Методика определения нейтронно-физических характеристик на энергетических уровнях мощности.

Основные уравнения модели:

(1)

(2)

(4)

Решим упрощенную систему дифференциальных уравнений (4), отбросив в правой части первого уравнения (возможно, потому что в реальной ситуации намного существеннее, не знаю) и во втором (наверное считая, что изменяется относительно медленно):

*.*

Уравнения решаются в этой ситуации отдельно. Рассмотрим первое уравнение.

.

Решать можно по-разному, вот например метод вариации.

1. Сначала находим общее решение однородного уравнения

.

Характеристическое для него:

,

т.е. . Само же общее решение однородного уравнения имеет вид , где – произвольная константа.

2) Решение исходного неоднородного уравнения ищем в виде , т.е. полагаем теперь уже некоторой функцией, которую надо найти. Для этого подставим решение указанного вида в исходное уравнение:

,

,

.

Интегрируя последнее выражение, получим

.

Запишем решение:

*.*

Изменение температуры в начальный момент времени, по идее должно отсутствовать, поэтому получим начальное условие . Отсюда . Тогда

.

Также из второго уравнения системы , т.е.

.

Подставляя найденные в ходе решения величины и в (2) получается следующие выражение для описания модели обратной связи:

, (5)

где .

1. **Получение системы уравнений для параметров модели.**

.

Строим функционал , полагая :

.

Здесь

.

Обозначим , , . Тогда

.

Условие МНК: .

;

;

.

Отсюда приходим к системе уравнений:

.

1. **Решение системы уравнений.**

Перепишем систему в матричном виде:

.

Отсюда имеем:

,

где

.

Решение можно найти, например, по правилу Крамера:

,

,

,

где

Определение погрешности

Метод наименьших квадратов приводит к системе уравнений

,

где

.

Матрица системы в МНК всегда является симметричной, поэтому систему уравнений можно записать также в виде

где

Матрицы и не содержат , поэтому для погрешностей справедлива такая же система уравнений

Умножим последнее выражение справа на такое же только транспонированное

Далее возьмем среднее от левой и правой части

Отсюда, так как имеем

Запишем матрицу

Измерения выполняются независимо, поэтому величины между собой не коррелируют, следовательно, . Далее, поскольку измерения равноточные, то . Тогда

где – единичная матрица. Для теперь имеем

Если записать последнее выражение по элементам матриц, то найдем

где – элементы обратной матрицы . При получим

при

Список литературы

1. 1. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальные методы физики реакторов. -М.: Энергоатомиздат, 1984. 272 с.
2. 2. Белл Д.,Глесстон С. Теория ядерных реакторов. -М.: Атомиздат, 1974.-496 с.
3. 3. Глесстон С., Эдлунд М. Основы теории ядерных реакторов. -М: Изд-во иностр. лит., 1954. 460 с.
4. 4. Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. -4-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1986. 304 с.
5. Аборина И.Н. Физические исследования реакторов ВВЭР. Текст./И.Н. Аборина//- Москва.Атомиздат, 1978.- 312с.
6. Программа RM. НВ АЭС инв. № Ц-13. Нововоронеж 1977.
7. «Испытания реактиметров ЭРТА-01 и измерение нейтронно-физических характеристик реакторов 2 и 4 энергоблоков НВАЭС после перегрузки активных зон 1976 г.» Совместный отчет НВАЭС и НПО «Энергий». инв. №T-1288 НВАЭС. Москва-Нововоронеж 1977 г.
8. Описание «Программы RN» для расчета изменения нейтронного потока при перемещении органов регулирования с учетом обратной связи по мощности. Нововоронежеский 1982г.
9. Описание комплекса программ RM-1 для обработки результатов измерений нейтронно-физических характеристик активной зоны ВВЭР на мощности
10. Описание комплекса программ RM-2 для обработки результатов измерений нейтронно-физческих характеристик активной зоны ВВЭР на мощности методом малых возмущений. П. Нововоронежский 1985 г
11. Программа TBSOFF для обработки результатов изменений нейтронно-физических характеристик ВВЭР-1000 энергоблока №5 Нововоронежской АЭС на мощности методом малых возмущений. Инструкция пользователя 1992.
12. Методика обработки результатов измерений нейтронно-физических характеристик ВВЭР-1000 энергоблока №5 Нововоронежской АЭС на мощности методом малых возмущений. Нововоронеж 1992
13. Описание алгоритмов и применения программы «ПРОВ» для обработки данных измерений коэффициентов реактивности методом малых возмущений при работе на мощности реактора ВВЭР-1000 АЭС «Тяньвань» в Китае.
14. [А. В](https://www.lib.vsu.ru/zgate?ACTION=follow&SESSION_ID=4892&TERM=%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9,%20%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%B9%20%D0%92%D0%B8%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus). Белобродский, Поиск решений с EXCEL 2000 : Рук. по решению экстрем. задач в экономике: Для студ. экон. специальностей / А. В. Белобродский, М. А. Гриценко; Воронеж. гос. ун-т. Каф. Информ. технологий и мат. методов в экономике .— Воронеж, 2001 .— 75 с. : ил. — 15.00