

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

99-325

P16-99-325

В.П.Бамблевский, Н.Н.Мерзлякова, Ван Фонг Нгуен*,
Г.Н.Тимошенко

ИЗМЕРЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ РАВНОВЕСНОЙ
ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНОГО РАДОНА
НА ТЕРРИТОРИИ ОИЯИ

*Национальный центр естественных наук и технологий,
Ханой, Вьетнам

1999

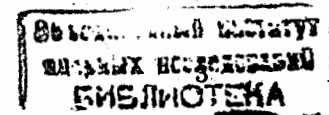
Известно, что ионизирующее излучение от естественных источников создает до 70% суммарной дозовой нагрузки на население, обусловленной совокупным воздействием техногенных, медицинских и природных источников облучения. К естественным источникам ионизирующего излучения относятся космическая радиация и космогенные радионуклиды, а также первичные природные радионуклиды, содержащиеся в воде, почве и воздухе. В последние десятилетия особое внимание в этой связи уделяется так называемой "радоновой проблеме". Было показано, что эффективная доза внутреннего облучения населения примерно вдвое больше дозы внешнего населения и что в среднем около 50% эффективного дозового эквивалента внутреннего облучения создается продуктами распада радионуклидов уранового и ториевого рядов. Имеющиеся данные по ряду регионов России показывают, что уровни облучения населения за счет природных источников могут существенно превосходить дозовые пределы для профессионалов. Облучение отдельных групп населения может значительно превышать среднее значение. Таким образом, радон не только дает наибольший вклад в коллективную дозу облучения всего населения России (примерно в 70 – 100 раз больше, чем облучение вследствие аварии на ЧАЭС), но и создает чрезвычайно высокие дозы в отдельных регионах и группах населения. Это обусловило принятие Федеральной целевой программы "Радон" в 1994 г. Радон поступает в воздушную среду в основном из почвы и стройматериалов, причем дозы облучения организма на 90-95% обусловлены вдыханием не самого радона, а его короткоживущих (^{218}Po , ^{214}Po , ^{214}Bi , ^{214}Pb) дочерних продуктов распада (ДПР). Биологические последствия воздействия излучения радона и его ДПР, содержащихся во вдыхаемом воздухе, обусловлены в основном воздействием испускаемых при распадах α -частиц на бронхиальные клетки.

К основным средствам мониторинга содержания радона и его ДПР относятся радиометры для экспрессного измерения объемной активности (ОА) радона или ДПР при длительности измерений от нескольких минут до нескольких часов. Такие радиометры позволяют обнаружить и локализовать источники поступления радона в воздух помещений, исследовать пространственное и временное распределения ОА и провести оценку эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона и его ДПР. В тех случаях, когда нет существенного сдвига равновесия между радонем и его ДПР для оценки используются, как правило, более простые и дешевые средства интегральных измерений, усредняющие показания в интервале от нескольких дней до месяцев. Существующие методики интегральных измерений, например, с помощью детекторов следов повреждений,

позволяют измерять ОА радона на уровне нескольких Бк/м³ при длительных экспозициях.

В настоящей работе описан опыт эксплуатации монитора для оперативного контроля содержания радона в воздухе и воде PRASSI 5S фирмы Silena и данные измерений концентрации радона в различных типах помещений ОИЯИ, а также результаты интегральных измерений ОА радона с помощью трекового детектора на основе CR-39. Для регистрации α -частиц от распада радона и ДПР в PRASSI 5S используется сцинтилляционная камера объемом в 1,83 литра с нанесенным на стенки камеры тонким слоем сцинтиллятора ZnS(Ag), просматриваемая высокочувствительным фотоумножителем. Измерения прибором полностью автоматизированы с помощью встроенного микропроцессора. Цикл измерений включает в себя прокачку воздуха через фильтр, измерение активности воздуха в камере и обработку результатов измерений. Допускается возможность работы прибора в двух режимах: измерения "мгновенного" значения ОА при прокачке воздуха через камеру с постоянной скоростью (цикл измерений длительностью от 5 до 15 мин в зависимости от величины ОА) и измерения ЭРОА путем прокачки и последующей выдержки пробы воздуха в течение 3 ч (эффективный период полураспада ДПР составляет ~30 мин). В этом случае прибор по заданной программе проводит несколько циклов измерения активности пробы содержащегося в камере воздуха и определяет ЭРОА. Главной особенностью прибора является возможность компенсации по заданной программе вклада в скорость счета импульсов от ДПР. Прибор был аттестован для измерений ОА радона в диапазоне от 20 до 10⁴ Бк/м³ с погрешностью 2% в 1-м режиме работы и ЭРОА в диапазоне от 5 до 10⁴ Бк/м³ с погрешностью 11% во 2-м режиме работы на эталоне объемной активности в воздухе ^{222}Rn Государственного научного метрологического центра "ВНИИФТРИ".

