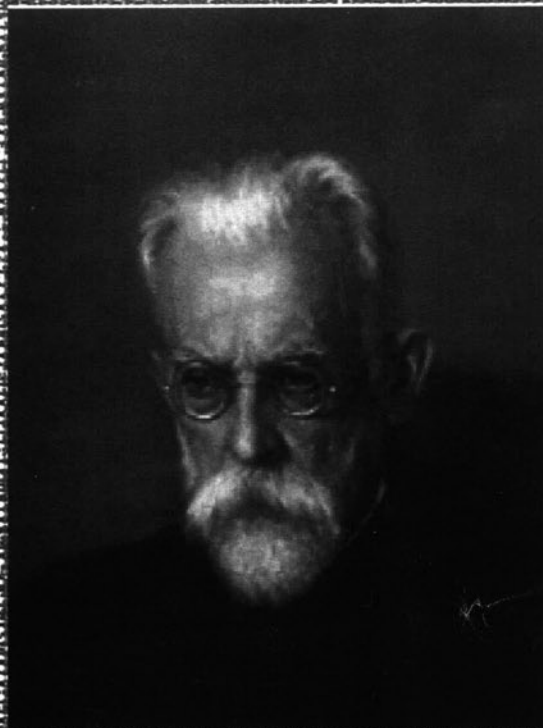


ISSN 1681 - 7494

№ 6 2004

Приложение № 1

том 2



УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МОСКВА

АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

научно-теоретический журнал
№6 2004 (том 2)
Приложение № 1

ADVANCES IN CURRENT NATURAL SCIENCES

ISSN 1681-7494

Журнал основан в 2001 г.

Выходит 12 раз в год

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

М.Ю. Ледванов

Ответственный секретарь

Н.Ю. Стукова

Грызлов В.С., Ильченко А.И., Курзанов А.Н., Маршалкин М.Ф., Молдавская А.А.,
Николенко В.Н., Олейников В.Э., Романцов М.Г., Островский Н.В., Харченко Л.Н.

Учредитель – Академия Естествознания

Издание зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации **ПИ № 77-11311**

Тел редакции – (841-2)-47-24-05

Факс (841-2)-31-51-77

E-mail: nature@rae.ru

Редактор Д.Н. Иванов (г. Москва, 105037, а/я 47)

Техническое редактирование и верстка лаб. ИТиКГ ЗГУ

Подписано в печать 18.05.2004.

©Издательство «Академия Естествознания»

Лицензия ИД № 05950

Юридический адрес: 123557, Москва, ул. Пресненский вал, 28

Адрес для корреспонденции: г. Москва, 105037, а/я 47

Формат 60×90/8

Отпечатано в лаб.ИТиКГ ЗГУ

г. Запорожье, ул. Жуковского, 66, тел. (+38 061) 224-42-47

Способ печати – ризографический

Усл. печ. л. 25,2.

Тираж 120 экз. Заказ №363

МОСКВА «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

УДК 615.849.9

W2. МОДИФИЦИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ДОЧЕРНИХ ПРОДУКТОВ РАСПАДА РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Бастриков В.В.; Жуковский М.В., к.ф.-м.н., доцент; Кружалов А.В., д.ф.-м.н., профессор

Уральский государственный технический университет – УПИ, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Мира 19/5, т. 375-47-11, E-mail: bastrikov@bk.ru

W2. RADON PROGENY BEHAVIOUR MODEL IN INDOOR ENVIRONMENTS

Bastrikov V.V., Zhukovsky M.V., Kruzhalov A.V.

Ural State Technical University, Mira St., 19/5, Ekaterinburg, Russia, E-mail: bastrikov@bk.ru

Compartment room model, based on that developed by Jacobi in 1972, was elaborated and optimized for the needs of retrospective radon dosimetry. Long-term radon exposure assessments rely on the measurement of the long-lived radon progeny activity implanted by alpha recoil into the surface of indoor glass artefacts. The model sets up correspondence with past radon levels in dwellings by analyzing partitioning of radon progeny activity between airborne, deposited and implanted states. All processes of implantation of deposited radon progeny and recoil of implanted activity were modeled by means of Monte Carlo method with the help of SRIM-2003 software and corresponding coefficients were obtained.

