

УДК 621.039.51 (075)
ББК 31.46 я7
Н 34

Наумов В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов:
Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: НИЯУ МИФИ. 2013. 148 с.

Пособие написано на основе курса лекций "Динамика и безопасность ядерных реакторов", читаемого в МИФИ. Основное внимание уделено нестационарным процессам и особенностям их протекания в различных условиях, физической природе обратных связей, влияющих на динамику реактора, количественной оценке коэффициентов и эффектов реактивности, проблеме устойчивости. Наряду с точечной моделью анализируются пространственно-временные процессы в реакторах. На основе модели Нордгейма – Фукса рассмотрено поведение реактора при больших скачках реактивности. Приведено описание остаточного энерговыделения и возможных физико-химических процессов, сопутствующих аварийным ситуациям. Обсуждается опыт крупных аварий на ядерных реакторах и концепция внутренней безопасности.

Предназначено для студентов, специализирующихся в области физики ядерных реакторов и энергетических установок.

Рецензент: доктор физико-математических наук,
профессор Загребяев А.М.

ISBN 978-5-7262-1861-8

© В.И. Наумов, 2003, 2013

© Московский инженерно-физический институт
(государственный университет), 2003

© Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ», 2013

Редактор М.В. Макарова

Подписано в печать 05.09.2013. Формат 60х84 1/16

Уч.-изд. л. 9,25. Печ. л. 9,25. Тираж 155 экз.

Изд. № 002-1. Заказ № 125.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Типография НИЯУ МИФИ.

115409, Москва, Каширское ш., 31

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	4
1. Кинетика реактора	6
1.1. "Точечная" модель кинетики без учета запаздывающих нейтронов	6
1.2. Запаздывающие нейтроны	10
1.3. "Точечная" модель с учетом запаздывающих нейтронов	12
1.4. Модель с одной эффективной группой эмиттеров запаздывающих нейтронов	17
1.5. Модель с шестью группами эмиттеров запаздывающих нейтронов	23
1.6. Приближение "мгновенного скачка"	28
1.7. Линейное изменение реактивности	30
1.8. Управление реактором по заданному закону изменения мощности	35
1.9. Подкритический реактор с внешним источником нейтронов	37
1.10. Пространственная кинетика. Обоснование "точечной" модели кинетики	42
1.11. Анализ пространственно-временных процессов на примере плоской одномерной модели реактора	47
2. Динамика реактора ("точечная" модель)	54
2.1. Обратные связи в реакторе. Основные понятия и определения	54
2.2. Коэффициенты реактивности по физическим параметрам активной зоны	59
2.3. Модели динамики и особенности нестационарных процессов в реакторах при наличии обратных связей	78
2.4. Устойчивость реактора	91
3. Отравление ксеноном и пространственная неустойчивость поля энерговыделения в реакторе	101
4. Большие скачки реактивности	113
5. Остаточное энерговыделение и вторичные экзотермические процессы в реакторах	121
6. Образование биологически значимых радионуклидов при работе реактора	127
7. Опыт крупных аварий на ядерных реакторах	131
8. О концепции внутренней (естественной) безопасности ядерных реакторов	137
Заключение	143
Задачи и упражнения	144
Список литературы	148