Измерения концентрации радона в помещениях ОИЯИ проводились во 2-м режиме работы прибора. Выбор помещений был обусловлен возможностью накопления в них заметных концентраций радона из-за слабой проветриваемости или заглубления в почву. В таблице 1 приведены для примера значения ЭРОА радона на открытом воздухе вблизи поверхности земли и в некоторых рабочих помещениях лабораторных зданий, усредненные за большие промежутки времени по результатам измерений 1996 – 1997 гг. Видно, что ЭРОА в воздухе помещений зависит от их этажности и в целом коррелирует с сезонными колебаниями концентрации поступлений радона из почвы. Максимум поступления радона из почвы приходится на осенне-зимние



месяцы, что связано со стабильными среднегодовыми колебаниями атмосферного давления.

Таблица 1. Средние значения ЭРОА ^{222}Rn в воздухе рабочих помещений и в приземном слое атмосферного воздуха

Помещение, этаж	Период усреднения	Средняя ЭРОА, Бк/м ³
Здание 72 (ОРБ), 1-й этаж, к. 145, 146 — " " — — " " — — " " — — " " —	ноябрь-январь	66
	февраль-март	52
	апрель-июль	43
	август-октябрь	49
	год	52
Здание 72 (ОРБ), 2-й этаж, к. 20	весна	14 (18)
Здание 117 (ИБР-2), 4-й этаж, к. 401	зима	20
Вне зданий	год	8,5 (7,4)

Примечание: в скобках приведены данные ОА, полученные с помощью трековых детекторов.

Размах сезонных колебаний, обычно не превышает коэффициента 2. Значительно больший размах (до 4 – 6 раз) имеют суточные колебания концентрации радона в приземном воздухе и в воздухе помещений, обусловленные формированием и разрушением инверсионного температурного слоя в зависимости от охлаждения и нагревания земной поверхности. Предрассветные часы характеризуются минимумом вертикальных переносов воздушных масс, что способствует накоплению радона вблизи земной поверхности. Следует отметить, что приведенные в таблице 1 данные получены на основании, как правило, дневных измерений. На величину ЭРОА радона влияют погодные условия. Так, в дождливую погоду её значение заметно снижается. Результаты жизнедеятельности человека (открытие и закрытие дверей и окон, воздухообмен между помещениями, проветривание, принудительная вентиляция и т.д.) также влияют на среднегодовую ЭРОА радона. Нормируемое в соответствии с НРБ - 96 (п. 6.2) значение среднегодовой ЭРОА ^{222}Rn для работников, не относящихся к категории персонала, в воздухе рабочих помещений составляет 310 Бк/м³, что соответствует эффективной дозе 5 мЗв/год при продолжительности пребывания персонала в рабочих помещениях

2000 час/год. Результаты измерений показывают, что в рабочих помещениях ОИЯИ средние ЭРОА радона существенно ниже нормируемой величины.

В лабораторных корпусах существует тем не менее некоторое количество помещений постоянного и временного пребывания работников в подвальных и полуподвальных этажах или в малопрветриваемых помещениях, окруженных значительными массами строительного материала. В таблице 2 приведены данные измерений ЭРОА радона за относительно короткие промежутки времени (от нескольких часов до суток) в некоторых таких помещениях.