Ингаляционное поступление дочерних продуктов распада (ДПР) радона является основным фактором облучения населения и обуславливает 10 – 14% случаев онкологических заболеваний легких [1]. Измерение долгоживущих ДПР радона, самопроизвольно имплантировавшихся в поверхности стеклянных объектов за счет энергии, передаваемой ядру отдачи при α -распаде, представляет собой метод реконструкции предыстории облучения радоном и является альтернативой эпидемиологическим исследованиям, основанным на измерении текущих уровней радона.

Важнейшей частью радоновых исследований является моделирование физических процессов, характерных для взвешенных в воздухе ДПР радона. В основе большинства современных моделей лежит модель Якоби [2], рассматривающая три основных состояния, в которых могут находиться ДПР радона: свободные, присоединенные к аэрозолям и осевшие на поверхности. В связи со спецификой задачи дополнительно введено состояние имплантированных продуктов распада. Кроме того, проводится различие между осевшими на поверхности свободными ДПР и присоединенными к аэрозолям, так как в первом состоянии ядро отдачи имплантируется непосредственно с поверхности стекла, а во втором – слетает с поверхности аэрозольной частицы.

Модель основывается на составлении уравнений баланса для всех радионуклидов цепочки распада радона во всех возможных состояниях и с учетом процессов взаимных переходов между ними. Схематическое представление модели показано на рис. 1. Сплошные линии соответствуют переходам, сопровождающим процессы α - и β -распада. Пунктирные линии относятся к процессам присоединения к аэрозолям и осаждения на поверхностях. Штрихпунктирные линии символизируют то, что часть долгоживущей активности удаляется со стекла за счет периодической уборки помещений.

Константа присоединения свободных атомов к аэрозолям и кратность воздухообмена в помещении являются наиболее переменными параметрами. Константа присоединения зависит от концентрации аэрозольных частиц в помещении, и наиболее распространенным диапазоном изменения данной величины является 25 – 100 ч⁻¹ [2, 3]. Кратность воздухообмена в жилых помещениях, как правило, лежит в пределах 0,2–1,0 ч⁻¹. При α -распаде с большой долей вероятности ($\approx 0,8$) происходит отрыв ДПР радона от аэрозольной частицы.

Константа осаждения ДПР на поверхностях равна произведению скорости осаждения продуктов распада и отношению суммарной площади поверхностей в помещении к его объему. Скорость осаждения свободных ДПР радона на поверхностях изменяется от 3 до 5 м/ч и примерно на порядок выше скорости осаждения присоединенных продуктов распада (от 0,2 до 0,5 м/ч) [4]. Отношение площади к объему, в зависимости от заполненности помещения, изменяется от 2 до 5 м⁻¹. При α -распаде осевшие ДПР могут слететь с поверхности, но поскольку пробег ядра отдачи в воздухе составляет около 0,12 мм, предполагается, что ядро не покинет приграничный слой и в скором времени вновь осядет на поверхности.

Для определения доли удаляемой осажженной активности за счет уборки несколько стеклянных образцов были помещены в бокс с высокой объемной активностью радона, и после выемки половина из них была подвержена сухой протирке. Коэффициент удаления осажженной активности при этом составил 0,8 – 0,9.

