

В.С. Яковлева

**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ
ИЗОТОПОВ РАДОНА
И ПРОДУКТОВ РАСПАДА
В ВОЗДУХЕ**

УДК 539.163:546.2(075.8)

ББК 22.383я73

Я26

Яковлева В.С.

Я26 Методы определения объемной активности изотопов радона и продуктов распада в воздухе: учебное пособие / В.С. Яковлева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 119 с.

В пособии рассмотрены современные методы прямого и косвенного измерения объемной активности изотопов радона и дочерних продуктов распада в воздухе помещений и приземной атмосфере; приведены основные понятия радиометрии; описаны математические модели переноса радиоактивных газов и аэрозолей в различных средах; приведены примеры оценок дозовых нагрузок на население г. Томска; представлен анализ влияния различных факторов на величину объемной активности газов и аэрозолей; приведены разные классификации методов измерения.

Предназначено для магистрантов и студентов, обучающихся по специальностям 140307 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды», 140302 «Физика атомного ядра и частиц», 140306 «Электроника и автоматика физических установок», 140404 «Атомные электрические станции и установки».

УДК 539.163:546.2(075.8)

ББК 22.383я73

Рецензенты

Доктор физико-математических наук, профессор
заведующий лабораторией ИМКЭС СО РАН

И.И. Ипполитов

Доктор физико-математических наук, профессор
ведущий научный сотрудник ИМКЭС СО РАН

П.М. Нагорский

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2010

© Яковлева В.С., 2010

© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	4
ГЛАВА 1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СВОЙСТВА РАДОНА	5
1.1. История открытия радона и его изотопов	5
1.2. Происхождение радона. Радиоактивные семейства	7
1.3. Физические и химические свойства изотопов радона	8
1.4. Продукты распада радона. Физические свойства	11
1.5. Воздействие радона на здоровье человека	13
1.6. Области применения радона	14
ГЛАВА 2. КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОТОПОВ РАДОНА И ПРОДУКТОВ РАСПАДА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ	16
2.1. Источники поступления радона и торона внутрь помещений	16
2.1.1. Плотность потока радона с поверхности фундамента	18
2.1.2. Плотность потока радона с поверхности несущих конструктивных элементов зданий	22
2.2. Моделирование переноса радона, торона и дочерних продуктов внутри помещений	23
2.2.1. Модель переноса радиоактивных газов	23
2.2.2. Модель переноса радиоактивных аэрозолей	25
2.2.3. Коэффициенты уравнений переноса	27
2.2.4. Скорость осаждения аэрозолей на поверхности	33
2.3. Оценка средних для помещения значений объемной активности радона	38
2.3.1. Объемная активность радона внутри помещения	38
2.3.2. Пример определения объемной активности радона внутри жилых зданий г. Томска	39
2.3.3. Оценка эффективных доз облучения населения г. Томска за счет радона	43
2.4. Оценка средних для помещения значений объемной активности дочерних продуктов распада	44
2.4.1. Коэффициент радиоактивного равновесия	44
2.4.2. Свободная фракция продуктов распада радона и торона	46
2.4.3. Средняя объемная активность продуктов распада внутри помещения	49

ГЛАВА 3. КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОТОПОВ РАДОНА И ПРОДУКТОВ РАСПАДА В ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ	51
3.1. Источники атмосферного радона	53
3.1.1. Плотность потока радона и торона с поверхности земли	53
3.1.2. Влияние внешних факторов на скорость выхода радона и торона с поверхности земли	55
3.2. Процессы переноса изотопов радона и продуктов распада в атмосфере	59
3.2.1. Турбулентная диффузия	60
3.2.2. Осаждение под действием силы тяжести	63
3.2.3. Вымывание аэрозольных частиц из атмосферы осадками	65
3.3. Моделирование переноса изотопов радона и продуктов распада в атмосфере	66
3.3.1. Модель переноса изотопов радона и продуктов распада в атмосфере	66
3.3.2. Модель переноса аэрозолей с учетом их размеров и заряда	68
3.3.3. Нарушение радиоактивного равновесия между радоном и продуктами распада	69
3.4. Влияние различных факторов на вертикальный профиль активности атмосферных радионуклидов	70
3.4.1. Влияние величины плотности потока радона и торона	72
3.4.2. Влияние турбулентности приземной атмосферы	73
3.4.3. Влияние скорости и направления ветра	75
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОТОПОВ РАДОНА И ПРОДУКТОВ РАСПАДА	79
4.1. Аспирационные методы измерения объемной активности продуктов распада радона и торона	81
4.1.1. Кинетика продуктов распада радона на фильтре	82
4.1.2. Аспирационные методы, основанные на одном измерении	84
4.1.3. Аспирационные методы, основанные на двух и более измерениях	85
4.2. Активные методы измерения объемной активности радона и торона	86
4.2.1. Сцинтилляционный метод измерения	87
4.2.2. Полупроводниковый метод измерения	91
4.2.3. Ионизационный метод измерения	92

4.3. Пассивные методы измерения объемной активности радона и торона	93
4.3.1. Электростатический метод измерения	94
4.3.2. Трековый метод измерения	95
4.3.3. Термолюминесцентный метод измерения	99
4.3.4. Метод адсорбции радона на активированном угле	101
Список литературы	103
Содержание	116
Приложение А	
Приложение Б	
Список сокращений	
Список обозначений	