

## Содержание радона в воздухе помещений Еврейской автономной области

Е.О. Клинская<sup>1</sup>, Н.К. Христофорова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема,  
г. Биробиджан

<sup>2</sup> Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

*В статье рассматриваются вопросы накопления радона в воздухе помещений в Еврейской автономной области. Показано, что наиболее высокий его уровень выявляется в Облученском, Биробиджанском районах и в столице автономии – Биробиджане (среднее содержание за 2005–2010 гг. составляло 68 Бк/м<sup>3</sup>, 41,7 Бк/м<sup>3</sup>, 39,5 Бк/м<sup>3</sup> соответственно). Максимальное его содержание зафиксировано в 2010 г. в Облученском районе и оно превышало ПДК в 1,7 раза.*

Ключевые слова: Еврейская автономная область, природные источники ионизирующего излучения, уровни содержания радона, воздух помещений.

### Введение

В последние 15 лет в мире происходит стремительная деградация экологических систем, распространяются известные и возникают новые заболевания. Одним из природных факторов риска возникновения злокачественных новообразований и врожденных пороков у детей, а также рака легкого у взрослых является радон [1–4].

Международным агентством по исследованию рака радон отнесен к канцерогенам I класса. Основным источником поступления радона в здание являются горные породы и почвы. Изучение его содержания в атмосферном воздухе помещений жилых и общественных зданий до последней четверти прошлого века проводилось эпизодически. Отправной точкой в масштабных работах по определению содержания изотопов радона в воздухе жилых домов послужили научные исследования, проведенные в Швеции, которые выявили значительное число жилых домов с высоким содержанием радона в воздухе помещений [5]. Интерес к радиологическому воздействию радона на население возник в начале 1980-х гг. Исследования показали, что концентрация радона в воздухе жилых домов, особенно одноэтажных, часто превышает допустимый уровень, установленный для работников урановых рудников [6–8].

В Российской Федерации целые регионы в предгорьях Алтая и Забайкалья, Кавказа и Урала и Приморском крае, на Северо-Западе и в других местах можно отнести к радоноопасным зонам, в которых за счет радона формируется до 50% коллективной дозы облучения населения для благополучных территорий и до 92% – для регионов с повышенной радоноопасностью. В настоящее время установлено, что основной радиационный фон на нашей планете создается за счет естественных источников излучения [9, 10]. Даже в областях, наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции – Брянской, Тульской, Орловской, Калужской, – облучение от природных источников ионизирующего излучения составляет свыше 76,4% общей дозы радиационного воздействия на людей [11]. Имеются сведения, что не менее 1 млн человек, прожи-

вающих в России, подвергаются облучению природными источниками дозами свыше 10 мЗв/год [12].

Для Еврейской автономной области (ЕАО), как и для ряда других субъектов РФ, проблема радиационной безопасности имеет острый характер, но находится при этом в самой начальной стадии изучения. Формирование радиационной обстановки определяется здесь как общей позицией ее территории в региональном радиационном поле, так и спецификой, связанной с особенностями геологического строения. В пределах ЕАО расположены многочисленные массивы горных пород с высокими (вплоть до промышленных) концентрациями урана и большим количеством аномалий радона. По данным исследований ИТиГ ДВО РАН и ФГУП «Таежгеология», территория ЕАО отнесена к регионам повышенного радонового риска [13].

В связи с этим целью нашей работы явилась оценка радиационной обстановки в ЕАО.

ЕАО расположена в северо-восточной части Евразийского континента и в южной – российского Дальнего Востока, между 47° и 49° северной широты и 130° и 135° восточной долготы, лежит в бассейне Амура (с притоками Бира, Биджан и Тунгуска). На западе она граничит с Амурской областью, на севере – с Хабаровским краем, на юге по реке Амур – с Китаем. Имеет в своем составе 6 административных территорий, в том числе г. Биробиджан как административный центр (рис. 1).

