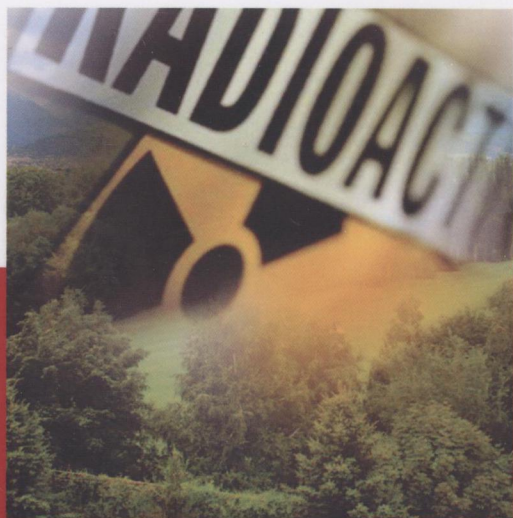


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ



Ким Де Чан
Д. И. Левит
Г. Д. Гаспарян



E.LANBOOK.COM

ДЕ ЧАН КИМ,
Д. И. ЛЕВИТ,
Г. Д. ГАСПАРЯН

РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие
Издание третье, стереотипное



ЛАНЬ

• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •
• МОСКВА •
• КРАСНОДАР •
2022

УДК 504.75
ББК 40.1я73

К 40 Ким Д. Ч. Радиационная экология : учебное пособие для вузов / Д. Ч. Ким, Д. И. Левит, Г. Д. Гаспарян. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 244 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-9021-9

В пособии изложены современные проблемы радиационной безопасности и экологии. Дана подробная информация об источниках ионизирующих излучений и их свойствах, единицах измерения радиоактивности и дозах облучения, о действии ионизирующего излучения на человека и биогеоценоз, о взаимодействии заряженных частиц и гамма-излучения с веществом. Рассмотрены вероятные последствия радиационных воздействий на разных уровнях — от клеток и организмов до экосистем, методы экологического и санитарного контроля радиационных воздействий и защиты, а также основы профилактики изменений в метаболизме биоценозов. Охарактеризованы типы ядерных реакторов и ядерный топливный цикл. Описаны задачи дозиметрии, классификация дозиметрических приборов, правила взятия проб для радиометрии. Особое внимание уделено радиоз экологическим проблемам ядерной энергетики;

Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Экология и природопользование», а также по различным техническим и гуманитарным специальностям. Может быть рекомендовано всем интересующимся вопросами и проблемами радиации.

УДК 504.75
ББК 40.1я73

Рецензенты:

Н. Т. АФАНАСЬЕВ — доктор физико-математических наук, профессор Иркутского государственного университета; *В. К. ВОРОНОВ* — доктор химических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета, заслуженный деятель науки РФ.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2022
© Коллектив авторов, 2022
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ РАДИОЭКОЛОГИИ. РАДИОАКТИВНОСТЬ	7
1.1. Предмет и задачи радиозологии	7
1.2. Радиоактивность	9
1.2.1. Состав и характеристики атомного ядра	9
1.2.2. Естественная и искусственная радиоактивность	11
1.2.3. Закон радиоактивного распада	13
1.2.4. Альфа-распад	15
1.2.5. Бета-распад	17
1.2.6. Характер β -спектра и гипотеза нейтрино	19
1.2.7. Теория β -распада Ферми	21
1.2.8. Происхождение γ -лучей	22
Контрольные вопросы	24
ГЛАВА 2. НОРМИРОВАНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И КОЛЛЕКТИВНЫЕ ДОЗОВЫЕ ПРЕДЕЛЫ ОБЛУЧЕНИЯ	25
2.1. Доза излучения. Единицы измерения радиоактивности	25
2.2. Современные представления о пределах радиационной безопасности (РБ)	31
2.3. Нормы радиационной безопасности	33
2.4. Предельно допустимые дозы облучения (ПДД)	39
2.5. Ограничение природного облучения	42
2.6. Ограничение медицинского облучения	44
2.7. Воздействие радиации на ткани живого организма	45
2.8. Воздействие радиации на человека	47
Контрольные вопросы	54
ГЛАВА 3. ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	55
3.1. Ионизирующие излучения (ИИ)	55
3.2. Космическое излучение	56
3.3. Внешнее облучение от радионуклидов земного происхождения	58
3.4. Внутреннее облучение от радионуклидов земного происхождения	61

