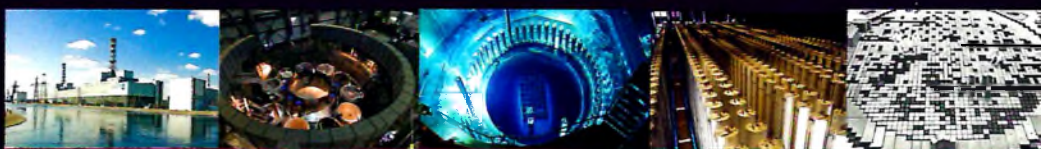


учебное пособие

# Ядерные энергетические установки



**К.Н.Проскураков**



Издательский дом МЭИ

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	8
<b>Список основных сокращений</b> .....	11
<b>Глава 1. Состояние ядерной энергетики</b> .....	13
1.1. Ядерная энергетика в мире.....	13
1.2. Ядерная энергетика России .....	16
1.3. Безопасность в ядерной энергетике .....	18
1.4. Стратегия развития ядерной энергетики России в первой половине XXI в. ....	23
Контрольные вопросы .....	25
<b>Глава 2. Строение атома и особенности ядерных реакций</b> .....	27
2.1. Основные положения.....	27
2.2. Избыток массы. Энергия связи .....	29
2.3. Устойчивость ядер .....	30
2.4. Радиоактивный распад.....	32
2.5. Ядерные реакции.....	36
Контрольные вопросы .....	45
<b>Глава 3. Нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерного реактора</b> .....	46
3.1. Механизм реакции деления .....	46
3.2. Цепная реакция деления .....	51
3.3. Параметры критического реактора .....	58
Контрольные вопросы .....	65
<b>Глава 4. Управление ядерным реактором</b> .....	67
4.1. Физические процессы при работе реактора .....	67
4.2. Нестационарные режимы и управление реактором.....	72
Контрольные вопросы .....	77
<b>Глава 5. Особенности ядерного реактора как источника энергии</b> .....	78
5.1. Тепловыделение в реакторе.....	78
5.2. Отвод теплоты из реактора.....	80
5.3. Вывод из эксплуатации ядерного энергоблока.....	89
Контрольные вопросы .....	97
<b>Глава 6. Топливный цикл ЯЭУ</b> .....	98
6.1. Основные понятия.....	98
6.2. Обогащение топлива .....	100
6.3. Изготовление и переработка топлива .....	102
6.4. Радиоактивные отходы .....	106
Контрольные вопросы .....	108
<b>Глава 7. Основные характеристики и классификация ЯЭУ</b> .....	109
7.1. Параметры и конструктивные особенности ЯЭУ .....	109
7.2. Типовые ЯЭУ .....	112
7.3. Применение ядерных реакторов в энергетике .....	119
Контрольные вопросы .....	123
<b>Глава 8. Основные технологические и оперативные задачи эксплуатации АЭС</b> .....	124
8.1. Организация эксплуатации.....	124