### Геологические особенности ЕАО

Особую роль в формировании радиационной обстановки в ЕАО играют природные радионуклиды, прежде всего элементы уранового ряда (<sup>238</sup>U, <sup>222</sup>Rn). Согласно материалам поисков урана, активно проводившихся на территории области в 1950–1980-е гг., геологическая структура области насыщена блоками и массивами специализированных на уран пород ( $C_u \geq 5$  г/т).

Проявления (в основном мелкие) урановых руд широко распространены в позднемеловых вулканоструктурах (Сутарской, Биро-Катонской, Хингано-Олонойской и др.). На северо-западе к территории ЕАО примыкает локализованный в одноименной вулканоструктуре Каменушинский ура-



Рис. 1. Карта-схема административно-территориального деления Еврейской автономной области (Еврейская ..., <http://www/eao/ru>)

ново-рудный узел. Более десятка расположенных в пределах ЕАО специализированных гранитных массивов также насыщены многочисленными аномалиями и рудопроявлениями урана. На юге области в толще протерозойских пород развиты фосфоритонесущие известняки с содержаниями урана, на порядок превышающими его фоновые концентрации (до 100 г/т и более). Известны также многочисленные аномалии урана инфильтрационного типа, связанные с зонами трещинной кислородной инфильтрации, развивающимися на положительных формах рельефа в специализированных на уран гранитных массивах [13]. Уран концентрируется в них на геохимическом барьере, действующем вблизи уровня грунтовых вод. На поверхности инфильтрационные выходы урана сопровождаются, как правило, радоновыми аномалиями, проявленными в подпочвенном воздухе и на выходах подземных вод (в источниках и мочажинах).

Активной миграции и накоплению радона способствует весьма напряженная сейсмогеодинамика. Об этом свидетельствуют данные сейсмического районирования [15] и более поздних работ по уточнению сейсмичной балльности [16]. Через сравнительно небольшой, соответствующий территории области фрагмент континентальной коры проходят 5 крупных зон глубинных разломов регионального и трансконтинентального уровней, которые весьма активно развивались в течение всего новейшего этапа, в том числе и в голоцене. Это северо-восточные Хинганская и Танлу-Курская, широтные Намурхэ-Бирская и Намурхэ-Амурская зоны, меридиональная Эхилканская зона. Данные структуры определяют активный характер сейсмичности территории ЕАО. Значительная часть территории автономии отнесена к областям с 8-балльной сейсмичностью [13].

Система новейших разломов с их напряженной геодинамикой и активной сейсмичностью поддерживается в постоянно раскрытом состоянии и заполнена напорными трещинно-жильными водами, которые обеспечивают направленную доставку радона к земной поверхности.

Оптимальными для миграции радона представляются узлы пересечения разломов и участки, где эти разломы вмещают обогащенные ураном породы и его рудные концентрации. Так, на территории столицы ЕАО – Birobidzhan, расположенной в узле пересечения зон Намурхэ-Бирского и Танлу-Курского разломов, работами ФГУП «Таежгеология» выявлены аномалии радона с объемной активностью до  $n \times 1000$  Бк/м<sup>3</sup>. Аномалии такого же (и даже более высокого) уровня активности установлены и западнее, в зоне Эхилканского разлома (в Кабалинском гранитном массиве и в прилегающем к территории ЕАО с северо-запада Каменушинском рудном узле), а также в зонах Намурхэ-Бирского и Хинганского разломов [13].

#### Анализ опубликованных экспериментальных данных и оценка доз облучения населения

Системных исследований по радону в ЕАО до 1996 г. не проводилось. Основная часть радоновых аномалий выделена в процессе поисков на уран, поскольку эманационная радоновая съемка входила в комплекс этих работ. В то же время на территории столицы ЕАО – Birobidzhan ограниченными по объему радиоэкологическими исследованиями, проведенными в 1996 г., установлено наличие в почвенном воздухе, в жилых и служебных помещениях (на первых этажах, в подъездах и в подвалах зданий) достаточно многочисленные радоновые аномалии с объемной активностью до 3700 Бк/м<sup>3</sup>. Территория города расположена на породах с невысокими фоновыми концентрациями радона. Появление радоновых аномалий связано с сейсмически активным Танлу-Курским разломом. Достаточно высокой представляется вероятность наличия аномалий радона также на территориях Облучья, Хинганска и Кульдура в Облученском районе, равно как и в подземных выработках Хинганского оловорудного месторождения. Это определяется отмеченным выше характером их геолого-структурной позиции.

