

Н.С. ПРОНКИН

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

*Рекомендовано Советом Учебно-методического объединения
направления 140300 «Ядерная физика и технологии»
в качестве учебного пособия по специальности 140305
«Ядерные реакторы и энергетические установки»*



Москва
Логос
2012

УДК 539.1(035.3)

ББК 31.46

П78

Рецензенты

И.Ю. Шишиц, доктор технических наук, профессор

Н.Н. Блинов, доктор технических наук, профессор

Н.Ф. Андрияшин, кандидат технических наук

Пронкин Н.С.

П78 Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла: учеб. пособие / Н.С. Пронкин. – М.: Логос, 2012. – 420 с.

ISBN 978-5-98704-599-2

Рассматривается современное состояние государственного регулирования безопасности обращения с радиоактивными отходами всех категорий (жидкие, твердые и газообразные) на предприятиях ядерного топливного цикла: от добычи урановой руды до радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива. Основное внимание уделено анализу требований нормативной документации по безопасности при обращении с радиоактивными отходами, ее гармонизации с документацией, используемой за рубежом. Приводятся сведения об обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла России, анализируются вопросы безопасности и мероприятия по снижению вредного воздействия радиоактивных отходов на персонал, население и окружающую среду. Приводятся сравнительные данные по безопасности при обращении с радиоактивными отходами на зарубежных и отечественных предприятиях ядерного топливного цикла.

Может использоваться в учебном процессе по широкому кругу направлений и специальностей техники и технологий, связанных с обеспечением безопасности окружающей среды и обращением с промышленными отходами. Представляет интерес для специалистов, занимающихся вопросами обеспечения безопасности, переработки и хранения отходов, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами обеспечения безопасности в атомной энергетике.

УДК 539.1(035.3)

ББК 31.46

ISBN 978-5-98704-599-2

© Пронкин Н.С., 2012

© Логос, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений.....	8
Введение.....	11
ЧАСТЬ I. Общие вопросы обращения с радиоактивными отходами	
Глава 1. Классификация радиоактивных отходов.....	17
1.1. Классификация радиоактивных отходов в России.....	17
1.2. Классификация радиоактивных отходов, рекомендованная МАГАТЭ.....	24
1.3. Классификации радиоактивных отходов, принятые в других странах.....	30
Глава 2. Основные стадии и принципы обращения с радиоактивными отходами.....	38
2.1. Основные стадии обращения с радиоактивными отходами.....	38
2.2. Радиационная и ядерная безопасность.....	42
2.2.1. Радиационная безопасность.....	42
2.2.2. Ядерная безопасность.....	44
2.3. Принципы обращения с радиоактивными отходами.....	47
2.4. Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.....	50
Глава 3. Захоронение радиоактивных отходов.....	56
3.1. Выбор способа захоронения.....	56
3.2. Принципы и критерии захоронения радиоактивных отходов.....	58
Глава 4. Оценка безопасности хранилищ радиационных отходов.....	66
4.1. Основные этапы оценки безопасности хранилищ.....	66
4.2. Миграция (утечка) радионуклидов.....	76
4.3. Изменение отходов и барьеров со временем.....	79
4.4. Постановка задач анализа и примеры расчета моделей.....	82
Глава 5. Контроль в системе обращения с радиоактивными отходами.....	89
5.1. Общие сведения.....	89
5.2. Контроль на различных стадиях обращения с радиоактивными отходами.....	90
5.3. Контроль хранилищ и пунктов захоронения.....	94
5.4. Мониторинг окружающей среды.....	96
ЧАСТЬ II. Регулирование безопасности при обращении с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла	
Глава 6. Общие вопросы государственного регулирования при использовании атомной энергии.....	99