3.5. Радиация от источников, созданных человеком	63
3.6. Испытание ядерного оружия	66
3.7. Распределение радионуклидов в экосистемах и продуктах питания	71
3.7.1. Радионуклиды в атмосфере	71
3.7.2. Радионуклиды в почве	74
3.7.3. Радионуклиды в воде	77
3.7.4. Радионуклиды в продуктах питания	81
Контрольные вопросы	83
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ	85
4.1. Задача дозиметрии	85
4.2. Классификация и общие принципы устройства дозиметрических приборов	85
4.3. Измерение проб, зараженных радиоактивными веществами	94
4.3.1. Отбор проб для радиометрического измерения	94
4.3.2. Методы измерения радиоактивного заражения, используемые в радиометрической лаборатории	95
4.3.3. Относительный метод измерений удельной активности толстослойных препаратов	96
4.4. Определение зараженности воды, продовольствия, других материалов, содержащих β -активные вещества	96
Контрольные вопросы	101
ГЛАВА 5. ПОГЛОЩЕНИЕ И РАССЕЙЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ	102
5.1. Прохождение тяжелых ядерных заряженных частиц через вещество	102
5.2. Прохождение электронов и позитронов через вещество	106
5.3. Прохождение нейтронов через вещество	110
5.4. Взаимодействие γ -излучения с веществом	113
Контрольные вопросы	118
ГЛАВА 6. ТИПЫ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ	119
6.1. Деление ядер	119
6.2. Цепная реакция. Коэффициент размножения нейтронов	120
6.3. Устройство и типы ядерных реакторов	122

6.4. Устройство атомной электростанции и ядерная энергетика	125
Контрольные вопросы	131
ГЛАВА 7. ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА. ПЕРЕРАБОТКА И ЗАХОРОНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ	132
7.1. Ядерный топливный цикл	132
7.2. Добыча природного урана	134
7.3. Производство гексафторида урана	135
7.4. Опасные отходы и выбросы АЭХК	137
7.5. Проблема захоронения радиоактивных отходов (РАО)	140
Контрольные вопросы	146
ГЛАВА 8. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. СНЯТИЕ АЭС С ЭКСПЛУАТАЦИИ	147
8.1. Радиотоксичность	147
8.2. Стратегия развития атомной энергетики России	150
8.3. Трансмутация радиоактивных отходов	152
8.4. Применение электроядерных установок (ЕА) для трансмутации актинидов	155
8.5. Уничтожение ядерных отходов: долгоживущие продукты деления (ДПД)	158
Контрольные вопросы	160
ГЛАВА 9. САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ	161
9.1. Общие положения	161
9.2. Образование и классификация радиоактивных отходов	162
9.3. Основные принципы радиационной безопасности и стадии обращения с РАО	164
9.4. Требования к организациям по приему и транспортированию РАО	164
9.5. Меры индивидуальной защиты и личной гигиены	166
9.6. Противорадиационная защита	167
Контрольные вопросы	175
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ	177
Приложение 1 ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБ	205

Приложение 2	
ЗАДАЧИ ДЛЯ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	207
1. Тема: Виды и ионизирующих излучений.	
Радиоактивность	207
Примеры решения задач	208
Задачи для занятия и самостоятельной работы	209
2. Тема: Поглощение и рассеяние излучений	212
Примеры решения задач	214
Задачи для занятия и самостоятельной работы	215
3. Тема: Нормирование облучения. Индивидуальные и коллективные дозовые пределы облучения.	
Расчет индивидуальных доз облучения. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами	224
Примеры решения задач	224
Задачи для занятия и самостоятельной работы	224
Приложение 3	
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	232
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	237