Радоновая эманация, а также гамма-излучение природных радионуклидов формируют радиационную обстановку в жилых и других зданиях, в которых люди проводят около 80% времени.

Массовые измерения содержания радона в воздухе жилых помещений в области начались с 1996 г. после утверждения региональной программы «Радон». Данные по содержанию радона в воздухе жилых и общественных зданий ЕАО за последние 11 лет представлены в таблице 1.

Анализ данных показывает, что 78,4% всех выявленных концентраций относятся к условно-опасному уровню (до 100 Бк/м<sup>3</sup>), 15,7% – к умеренно-опасному (от 100 до 200 Бк/м<sup>3</sup>), 5,9% – к опасному (более 200 Бк/м<sup>3</sup>). По данным исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО», концентрации радона более 200 Бк/м<sup>3</sup> зарегистрированы на территориях Биробиджана и Облученского района.

Ежегодно для всех эксплуатируемых помещений, где обнаружено повышенное содержание радона в воздухе, предлагаются рекомендации по проведению защитных мероприятий, направленных на предотвращение поступления радона в помещения.

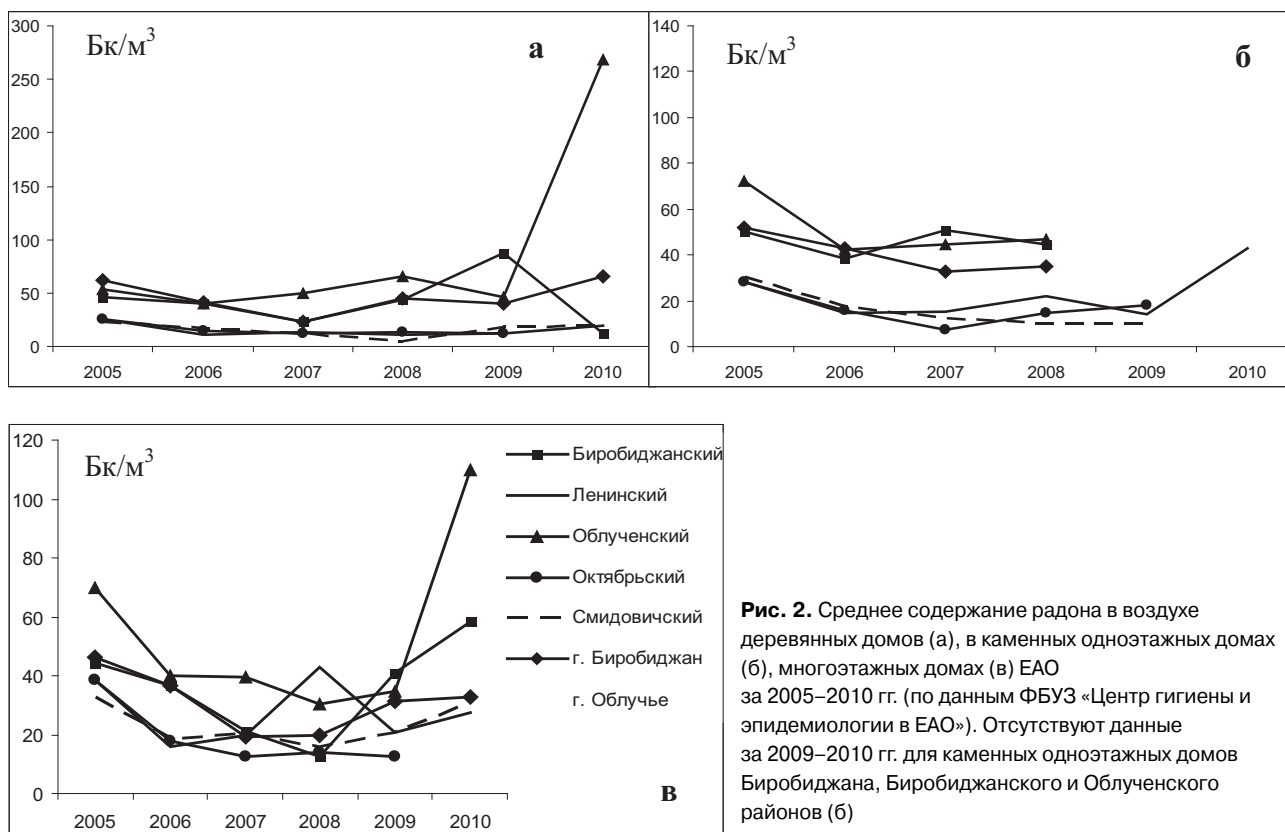
Для ограничения облучения населения от природных источников ионизирующего излучения специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО» в последние годы проводится контроль радиационного фона в жилых домах, объектах соцкультбыта и промышленности во всех районах автономии. При проведении радиационного мониторинга все многообразие жилой застройки ЕАО делят на 3 группы: деревянные, каменные одноэтажные дома и каменные многоэтажные [18].