8.2. Основные режимы функционирования АЭС .....	129
8.3. Проблемные вопросы эксплуатации АЭС.....	138
Контрольные вопросы .....	138
<b>Глава 9. Обеспечение безопасности АЭС .....</b>	<b>140</b>
9.1. Нормы радиационной безопасности.....	140
9.2. Основные критерии и принципы безопасности АЭС.....	150
Контрольные вопросы .....	158
<b>Глава 10. Аварийные защиты и системы обеспечения безопасности.....</b>	<b>159</b>
10.1. Системы аварийной защиты.....	159
10.2. Проектные аварии .....	160
10.3. Тяжелые аварии на АЭС.....	163
10.4. Культура безопасности на АЭС .....	168
Контрольные вопросы .....	169
<b>Глава 11. Радиационная безопасность в условиях нормальной эксплуатации АЭС .....</b>	<b>170</b>
11.1. Источники радиоактивности и вызываемые ими вторичные процессы .....	170
11.2. Система сжигания водорода.....	173
11.3. Образование радиоактивных отложений на оборудовании.....	177
11.4. Методы и средства дезактивации оборудования.....	180
Контрольные вопросы .....	182
<b>Глава 12. Обращение с радиоактивными отходами на атомной электростанции ...</b>	<b>183</b>
12.1. Классификация радиоактивных отходов.....	183
12.2. Концептуальные основы обращения с радиоактивными отходами ядерного энергоблока .....	185
12.3. Радиоактивные отходы .....	189
12.4. Практика обращения с радиоактивными отходами на АЭС с реактором ВВЭР.....	191
Контрольные вопросы .....	196
<b>Глава 13. Атомные электростанции с реакторами ВВЭР .....</b>	<b>197</b>
13.1. АЭС с ВВЭР-1000 .....	197
13.2. Проекты АЭС с ВВЭР.....	212
Контрольные вопросы .....	222
<b>Глава 14. Проект «АЭС-2006» — новый этап в эволюции АЭС с реакторами ВВЭР .....</b>	<b>223</b>
14.1. Общее описание энергоблока проекта «АЭС-2006» .....	223
14.2. Реакторная установка и ее элементы.....	232
Контрольные вопросы .....	245
<b>Глава 15. Системы безопасности проекта «АЭС-2006» .....</b>	<b>246</b>
15.1. Показатели безопасности в проекте «АЭС-2006» .....	246
15.2. Структура систем безопасности в проекте «АЭС-2006» .....	247
15.3. Устройство локализации и удержания расплава активной зоны .....	254
15.4. Система аварийного и планового расхолаживания первого контура и охлаждения бассейна выдержки .....	257
15.5. Системы безопасности ВВЭР-1200, аналогичные системам безопасности ВВЭР-1000.....	258
15.6. Сравнение проектов РУ с ВВЭР-1200 «В-392М» и «В-491» по параметрам безопасности.....	265
Контрольные вопросы .....	268

<b>Глава 16. Комплекс систем обращения с ядерным топливом и система внутриреакторного контроля в проекте «АЭС-2006» с ВВЭР-1200</b> .....	270
16.1. Хранение свежего топлива .....	270
16.2. Перегрузка ядерного топлива .....	271
16.3. Обращение с отработавшим топливом.....	274
16.4. Система внутриреакторного контроля в системе контроля, управления и диагностики реактора ВВЭР-1200.....	275
Контрольные вопросы .....	282
<b>Глава 17. Атомные электростанции с реакторами РБМК</b> .....	283
17.1. Характеристики канальных водографитовых реакторов .....	283
17.2. Контур многократной принудительной циркуляции .....	288
17.3. Основные технологические системы.....	292
17.4. Гидравлические системы турбинной установки.....	299
Контрольные вопросы .....	304
<b>Глава 18. Реакторы на быстрых нейтронах и их роль в становлении ядерной энергетики XXI в.</b> .....	305
18.1. Российские АЭС с реакторами на быстрых нейтронах .....	305
18.2. Атомные электростанции высокой безопасности и экономичности с быстрым реактором БРЕСТ со свинцовым теплоносителем .....	319
18.3. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы .....	325
Контрольные вопросы .....	327
<b>Глава 19. Долгосрочная стратегия и актуальные проблемы развития ядерной энергетики России</b> .....	328
19.1. Стратегия развития ядерной энергетики России в первой половине XXI в. ....	328
19.2. Повышение устойчивости объектов ЯТЦ и ядерной энергетики к экстремальным внешним воздействиям .....	331
19.3. Повышение ресурсных характеристик и совершенствование технико-экономических показателей ЯЭУ .....	333
19.4. Виброшумовая диагностика и прогнозирование возникновения в первых контурах АЭС с ВВЭР виброакустических резонансов .....	346
19.5. Разработка метода электроакустических аналогии для анализа акустических систем АЭС с однофазным и двухфазным теплоносителями .	352
19.6. Управление тяжелыми авариями .....	358
Контрольные вопросы .....	362
<b>Глава 20. Судовая, космическая и малая ядерная энергетика</b> .....	363
20.1. Судовые ЯЭУ .....	363
20.2. Космические ЯЭУ .....	373
20.3. Малая ядерная энергетика.....	377
Контрольные вопросы .....	383
<b>Глава 21. Решение практических задач</b> .....	384
21.1. Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения .....	384
21.2. Физические процессы, происходящие при работе реактора .....	405
<b>Приложение. Справочные данные для решения задач</b> .....	410
Список литературы.....	414
Словарь основных терминов .....	417