

А. В. Носовский, В. Н. Васильченко,
А. А. Ключников, Я. В. Яценко

БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А. В. Носовский, В. Н. Васильченко,
А. А. Ключников, Я. В. Яценко

БЕЗОПАСНОСТЬ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Под редакцией доктора технических наук
А. В. Носовского

Рекомендовано Министерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за спеціальністю "Атомна енергетика"

Київ
"Техніка"
2005

ББК 31.46я7
С53
УДК 621.039.5(07)

Гриф надано Міністерством
освіти і науки України,
лист № 14/18.2-2448 від 04.11.05

Рецензенти:

В. Г. Баряхтар, директор Інститута магнетизма НАН України, академик НАНУ, д-р физ.-маг. наук, проф.; *Е. Н. Письменный*, заведуючий кафедрой атомных станций и инженерной теплофизики Национального технического университета Украины «КПИ», д-р техн. наук, проф.; *А. С. Мазуренко*, директор Энергетического института Одесского национального политехнического университета, д-р техн. наук, проф.

Навчальний посібник є першим в Україні виданням, що подає повний огляд процесу зняття з експлуатації ядерних енергетичних установок і містить питання планування, розробки проектної документації, опис сучасних технологій. На основі аналізу міжнародного і вітчизняного досвіду розглядаються питання поводження з радіоактивними відходами, методи дезактивації, демонтажу устаткування, застосування дистанційних технологій, а також оцінки витрат при знятті з експлуатації. Особливу увагу приділено забезпеченню безпеки персоналу, населення і навколишнього середовища під час проведення робіт по зняттю з експлуатації.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю “Атомна енергетика”. Може бути корисним для спеціалістів столичних електричних станцій, які займаються питаннями зняття з експлуатації, інженерів, спеціалістів з безпеки ядерних енергетичних установок, працівників наукових і проектних установ, що ведуть розробки у цій галузі.

Снятие с эксплуатации ядерных энергетических установок / А. В. Носовский,
С53 В. Н. Васильченко, А. А. Ключников, Я. В. Яценко; Под ред. А. В. Носовского. -
К.: Техніка, 2005. - 288 с. - (Безопасность атомных станций).

ISBN 966-575-083-6

Учебное пособие является первым в Украине изданием, дающим полный обзор процесса снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок, включающий вопросы планирования, разработку проектной документации, описание современных технологий. На основании анализа международного и отечественного опыта рассматриваются вопросы обращения с радиоактивными отходами, методы дезактивации, демонтажа оборудования, применения дистанционных технологий, а также оценки затрат при снятии с эксплуатации. Особое внимание уделяется обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды при проведении работ по снятию с эксплуатации.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности “Атомная энергетика”. Может быть полезно для специалистов атомных электрических станций, занимающихся вопросами снятия с эксплуатации, инженеров, специалистов по безопасности ядерных установок, сотрудников научных и проектных организаций, ведущих разработки в данной области.

ББК 31.46я7

ISBN 966-575-083-6

© А. В. Носовский, В. Н. Васильченко,
А. А. Ключников, Я. В. Яценко, 2005

Оглавление

Предисловие.....	5
Глава 1. Атомная энергетическая отрасль Украины.....	9
1.1. История атомной энергетики Украины.....	10
1.2. Состояние атомной энергетической отрасли.....	15
1.3. Перспективы развития и существующие проблемы.....	22
Глава 2. Современное состояние проблемы снятия с эксплуатации.....	27
2.1. Общее представление о снятии с эксплуатации.....	27
2.2. Законодательные и нормативные требования.....	31
2.3. Требования международных стандартов.....	34
2.4. Опыт снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок.....	39
Глава 3. Планирование деятельности по снятию с эксплуатации	55
3.1. Варианты снятия с эксплуатации.....	55
3.2. Цели снятия с эксплуатации	63
3.3. Инженерное и радиационное обследование.....	66
3.4. Оценка и выбор варианта снятия с эксплуатации.....	74
3.5. Управление процессом снятия с эксплуатации.....	77
Глава 4. Проект снятия с эксплуатации.....	82
4.1. Элементы проекта снятия с эксплуатации.....	82
4.2. Этапы снятия с эксплуатации.....	86
4.3. Детальное инженерное проектирование.....	90
4.4. Оценка безопасности.....	92
4.5. График, ресурсы и стоимость работ.....	98
4.6. Обеспечение качества.....	103
Глава 5. Методы сбора и анализа данных.....	109
5.1. Сбор и анализ данных по эксплуатации.....	111
5.2. Методы прямых и лабораторных измерений.....	112
5.3. Расчетные аналитические методы.....	114
5.4. Методы обработки данных.....	124
5.5. Документирование и хранение данных.....	125
Глава 6. Обращение с радиоактивными отходами.....	135
6.1. Виды радиоактивных отходов, образующихся на атомных электростанциях.....	139
6.2. Классификация радиоактивных отходов.....	143
6.3. Сбор и переработка радиоактивных отходов.....	146
6.4. Хранение и захоронение отходов.....	154
6.5. Транспортировка радиоактивных отходов.....	162

Глава 7. Дезактивация.....	165
7.1. Физико-химические процессы радиоактивного загрязнения.....	167
7.2. Источники и уровни радиоактивного загрязнения поверхностей оборудования и помещений АЭС.....	175
7.3. Химические методы дезактивации.....	179
7.4. Механическая дезактивация.....	186
7.5. Другие методы дезактивации.....	193
7.6. Дезактивация первого контура ядерной установки.....	196
7.7. Контроль качества дезактивации.....	201
Глава 8. Методы демонтажа.....	204
8.1. Механические методы демонтажа.....	206
8.2. Тепловые методы демонтажа.....	210
8.3. Технологии сноса строительных конструкций.....	215
8.4. Дистанционные технологии.....	219
8.5. Демонтаж оборудования АЭС.....	225
Глава 9. Общие вопросы безопасности.....	233
9.1. Основные положения теории безопасности.....	234
9.2. Качественный и количественный анализ опасностей.....	236
9.3. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.....	240
9.4. Культура безопасности.....	241
9.5. Защита от ионизирующих излучений.....	245
9.6. Возможные аварии при снятии с эксплуатации.....	251
9.7. Пожарная безопасность.....	253
9.8. Охрана труда и техника безопасности.....	255
Глава 10. Оценка стоимости работ.....	260
Принятые сокращения.....	283
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	284