На рисунке 2 представлено среднее содержание радона в воздухе помещений жилых зданий ЕАО (по данным формы федерального государственного статистического наблюдения 4-ДОЗ).

Таблица 1

**Динамика изучения уровней содержания радона в воздухе жилых и общественных зданий ЕАО за 2000–2010 гг. [17]**

Годы	Всего точек измерения	Концентрация радона		
		Из них до 100 Бк/м <sup>3</sup>	Из них от 100 до 200 Бк/м <sup>3</sup>	Из них более 200 Бк/м <sup>3</sup>
2000	872	604 (69,3%)	142 (16,3%)	126 (14,4%)
2001	1402	1228 (87,6%)	110 (7,8%)	64 (4,5%)
2002	1528	1100 (72,0%)	294 (19,2%)	134 (8,8%)
2003	2052	1062 (51,8%)	580 (28,3%)	410 (19,9%)
2004	1458	880 (60,3%)	450 (30,9%)	128 (8,8%)
2005	1488	973 (65,4%)	384 (25,8%)	131 (8,8%)
2006	1326	1067 (81,3%)	253 (19,0%)	6 (0,5%)
2007	1182	1121 (94,8%)	58 (4,9%)	3 (0,25%)
2008	1140	1025(89,9%)	115 (10,1%)	–
2009	2042	1846 (90,4%)	196 (9,6%)	–
2010	872	867 (99,4%)	5 (0,5%)	–
Среднее (% измерений)		78,4%	15,7%	5,9%



**Рис. 2.** Среднее содержание радона в воздухе деревянных домов (а), в каменных одноэтажных домах (б), многоэтажных домах (в) ЕАО за 2005–2010 гг. (по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО»). Отсутствуют данные за 2009–2010 гг. для каменных одноэтажных домов Биробиджана, Биробиджанского и Облученского районов (б)

Анализ данных показывает, что высокие концентрации радона в помещениях зарегистрированы в Облученском и Биробиджанском районах и Биробиджане. Особенно четко это просматривается на рисунке 2 б. Повышенные уровни содержания радона фиксировались в Облученском районе в течение всего периода наблюдений, однако особенно высокими они были в 2010 г. (268,4 Бк/м<sup>3</sup> в деревянных домах, 130,7 Бк/м<sup>3</sup> в каменных одноэтажных домах, 109,9 Бк/м<sup>3</sup> в многоэтажных домах). В этом районе уровень радона в деревянных и каменных одноэтажных домах зачастую превышает установленные нормативы. Содержание радона в деревянных домах в 2010 г. было в 2 раза выше, чем в многоэтажных каменных. Как правило, более высокие концентрации радона обнаруживаются в одноэтажных домах.

