



Г.В. Аркадов В.И. Павелко М.Т. Слепов

# ШУМОВОЙ МОНИТОРИНГ В ПРИЛОЖЕНИЯХ К РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ВВЭР-1200

Часть I



# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие советника генерального директора Государственной Корпорации «Росатом», научного руководителя проектного направления «Технология ВВЭР» .....</b>	<b>3</b>
<b>Вместо предисловия. Историческая справка и путеводитель по библиографии .....</b>	<b>6</b>
<b>Список сокращений .....</b>	<b>12</b>
<b>Глава 1</b>	
<b>Нейтронно-температурные шумовые модели активной зоны ВВЭР .....</b>	<b>14</b>
1.1. Точечные модели .....	14
1.1.1. Точечный баланс как простейшая модель активной зоны .....	14
1.1.2. Точечная шумовая модель теплопередачи .....	16
1.1.3. Точечная модель с учетом нейтронной кинетики .....	19
<b>Глава 2</b>	
<b>Формальные модели запаздывания .....</b>	<b>24</b>
2.1. Чистое запаздывание .....	24
2.2. Транспорт локального компонента на фоне глобального шума .....	27
2.3. Транспорт локального компонента на фоне глобального шума и некоррелированных шумов по каждому измерительному каналу .....	39
2.4. Локальный вибрационный эффект на фоне глобального компонента .....	40
<b>Глава 3</b>	
<b>Пространственная нейтронно-шумовая динамика .....</b>	<b>42</b>
3.1. Нейтронно-температурная модель с одномерной пространственной зависимостью .....	42
3.2. Пространственная нейтронно-температурная модель с учетом обратной связи по мощности через ТКР .....	47
3.3. Замечания об усреднении флюктуаций мощности и флюктуаций температуры ТН .....	49
3.4. Упрощения исходной модели .....	51
3.4.1. Глобальный нейтронный шум .....	51
3.4.2. Флюктуации температуры ТН по высоте активной зоны .....	54
3.5. Понятия глобального и локального компонентов применительно к ВВЭР .....	54

<b>Глава 4</b>	
<b>Основные модельные нейтронно-температурные АСПМ и ВСПМ</b> .....	59
4.1. АСПМ тока ДПЗ.....	59
4.2. АСПМ тока ИК.....	62
4.3. АСПМ сигнала ТП .....	62
4.4. ВСПМ сигналов двух ДПЗ (ДПЗ <sub>к</sub> -ДПЗ <sub>р</sub> ), установленных в одной ТВС.....	63
4.5. ВСПМ сигналов ИК-ТП (ИК-ДПЗ <sub>к</sub> ).....	65
4.6. ВСПМ сигналов двух ДПЗ (ДПЗ <sub>к</sub> -ДПЗ <sub>р</sub> ), установленных в одной ТВС (продолжение) .....	66
4.7. ВСПМ сигналов ДПЗ-ИК.....	66
<b>Глава 5</b>	
<b>Феноменология энергонапряженности ТВС</b> .....	68
<b>Глава 6</b>	
<b>Экспериментальные условия и многоканальные нейтронно-шумовые измерения во второй топливной кампании ВВЭР-1200</b> .....	99
<b>Глава 7</b>	
<b>Автоспектральные свойства сигналов ИК и ДПЗ</b> .....	107
7.1. АСПМ сигналов ИК.....	107
7.2. АСПМ сигналов ДПЗ.....	110
7.3. Качество сигналов ДПЗ.....	114
<b>Глава 8</b>	
<b>Взаимные характеристики сигналов ИК</b> .....	117
<b>Глава 9</b>	
<b>Взаимные спектральные характеристики сигналов ДПЗ</b> .....	127
9.1. Вертикальные взаимосвязи .....	127
9.1.1. Нейтронно-шумовой опыт ВВЭР. Оценка поканальной скорости ТН. Сравнение ВВЭР-440 с ВВЭР-1000.....	127
9.1.2. Группирование функций когерентности сигналов одного КНИ ВВЭР-1200.....	133
9.1.3. Стадии кипения ТН и расположение ДПЗ одного КНИ .....	137
9.1.4. Эмпирические закономерности функции когерентности и фазы сигна- лов ДПЗ1-ДПЗ7 одного КНИ.....	140
9.1.5. Эмпирические закономерности функции когерентности и фазы сигна- лов соседних ДПЗ <sub>і</sub> -ДПЗ (і + 1) одного КНИ (і = 1, ..., 6) .....	151
9.1.6. Эмпирические закономерности функции когерентности и фазы сигна- лов ДПЗ1-ДПЗ2 одного КНИ.....	159
9.1.7. Эмпирические закономерности функции когерентности и фазы сигна- лов ДПЗ6-ДПЗ7 одного КНИ.....	163

9.1.8. Эмпирические закономерности функций когерентности и фазы сигналов ДПЗ7-ДПЗі одного КНИ .....	168
9.1.9. Эффект монотонного уширения по частоте функции когерентности сигналов ДПЗ-ДПЗ одного КНИ.....	171
9.1.10. Функции когерентности сигналов ДПЗ-ДПЗ одного КНИ на частоте АСВІк .....	174
9.1.11. Воздействие ОР СУЗ на нейтронный шум.....	177
9.2. Взаимосвязи сигналов ДПЗі-ДПЗі ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) разных КНИ по горизонтали	189
9.3. Вибрационные эффекты в нижней части активной зоны .....	201
9.4. Самодиагностика измерительных каналов первого контура и, в частности, измерительных каналов ДПЗ .....	207
<b>Литература .....</b>	<b>209</b>