

УДК 629.56:621.039.9(075)
ББК 39.455.7я7+31.4я7
Д 26

Деев В.И., Щукин Н.В., Черезов А.Л. **Основы расчета судовых ЯЭУ:** Учебное пособие / Под общей редакцией проф. В.И. Деева. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 256 с.

Составлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом по дисциплинам «Основы проектирования и конструирования ЯЭУ», «Динамика и безопасность ЯЭУ».

На основе требований, предъявляемых к судовым ЯЭУ, рассмотрены типичные тепловые схемы и компоновки ядерных паропроизводящих установок морских судов, а также особенности конструкций судовых ядерных реакторов. Изложены методики расчета теплогидравлических и нейтронно-физических параметров активных зон реакторов. Обсуждаются пути повышения тепловой экономичности морских атомных установок. Значительное внимание уделено вопросам надежности охлаждения, обеспечения ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ. В помощь студентам, выполняющим курсовые проекты, приведен пример теплового и нейтронно-физического расчета активной зоны реактора плавучей АТЭС.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 140305 «Ядерные реакторы и энергетические установки» направления подготовки 140300 «Ядерные физика и технологии».

Подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ.

Рецензент доцент кафедры ядерных реакторов
и установок МГТУ им. Н.Э. Баумана,
канд. техн. наук В.С. Окунев

ISBN 978-5-7262-1598-3

© Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2012.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	5
Основные обозначения	8
Введение	10
1. Требования, предъявляемые к судовым ЯЭУ	12
2. Тепловые схемы и энергооборудование судовых ЯЭУ	14
2.1. Особенности тепловых схем судовых РУ	14
2.2. Первые три поколения судовых ЯЭУ	16
2.3. Новое поколение атомных судов	24
2.4. Плавучие атомные теплоэлектростанции (ПАТЭС)	36
2.5. Методика расчета регенеративной тепловой схемы и коэффициент полезного действия АППУ	39
3. Конструкция судовых ядерных реакторов	47
3.1. Особенности конструкции судовых ядерных реакторов	47
3.2. Конструкция, составные части и основные характеристики активных зон	53
3.3. Материалы, применяемые в судовых ЯЭУ	62
4. Теплогидравлические расчеты активной зоны ядерного реактора	94
4.1. Распределение энерговыделения в активной зоне	94
4.2. Основные этапы и последовательность тепловых расчетов	96
4.3. Соотношения, применяемые в расчетах теплогидравлических параметров активной зоны реактора	101
4.4. Расчет распределения температур по высоте ТВС активной зоны	106
4.5. Параметры, определяющие теплотехническую надежность активной зоны реакторной установки	109
4.6. Расчет гидравлических сопротивлений	117
5. Нейтронно-физический расчет ядерного реактора	121
5.1. Программные средства для определения нейтронно- физических характеристик и обоснования ядерной безопасности	122
5.2. Картограмма загрузки активной зоны транспортных реакторов	152
5.3. Основные задачи нейтронно-физического расчета	155
5.4. Динамика и ядерная безопасность	156

5.5. Выбор и обоснование конструкции системы управления и защиты	161
6. Расчет основных элементов реактора на прочность	163
6.1. Общие положения расчета элементов энергооборудования на прочность	163
6.2. Выбор основных размеров элементов конструкции реактора	165
7. Безопасность судовых ЯЭУ	168
7.1. Основные положения, критерии и принципы обеспечения безопасности ядерных реакторов	168
7.2. Требования по безопасности, предъявляемые к конструкции судовой РУ	176
7.3. Радиационная безопасность атомного судна	179
7.4. Анализ аварий и аварийных ситуаций на судах с ЯЭУ	183
7.5. Примеры систем обеспечения безопасности судовых ЯЭУ	191
Список литературы	205
Список рекомендуемой учебной литературы	208
Указатель сокращений	209
Приложение. Пример расчета реакторной установки ПЭБ	211