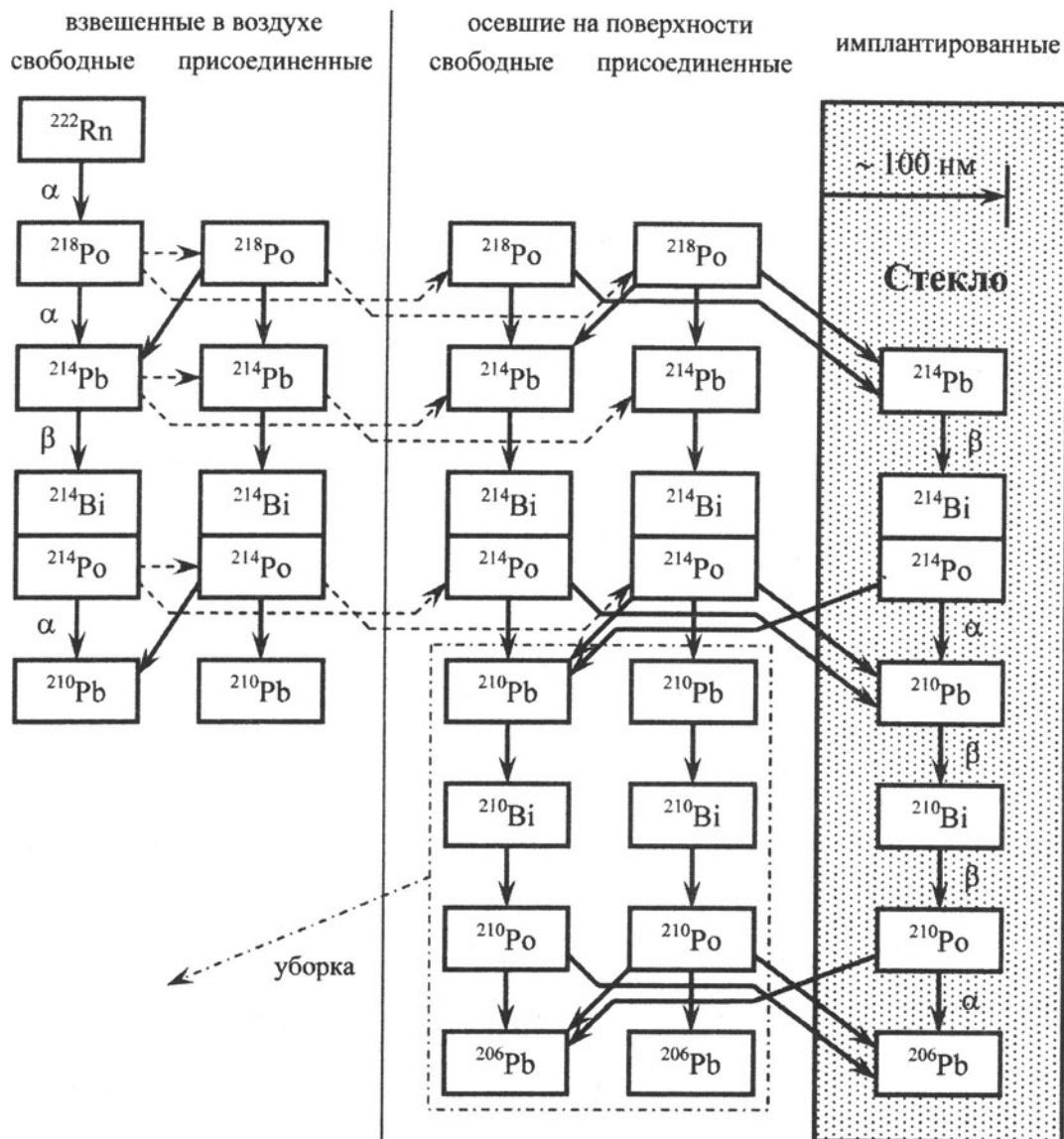


Рис. 1. Схематическое представление модели

Коэффициенты, описывающие вероятность переходов осевших на поверхности ДПР радона в имплантированное состояние и обратно, были рассчитаны в данной работе методом Монте-Карло. Взаимодействие частиц с веществом моделировалось с помощью программного пакета SRIM-2003 [5], что позволяло учесть криволинейность траекторий ионов и разброс длины пробега. Элементный состав стекла принимался следующим: О – 60%, Si – 25%, Na – 10%, Ca – 3%, Mg – 1%, Al – 1%; плотность – 2,4 г/см³.

Были получены следующие значения коэффициентов:

для свободных продуктов распада, осевших на стекло		
• коэффициент имплантации ядра отдачи при распаде ²¹⁸ Po		0,46
• коэффициент имплантации ядра отдачи при распаде ²¹⁴ Po		0,46
• коэффициент обратного вылета ядра отдачи при распаде имплантированного ²¹⁴ Po		0,27
для присоединенных продуктов распада, осевших на стекло		
• коэффициент имплантации ядра отдачи при распаде ²¹⁸ Po		0,23
• коэффициент имплантации ядра отдачи при распаде ²¹⁴ Po		0,23
• коэффициент обратного вылета ядра отдачи при распаде имплантированного ²¹⁴ Po		0,26

Максимальная глубина имплантации продуктов распада радона в стекло составила не более 110 нм. На рис. 2 представлено распределение имплантированных ядер отдачи по глубине (профиль внедрения), формируемое при распаде осевших на стекло свободных атомов ²¹⁸Po (рис. 2а) и повторном распаде имплантированного ²¹⁴Po (рис. 2б). Зависимость коэффициента имплантации присоединенных продуктов распада от размера аэрозольной частицы оказалась незначительной в диапазоне размеров, характерном для аэрозольных частиц в помещении (от 10 нм до 5 мкм), поскольку пробег ядра отдачи в воздухе составляет более 70 мкм.

