

УДК [574.3+574.4+502:628.3+614.7] (076+072)

ББК 20.1я73+26.23я73+26.22я73

Б 79

Болятко В.В., Ксенофонтов А.И., Харитонов В.В. Экология ядерной и возобновляемой энергетики: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 264 с. (+ 28 с. цветная вклейка).

В учебное пособие вошли разделы курсов «Основы экологии и охраны окружающей среды», «Экология: технико-экономические основы», «Экономика отрасли», читаемых студентам НИЯУ МИФИ. Рассмотрены физические принципы работы энергетических установок и возникающие при их эксплуатации экологические проблемы. Основное внимание уделено вопросам экологии ядерной энергетики, гидроэнергетики, солнечной энергетики, ветроэнергетики и установок на биотопливе. Приведены основы фундаментальной науки – экологии, рассмотрены общие вопросы антропогенного воздействия на окружающую среду, взаимодействия общества и природы, экономики и экологии. В конце каждой главы приведены задачи и упражнения для закрепления пройденного материала.

Учебное пособие предназначено для проведения занятий по вышеназванным дисциплинам. Оно может быть полезно студентам, аспирантам и преподавателям обособленных подразделений НИЯУ МИФИ и других вузов.

Подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ.

Рецензент доц. НИЯУ МИФИ, канд. физ.-мат. наук А.Б.Колдобский

ISBN 978-5-7262-1343-9

© Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ», 2010

Редактор *Е.Г. Станкевич*
Вёрстка *С.В. Тялиной*

Подписано в печать 28.09.2010. Формат 60×84 1/16
Печ.л. 18,5. Уч. изд. л. 19,0. Изд. № 1/1/15. Тираж 350 экз. Заказ № 16

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409, Москва, Каширское шоссе, 31.*

ООО «Полиграфический комплекс «Курчатовский».
144000, Московская область, г. Электросталь, ул. Красная, д. 42

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. Антропогенное загрязнение	
окружающей среды.....	9
1.1. Качество окружающей среды	9
1.2. Загрязнение атмосферы.....	14
1.3. Загрязнение водной среды и почвы	22
1.3.1. Загрязнение водной среды.....	22
1.3.2. Экологические проблемы загрязнения почв	26
1.4. Обращение с бытовыми отходами	29
1.5. Экологическое нормирование	33
Контрольные вопросы и задания	36
Список литературы.....	36
Глава 2. Энергетика и окружающая среда	37
2.1. Единицы измерения энергии и мощности.....	37
2.2. Экспоненциальная динамика потребления	
энергии человечеством	39
2.3. Традиционный топливно-энергетический	
комплекс.....	46
2.4. Возобновляемые и невозобновляемые	
источники энергии	49
2.5. Пределы роста энергетики и защита климата.....	52
2.6. Географические и климатические особенности	
энергетики России	55
Контрольные вопросы и задания	58
Список литературы.....	59
Глава 3. Основы ядерной энергетики.....	60
3.1. Инженерно-физические основы	
ядерной энергетики.....	60
3.1.1. О строении ядра	60
3.1.2. Реакция деления ядер	62
3.1.3. Воспроизводство ядерного топлива	65
3.1.4. Принципы работы ядерных реакторов	68
3.2. Конструкции ядерных реакторов.....	79
3.2.1. Типы ядерных реакторов	79
3.2.2. Реактор ВВЭР-1000.....	83
3.2.3. Развитие реакторов типа ВВЭР в мире	86
3.2.4. Кипящие реакторы BWR.....	87
3.2.5. Канальные реакторы.....	88
3.2.6. Реакторы-размножители на быстрых нейтронах	91
3.3. Ядерный топливный цикл.....	93

3.3.1. Открытый и замкнутый ядерные топливные циклы	93
3.3.2. Топливная база ядерной энергетики.....	95
3.3.3. Обогащение урана	97
3.3.4. Изготовление твэлов и ТВС	101
3.3.5. Обращение с отработанным ядерным топливом	102
Контрольные вопросы и задания	105
Список литературы.....	106
Глава 4. Экология ядерной энергетики	107
4.1. Величины, характеризующие радиационное воздействие	107
4.2. Принципы нормирования и Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.....	111
4.3. Воздействие на окружающую среду предприятий начальной стадии ядерного топливного цикла.....	116
4.4. Воздействие АЭС на окружающую среду	120
4.4.1. Источники радиоактивного загрязнения при эксплуатации АЭС и барьеры безопасности	120
4.4.2. Радиоактивные отходы АЭС и дозовые нагрузки на население	124
4.5. Обращение с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами.....	129
4.5.1. Радиоактивное загрязнение окружающей среды при переработке ОЯТ	129
4.5.2. Хранение радиоактивных отходов.....	132
4.6. Радиационные аварии	137
Контрольные вопросы и задания	148
Список литературы.....	148
Глава 5. Экология гидроэнергетики	149
5.1. Гидроэнергия и гидроэлектростанции.....	149
5.1.1. Гидроэлектростанции на реках	149
5.1.2. Ресурсы тепловой энергии океана	153
5.1.3. Ресурсы океанических течений.....	157
5.1.4. Гидроэнергетические узлы в проливах	158
5.1.5. Использование энергии волн	159
5.2. Приливные электростанции	161
5.3. Использование геотермального тепла.....	163
5.4. Энергия растворения пресных вод в океане	166
5.5. Влияние гидроэнергетики на окружающую среду	167
Контрольные вопросы и задания	174
Список литературы.....	174

Глава 6. Экология солнечной энергетики	175
6.1. Солнечное излучение на поверхности Земли	175
6.2. Солнечные тепловые электростанции	179
6.3. Полупроводниковые солнечные батареи	183
6.4. Солнечные водонагреватели	193
6.5. Экологические последствия развития солнечной энергетики	195
Контрольные вопросы и задания	199
Список литературы	200
Глава 7. Экология ветровой энергетики	201
7.1. Развитие ветровой энергетики	201
7.2. Ветровые ресурсы, ветровые турбины	204
7.3. Влияние ветроэнергетики на природную среду	206
Контрольные вопросы и задания	208
Список литературы	208
Глава 8. Экология биотопливной энергетики	209
8.1. Образование и оценка биомассы планеты	209
8.2. Производство биомассы для нужд энергетики	214
8.3. Биоэнергетические установки	218
8.4. Источники биомассы	220
8.5. Неблагоприятные воздействия биоэнергетики на окружающую среду	224
Контрольные вопросы и задания	230
Список литературы	231
Глава 9. Экономические основы энергетики и экологии	232
9.1. Методы оценки стоимости электроэнергии	232
9.2. Экологическая политика и оценки затрат на обеспечение экологической безопасности	245
Контрольные вопросы и задания	252
Список литературы	253
<i>Приложение 1. Основные и некоторые производные единицы СИ</i>	254
<i>Приложение 2. Внесистемные единицы и соотношения с единицами СИ</i>	255
<i>Приложение 3. Десятичные кратные и дольные единицы</i>	256
<i>Приложение 4. Физические постоянные</i>	256
<i>Приложение 5. Техничко-экологические и энергетические термины</i>	257
<i>Рисунки к главам</i>	265