6.1. Ростехнадзор – орган государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии.....	99
6.2. Лицензирование – основная функция Ростехнадзора.....	102
6.3. Лицензирование видов деятельности при обращении с радиоактивными отходами.....	105
6.4. Государственный надзор.....	109
6.5. Нормативное регулирование.....	111
6.6. О системах нормативных документов.....	117
Глава 7. Общие положения обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами.....	124
7.1. Требования безопасности в федеральных законах Российской Федерации.....	124
7.2. Правовые основы ядерного страхования.....	127
7.3. Цели и принципы обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами.....	134
7.4. Общие требования к обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами.....	136
7.5. Общие требования к обеспечению безопасности при захоронении радиоактивных отходов.....	141
7.6. Обеспечение безопасности при обращении с жидкими радиоактивными отходами, накопленными в поверхностных водоемах-хранилищах и хвостохранилищах, а также образующимися при добыче и переработке руд и радиоактивных веществ.....	142
Глава 8. Обеспечение качества при обращении с радиоактивными отходами.....	146
8.1. Система обеспечения качества.....	146
8.2. Программа обеспечения качества.....	150
8.3. Сертификация.....	154
8.4. Критерии приемлемости радиоактивных отходов.....	155
Глава 9. Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения.....	162
9.1. Общие сведения.....	162
9.2. Требования безопасности при сборе, переработке, хранении и кондиционировании твердых радиоактивных отходов.....	162
9.3. Требования безопасности при сборе, переработке, хранении и кондиционировании жидких радиоактивных отходов.....	167
9.4. Требования по обеспечению безопасности при обращении с газообразными радиоактивными отходами.....	174
Глава 10. Обеспечение безопасности при захоронении радиоактивных отходов.....	177
10.1. Общие вопросы захоронения радиоактивных отходов.....	177
10.2. Цель, принципы, критерии и основные требования обеспечения безопасности при захоронении радиоактивных отходов.....	178
10.3. Требования безопасности на различных этапах жизненного цикла пунктов захоронения радиоактивных отходов.....	182
10.4. Требования безопасности при приповерхностном захоронении радиоактивных отходов.....	184

10.5. Общие требования безопасности при захоронении радиоактивных отходов в глубоких геологических формациях.....	187
10.6. Требования безопасности при глубинном захоронении жидких радиоактивных отходов.....	189
Глава 11. Учет, контроль и физическая защита радиоактивных отходов.....	196
11.1. Учет и контроль.....	196
11.2. Перевод ядерных материалов в категорию радиоактивных отходов.....	201
11.3. Учет и контроль ядерных материалов.....	203
11.4. Физическая защита.....	204
Глава 12. Транспортирование радиоактивных отходов.....	207
12.1. Обеспечение безопасности при транспортировании радиоактивных материалов.....	207
12.2. Требования санитарных правил ОСПОРБ и СПОРО при транспортировании радиоактивных отходов.....	212
12.3. Обеспечение физической защиты при транспортировании радиоактивных отходов.....	213
Глава 13. Отчет по обоснованию безопасности.....	217
13.1. Общие вопросы разработки отчета по обоснованию безопасности.....	217
13.2. Содержание отчета по обоснованию безопасности хранилища радиационных отходов.....	218

ЧАСТЬ III. Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла

Глава 14. Общая характеристика обращения с радиоактивными отходами на предприятиях ядерного топливного цикла.....	228
14.1. Ядерный топливный цикл.....	228
14.2. Общая характеристика накопленных радиоактивных отходов.....	231
14.3. Классификация хранилищ и пунктов захоронения радиоактивных отходов на предприятиях ядерного топливного цикла.....	234
14.4. Хранилища радиационных отходов как объекты ядерного топливного цикла.....	236
Глава 15. Емкости-хранилища высокоактивных и среднеактивных отходов.....	240
15.1. Общие замечания по использованию емкостей-хранилищ.....	240
15.2. Источники радиоактивных отходов для заполнения емкостей-хранилищ...	241
15.3. Общие проблемы безопасности при хранении жидких радиоактивных отходов в емкостях-хранилищах.....	244
15.4. Хранение жидких высокоактивных отходов в США.....	246
15.5. Емкости-хранилища высоко- и среднеактивных отходов в России.....	251
15.6. Меры поддержания безопасности и аварии.....	253
15.7. Хранилища отвержденных высокоактивных отходов.....	260
Глава 16. Поверхностные водоемы-хранилища жидких радиоактивных отходов.....	264
16.1. Общая характеристика водоемов-хранилищ.....	264
16.2. Поверхностные водоемы-хранилища ПО «Маяк».....	267
16.2.1. Характеристика водоемов-хранилищ.....	267