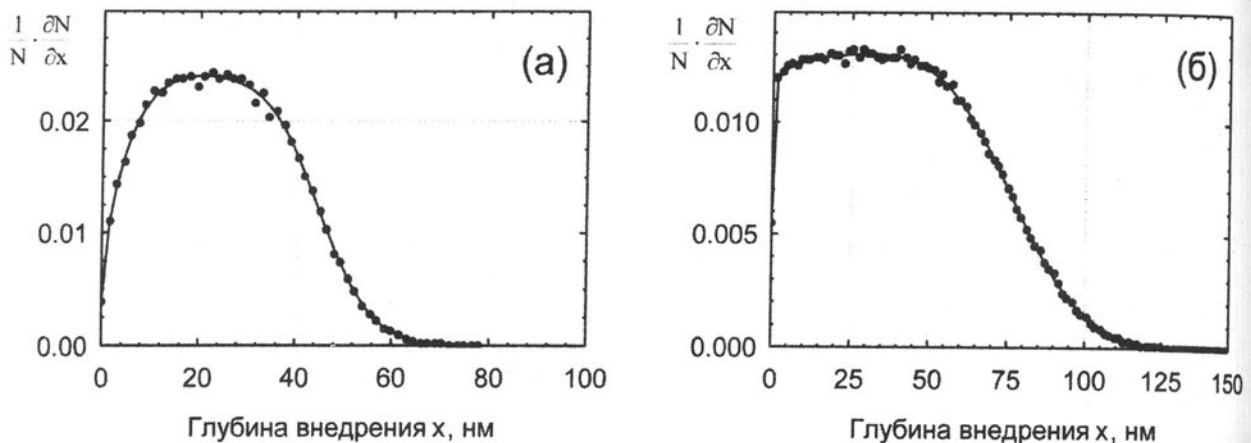


Рис. 2. Профили внедрения ядер отдачи

Модель может применяться в различных целях:

- ретроспективная оценка экспозиции по радону;
- идентификация ключевых параметров или процессов, влияющих на точность определения экспозиции;
- теоретическая оценка одних физических параметров исходя из экспериментального определения других;
- теоретическая оценка эффективности тех или иных мер, направленных на снижение уровней радона в помещениях;
- моделирование отклика детекторов радона различного типа при разных уровнях радона и разнообразных внешних условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sources and effects of ionizing radiation*. UNSCEAR 2000, UN, New York. 2000.
2. Jacobi W. *Activity and potential alpha energy of Rn-222 and Rn-220 daughters in different air atmospheres*. Health Physics, V. 22, N. 5. P. 441-450. 1972.
3. Жуковский М.В., Ярошенко И.В. *Радон: измерение, дозы, оценка риска*. Екатеринбург, УрО РАН. 1997.
4. Leung J.K.C., Ho C.W., Tso M.Y.W. *Deposition behaviour of ²²²Rn progeny on surfaces*. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 443, P. 546-556. 2000.
5. Ziegler J.F., Biersack J.P. *SRIM – The stopping and Range of Ions in Matter*. IBM, version 2003.10. 2003.

W3. ПРИБОРЫ И МЕТОДИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ

Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С., Казиминова Г.Ф.

Научно-производственное предприятие «АтомКомплексПрилад»,
02660, ГСП, г. Киев-94, ул. Мурманская, 1, Украина,
тел./факс: 380-44-573-2655, 573-2667, 573-2695, E-mail: akpn@akpn.kiev.ua

W3. DEVICES AND METHODS OF NATURAL AND MAN-CAUSED RADIONUCLIDES MONITORING

Babenko V.V., Isaev A.G., Kazymyrov A.S., Kazymyrova G.F.

Research Production Enterprise "Atom Komplex Prylad",
02660, GSP, Kyiv-94, Murmanska 1, Ukraine, Phone/fax: 380-44-573-2655, 573-2667, 573-2695
E-mail: akpn@akpn.kiev.ua

Annotation

The report states the main technical characteristics of gamma-, beta- and alpha-spectrometers and of whole body counters. The abilities of devices manufactured by "AKP" to monitor natural and man-caused radionuclides are reviewed. The advantages of using "AKP" devices are revealed, which are caused by availability of various measurement methods and sample preparation for different objects.

The possibility of usage of spectrometers produced by "AKP" for conducting express-control (in minutes) for not-exceeding of permissible levels of radionuclides' concentration is posed.

Аннотация

В докладе изложены основные технические характеристики гамма-, бета- и альфа-спектрометров и спектрометров излучения человека. Рассмотрены возможности приборов производства «АКП» для контроля