделей реактора. Рівняння в часткових похідних. Ксенонові коливання в реакторах. Просторові ксенонові коливання. Поняття про динамічний хаос.

Підкритичні системи керовані прискорювачами. Абсолютна ядерна безпека. Джерела нейтронів: лінійні прискорювачі, циклотрони, нейтронні генератори, термоядерні установки. Однозонні, двозонні, багатозонні підкритичні збірки. Коефіцієнт підсилення нейтронів джерела. Трансмутація ядерних відходів, напрацювання ядерного палива.

Реактори на хвилі ядерних поділів. Фізичні принципи виникнення хвилі ядерних поділів. Саморегульованість і безпечність. Вирішення проблеми ресурсів. Модель Феоктистова, Швидкісна характеристика реактора. Система кінетичних рівнянь для опису хвилі. Наявність мінімальної швидкості хвилі. Залежність від збагачення палива. Стійкість хвилі.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика М., «Наука», 1980, 729 с.
2. Левин В.Е. Ядерная физика и ядерные реакторы. Учебник для техникумов. М., Атомиздат, 1979, 288 с.
3. Украинцев В.Ф. Эффекты реактивности в энергетических реакторах Обнинск, ИАТЗ, 2000, 60 с.
4. Цвайфель П.Ф. Физика реакторов М., Атомиздат, 1977, 279 с.
5. К.Бекурц, К.Вирц Нейтронная физика. - М.: Атомиздат, 1968. - 456 с.
6. С.С.Ломакин Ядерно-физические методы диагностики и контроля активных зон реакторов АЭС. - М.: Атомиздат, 1986. -118 с.
7. В.И.Калашникова, М.С.Козодаев Детекторы элементарных частиц, М.:Наука, 1966. — 408 с.
8. В.А.Григорьев и др. Электронные методы ядерно-физического эксперимента, М.: Энергоатомиздат, 1988. — 336 с.
9. А.И.Абрамов, Ю.А.Казанский, Е.С. Матусевич Основы экспериментальных методов ядерной физики.- М.: Энергоатомиздат, 1985.-488 с.
10. Е.А.Крамер-Агеев, В.Н.Лавренчик, В.Т.Самосадный, В.П.Протасов Экспериментальные методы нейтронных исследований - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 272 с.
11. Е.А.Крамер-Агеев, В.С.Трошин, Е.Г.Тихонов Активационные методы спектрометрии нейтронов- М.: Атомиздат, 1976. - 232 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Regulatory Guide 1.190 "Calculational and Dosimetry Methods for Determining Pressure Vessel Neutron Fluence" // US Nuclear Research Commission, 2001.
2. D.W.Vehar, D.G.Gilliam, J.M.Adams, editors Reactor dosimetry 12-th International Symposium, Power Reactor Surveillance, ASTM. Mayfield, 2008
3. W.Voorbraak, L.Debarberis, P.D'hondt, J.Wagemans, editors Reactor dosimetry 13-th International Symposium. Power Plant Surveillance, Experimental Techniques, World Scientific, 2008
4. Буканов В. Н., Васильева Е. Г., Демехин В. Л., Пугач А. М. Оборудование для дозиметрических измерений у внешней поверхности корпуса ВВЗР-1000 // Зо. наук, праць Ін-ту ядерних досл. - 2005. - № 3 (16). - С. 70 - 78.
5. Пугач А. М., Буканов В. Н., Васильева Е. Г и др. Разработка методических основ системы мониторинга радиационной нагрузки корпуса реактора ВВЗР-440 // 36. наук, праць Ін-ту ядерних досл.- 2006. - № 2 (18). - С. 64 - 69.

6. А.Н. Берлизов, И.А. Малюк, О.Ф. Рудьік, В.В. Тришин, Р.В. Чиж
Непрерывный контроль состояния барьеров безопасности водо-
водяных реакторов методом гамма-спектрометрии высокого
разрешения // Ядерна фізика та енергетика, том 1, вип. 4, с. 387, 2009.