16.2.2. Загрязнение территории.....	277
16.2.3. Деятельность предприятия по повышению безопасности и реабилитации территорий.....	284
16.3. Поверхностные водоемы-хранилища Сибирского химического комбината.....	287
16.4. Поверхностные водоемы-хранилища Горно-химического комбината.....	291
16.5. Характеристика мер по повышению безопасности эксплуатации водоемов- хранилищ.....	295
Глава 17. Полигоны глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	299
17.1. Общие сведения.....	299
17.2. Научно-технические требования к характеристикам полигонов.....	301
17.3. Опасности, создаваемые полигонами глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	306
17.4. Инженерные сооружения полигонов.....	309
17.5. Характеристики эксплуатируемых полигонов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	311
17.5.1. Полигон глубинного захоронения жидких отходов Сибирского химического комбината.....	312
17.5.2. Полигон глубинного захоронения жидких отходов «Северный» Горно- химического комбината.....	316
17.5.3. Полигон захоронения жидких отходов НИИАР.....	319
17.6. Обеспечение безопасности полигонов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	320
Глава 18. Хвостохранилища радиоактивных отходов.....	325
18.1. Общие сведения.....	325
18.2. Опасности, создаваемые хвостохранилищами.....	329
18.3. Хвостохранилища предприятий ядерного топливного цикла.....	333
18.4. Обеспечения безопасности при эксплуатации и закрытии хвостохранилищ.....	338
18.4.1. Опыт отечественных предприятий.....	338
18.4.2. Опыт зарубежных предприятий.....	342
Глава 19. Хранилища (пункты захоронения) твердых радиоактивных отходов.....	348
19.1. Общие сведения и положения.....	348
19.2. Опасности, создаваемые хранилищами твердых радиоактивных отходов....	349
19.3. Характеристики хранилищ твердых радиоактивных отходов.....	352
19.3.1. Хранилища предприятий ядерного топливного цикла.....	352
19.3.2. Хранилища системы спецкомбинатов «Радон».....	356
19.4. Обеспечение безопасности хранилищ твердых радиоактивных отходов.....	358
Глава 20. Современные подходы к проблемам обращения с радиоактивными отходами.....	362
20.1. Общий подход.....	362
20.2. Отходы очень низкой удельной активности.....	363
20.3. Отходы низкой и средней удельной активности.....	364
20.4. Отходы высокой и средней удельной активности, содержащие долгоживущие радионуклиды.....	368

Оглавление	7
20.5. Подготовка высокоактивных отходов к захоронению.....	382
20.6. Об оценке безопасности хранилищ радиоактивных отходов.....	384
Литература	390
Приложения	400
Приложение 1. Ряды распада радионуклидов урана-238, урана-235 и тория-232...	400
Приложение 2. Примерный перечень событий, явлений и факторов (ФЕР) природного и техногенного происхождения и физико-химических процессов, существенно влияющих на безопасность ППЗРО.....	401
Приложение 3. Результаты системного анализа обращения с РАО производства ядерного топлива.....	403
Приложение 4. Концепция глубокоэшелонированной защиты (применительно к пунктам захоронения радиоактивных отходов).....	407
Приложение 5. Перечень способов переработки радиоактивных отходов, применяемых на предприятиях ядерного топливного цикла и комбинатах «Радон».....	409
Приложение 6. Обобщенные принципы безопасности.....	411
Приложение 7. Перечень основных правовых актов и нормативных документов, относящихся к безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла. Документы МАГАТЭ.....	412
Об авторе	419