В г. Биробиджане и Биробиджанском районе уровни содержания радона в воздухе помещений ниже, чем в Облученском, но значительно выше, чем в Ленинском, Октябрьском и Сидовичском районах. В Биробиджане его содержание доходит до 65 Бк/м<sup>3</sup>, в Биробиджанском районе – до 50,7 Бк/м<sup>3</sup>.

Данные, представленные на рисунке 2, также показывают, что более высокие концентрации радона на обследованных территориях регистрировались в 2005, 2008 и 2010 гг. Возможно, это обусловлено большим количеством наблюдений, сделанных в 2005 г., а также комплексным радиационным обследованием автономии ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева», которое проводилось в 2008 и 2010 гг. Эти исследования были направлены на определение уровней облучения жителей автономии в рамках Федеральной целевой программы «Ядерная и радиационная безопасность России».

На рисунке 3 показано среднее содержание радона в воздухе помещений на территории ЕАО с 2005 по 2010 гг. Анализ показателей еще раз подчеркивает вывод о том, что наибольшие концентрации радона регистрируются в Облученском, Биробиджанском районах и г. Биробиджан. Максимальное содержание радона зафиксировано в 2010 г. в Облученском районе, оно превышало ПДК в 1,7 раза.

Таким образом, территория ЕАО относится к регионам повышенного радонового риска. Наиболее высокий уровень радона выявляется в Облученском, Биробиджанском районах и в столице области – Биробиджане, низкий – в Ленинском, Октябрьском и Сидовичском районах. Средние уровни содержания радона в воздухе жилых помещений в Облученском районе за 2005–2010 гг. составляют 68 Бк/м<sup>3</sup>, Биробиджанском – 41,7 Бк/м<sup>3</sup>, в Биробиджане – 39,5 Бк/м<sup>3</sup>. Однако проведенный анализ свидетельствует о том, что на территории есть жилые и общественные здания, где содержание радона в несколько раз превышает нормативные уровни. В связи с этим на территории ЕАО необходимо проводить регулярный мониторинг радиационной обстановки, а также разработать меры по снижению уровней облучения населения и довести их до сведения жителей автономии.

Полученные в данном исследовании результаты, а также установление зон повышенного риска по содержанию радона могут быть использованы в дальнейшем для установления взаимосвязи с показателями здоровья населения.

### Литература

1. Крисюк, Э.М. Радиационный фон помещений / Э.М. Крисюк. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 257 с.
2. Ильин, Л.А. Радиационная безопасность и защита: справочник / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, П.П. Коренков. – М.: Медицина, 1996. – 336 с.
3. Шубик, В.М. Опыт изучения здоровья при воздействии радона / В.М. Шубик, Е.В. Иванов, В.Н. Кашин, В.А. Колобянин // Радиационная гигиена. – 2009. – Т.2, № 4. – С. 27–34.
4. Радиация и риск // Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра / Специальный выпуск.: Обнинск, Москва, 2001. – 214 с.
5. Swedjemark, G.A. Radon in Dwelling. Sweden / G.A. Swedjemark: Report SSI: 1978-013. Stockholm, 1978.
6. Холэйди, Д.А.. Проблема радона в урановых рудниках / Д.А. Холэйди [и др.]. – М., 1961.
7. Igarashi, G. Groundwater Radon Anomaly before the Kobe Earthquake in Japan / G. Igarashi [et al.] // Science. – 1995. – V. 269, № 5220. – P. 60–61.

