

УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ



С. В. Беденко, И. В. Шаманин

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

УЧЕТ И КОНТРОЛЬ ДЕЛЯЩИХСЯ

МАТЕРИАЛОВ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Юрайт
ИЗДАТЕЛЬСТВО

biblio-online.ru

С. В. Беденко, И. В. Шаманин

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ. УЧЕТ И КОНТРОЛЬ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ МАГИСТРАТУРЫ

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва ■ Юрайт ■ 2016

УДК 621.039
ББК 31.4я73
Б38

Авторы:

Беденко Сергей Владимирович — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физико-энергетических установок Физико-технического института Томского политехнического университета;

Шаманин Игорь Владимирович — доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой технической физики Физико-технического института Томского политехнического университета.

Рецензенты:

Мартынов В. В. — кандидат технических наук, начальник отдела радиационной безопасности ФГУП «Горно-химический комбинат»;

Артельный Ю. А. — кандидат физико-математических наук, начальник отдела оценки, развития и адаптации персонала (учебно-производственного центра) ОАО «Сибирский химический комбинат».

Беденко, С. В.

Б38

Надзор и контроль в сфере безопасности. Учет и контроль делящихся материалов: учеб. пособие для магистратуры / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 90 с. — Серия: Университеты России.

ISBN 978-5-9916-7030-2

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

В пособии даются общие представления о системах и мерах, которые используются для обеспечения сохранности делящихся материалов в производстве. Рассматривается назначение систем учета, контроля и физической защиты ядерных материалов. Рассматривается контроль нейтронно-физических параметров в системах хранения и транспортировки облученного топлива. Особое внимание уделено ядерной и радиационной безопасности систем хранения облученного ядерного топлива.

Для бакалавров и магистров, обучающихся по физико-техническим направлениям.

УДК 621.039
ББК 31.4я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-9916-7030-2

© Беденко С. В., Шаманин И. В., 2014
© ООО «Издательство Юрайт», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. РОЛЬ СИСТЕМ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	8
1.1. Элементы учёта, контроля и физической защиты ядерных материалов.....	9
1.2. Учёт ядерных материалов	10
1.3. Контроль ядерных материалов	11
2. КАТЕГОРИРОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	12
2.1. Ядерные материалы, подлежащие учёту и контролю	12
2.2. Категоризация ядерных материалов	13
3. МЕТОДЫ И ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЦЕЛЯХ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	20
3.1. Учётные и подтверждающие измерения	20
3.2. Разрушающий и неразрушающий методы учёта и контроля ядерных материалов	22
3.1.1. Неразрушающий анализ в учёте и контроле ядерных материалов.....	23
3.1.2. Разрушающий анализ в учёте и контроле ядерных материалов.....	31
3.3. Контроль качества измерений в системе учёта и контроля.....	32
4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ НА СТАДИЯХ ЯТЦ И ОПАСНОСТЬ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	34
4.1. Ресурсы	34
4.2. Урановые рудники. Первичная переработка руды	35
4.3. Переработка уранового концентрата	36
4.3.1. Преобразование в UF_6	36
4.3.2. Обогащение урана	37
4.3.3. Газоцентрифужная технология.....	38
4.3.4. Лазерное разделение изотопов	39
4.4. Изготовление ядерного топлива (таблеток, твэл и ТВС)	40
4.5. Облучение топлива в реакторах	42
4.6. Транспортировка и хранение облученного ядерного топлива ...	42
4.7. Радиохимическая переработка облученного ядерного топлива ..	43
4.8. Хранение и переработка радиоактивных отходов	45

5. ЗАДАЧИ УЧЁТА И КОНТРОЛЯ НА СТАДИЯХ ЯТЦ.....	49
6. КОНТРОЛЬ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СИСТЕМАХ ХРАНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ	56
6.1. Хранение облучённого ядерного топлива	57
6.2. «Мокрое» хранение облучённого топлива АЭС	58
6.3. «Сухое» хранение облучённого топлива АЭС.....	60
6.4. Ядерная и радиационная безопасность систем хранения ядерных материалов.....	61
6.4.1. Ядерная безопасность. Основные проблемы ядерной безопасности хранилищ ОЯТ.....	61
6.4.2. Методы расчета эффективного коэффициента размножения в хранилищах ОЯТ	62
6.4.3. Радиационная безопасность	64
6.4.4. Радиационные характеристики облученного ядерного топлива.....	65
6.4.5. Нейтронная составляющая радиационных характеристик ОЯТ	66
6.5. Нейтронно-физические параметры систем долговременного «сухого» хранения ОЯТ	77
6.5.1. Нейтронно-физические параметры камеры пролетом 12 м СХОЯТ. Случай «свежего» топлива	77
6.5.2. Нейтронно-физические параметры камеры пролетом 12 м СХОЯТ. Случай «выгоревшего» топлива	83
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	89