Таблица 2. ЭРОА ^{222}Rn в воздухе подвальных рабочих помещений и в некоторых служебных помещениях

Помещения, этаж	ЭРОА, Бк/м ³	Примечание
Хранилище р/а источников ЛЯР, 2-й этаж	99	служебное помещение
Диапозитарий р/а источников ОРДВ, 1-й этаж	73	рабочее помещение, к. 121, 115
Здание 72 (ОРБ), градуировочная, Полуподвал	88 (106)	служебное помещение
Синхрофазотрон ЛВЭ, к. 72, Подвал	30 (33)	раб. помещение, пост. принудит. вентиляция
Зал ИБР-30, 1-й этаж	211	без вентиляции в те- чение 2-х дней, после остановки реактора
Канал π-мезонного медицинского пучка фазотрона ЛЯП, 1-й этаж — " " —	173	без вентиляции
	87	после короткого проветривания
Бомбоубежище пл. ЛЯП (КП), подвал	214	без вентиляции

Примечание: в скобках приведены данные ОА, полученные с помощью трековых детекторов.

Видно, что концентрации радона в подвальных и служебных малопрветриваемых помещениях в целом выше, чем в рабочих, однако и в этом случае можно ожидать, что среднегодовые концентрации радона в них не превысят нормируемой величины. Данные измерений свидетельствуют об относительно низком содержании радона в почве, что связано с отсутствием разломов земной коры и наличием мощного слоя осадочных пород в районе

Дубны. Вода естественных водоемов в окрестностях Дубны также отличается низкой концентрацией радона. Использование в городской водопроводной сети речной воды, барботируемой к тому же плотиной до водозабора, обуславливает концентрацию радона в питьевой воде на уровне 3 – 5 Бк/л, что существенно ниже допустимого среднегодового значения удельной активности радона в питьевой воде – 120 Бк/л (НРБ – 96, п. 7.3.6).

Было проведено сравнение результатов измерения ЭРОА радона с помощью PRASSI 5S и ОА радона и его ДПР с помощью трековых детекторов на основе CR-39. Использовались детекторы фирмы PERSHORE (Англия) размерами 2 × 2 см и толщиной 500 мкм. Измерения трековыми детекторами проводились с сентября по август в течение 31 суток. При обработке данных трековых детекторов использовался коэффициент равновесия между радоном и его короткоживущими ДПР равный 0,4 (рекомендованный МКРЗ в Публикации 61). Некоторые результаты измерений с помощью CR-39 приведены в скобках в таблицах 1 и 2. С учетом погрешностей измерений наблюдается хорошее согласие между показаниями обеих методик. Некоторое завышение показаний трековых детекторов обусловлено тем, что они регистрируют суммарную ОА дочерних продуктов ^{222}Rn и ^{220}Rn (торона).

Результаты настоящей работы, не претендуя на полноту и завершенность, свидетельствуют тем не менее о благополучной в целом ситуации в ОИЯИ с соблюдением гигиенических нормативов по облучению работников природным радоном.

Бамблевский В.П. и др.

P16-99-325

Измерения эквивалентной равновесной объемной активности природного радона на территории ОИЯИ

Приведены результаты измерений эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) природного ^{222}Rn в воздухе ряда рабочих и служебных помещений ОИЯИ, отличающихся условиями формирования текущих концентраций радона, а также в водопроводной воде. Измерения выполнены с помощью радонного монитора PRASSI 5S фирмы SILENA. Проведено сравнение его показаний с результатами измерений ЭРОА радона с помощью трековых детекторов CR-39. Данные выборочного мониторинга свидетельствуют о том, что значения ЭРОА радона в помещениях ОИЯИ в целом существенно ниже установленных нормативов.

Работа выполнена в Отделении радиационных и радиобиологических исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1999

Перевод авторов

Bamblevski V.P. et al.

P16-99-325

Measurement of the Natural ^{222}Rn Concentrations in JINR Dwellings

The results of the measurement of the equivalent equilibrium concentrations (EEC) of the natural ^{222}Rn in different type of JINR dwellings, outdoor atmosphere and water are presented. The measurements were carried out by the radon-gas surveyor PRASSI 5S. The PRASSI and CR-39 track detector data comparison was done also. The result of partial monitoring is evidence of a fact, that EEC of the ^{222}Rn in different type of JINR dwellings are, as a whole, essentially less than National action level.

The investigation has been performed at the Division of Radiation and Radiobiological Research, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1999