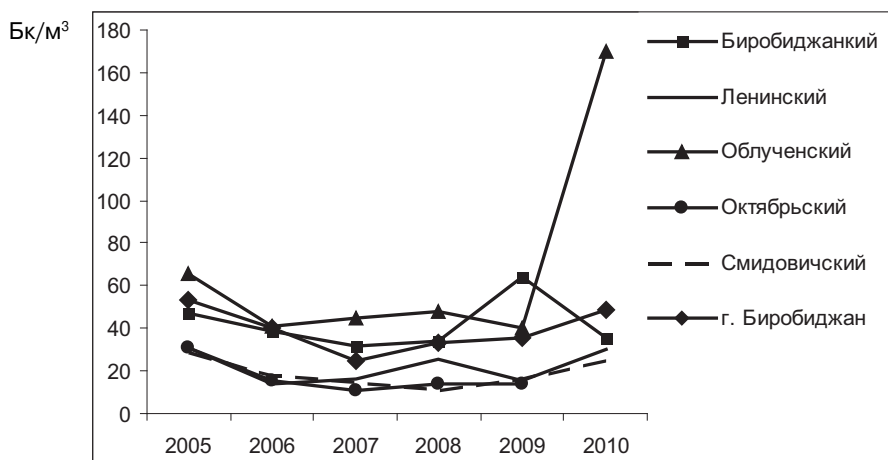


Рис. 3. Среднее содержание радона в помещениях ЕАО за 2005–2010 гг. (по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО»)

8. Юркова, И.А. Особенности изменения концентрации радона в воздухе в зависимости от типа вентиляции / И.А. Юрков // Радиационная безопасность Урала и Сибири: матер. конф. – Екатеринбург: ЕС НИО, 1997. – С. 62-63.
9. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2003 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 239 с.
10. Иванов, С.И. Актуальные проблемы оценки риска здоровью населения за счет природных источников ионизирующего излучения в коммунальной сфере / С.И. Иванов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2008. – Т.1, № 4. – С. 14–16.
11. Стамат, И.П. Уровни облучения населения России на территориях с повышенным радиационным фоном / И.П. Стамат, Т.А. Кормановская // Гигиенические аспекты обеспечения радиационной безопасности населения на территориях с повышенным уровнем радиации: матер. Международ. конф. – СПб., 2008. – С. 135-138.
12. Романович, И.К. Современное состояние и задачи обеспечения радиационной безопасности населения России / И.К. Романович // Материалы X съезда гигиенистов и санитарных врачей. Книга II. – М., 2007. – С. 415–419.
13. Коковкин, А.А. Природные радионуклиды и радиационная безопасность Еврейской автономной области / А.А. Коковкин, М.А. Коковкин // Современные проблемы регионального развития: материалы II международной научной конференции. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. – С. 147–148.
14. Коковкин, М.А. Радиационный фактор среды ЕАО. ВКР по направлению подготовки экология и природопользование / М.А. Коковкин. – Биробиджан, 2008. – 58 с.
15. Уломов, В.И. Комплект карт общесеismicкого районирования территории СНГ. ОСП-97. М 1:8000000. Объяснительная записка / В.П. Уломов, Л.С. Шумилина. – М., 1999. – 57 с.
16. Бормотов, В.А. Сейсмичность юга Дальнего Востока России. //Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / В.А. Бормотов, А.А. Коковкин ; под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн.1. – С. 76–92.
17. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Еврейской автономной области». – Биробиджан: Управление Роспотребнадзора по Еврейской автономной области, 2006–2010.
18. Методические рекомендации «Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения» (МР 11-2'206-09): утв. 29.08.2000. – М.: Минздрав России, 2000.

**E.O. Klinskaya<sup>1</sup>, N.K. Khristoforova<sup>2</sup>**

**The concentration of radon in indoor air of the Jewish autonomous region**

<sup>1</sup> Priamurskij State University after Sholem Aleichem, Birobidzhan

<sup>2</sup> Far-Eastern Federal University, Vladivostok

*Abstract. The article deals with the accumulation of radon in indoor air in the Jewish Autonomous Region. It is shown that the highest levels are detected in Obluchensky, Birobidzhan regions and in the capital of autonomy – Birobidzhan (mean for 2005–2010 values were 68 Bq/m<sup>3</sup>, 41,7 Bq/m<sup>3</sup>, 39,5 Bq/m<sup>3</sup> correspondently). The maximum level was fixed in 2010 in Obluchensky region, it exceeded the permissible level by 1,7 times.*

*Key words: the Jewish autonomous region, natural ionizing irradiation sources, radon concentration levels, indoor air.*

Поступила: 03.02.2012 г.

E.O. Клинская  
E-mail: klineo@mail.ru