

- Belyaeva V.V., Adigamov M.M., Sokolova E.V., Vodinskaya I.S. Awareness of the residents of the Central Administrative District of Moscow on issues of HIV infection. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2014; 86 (11): 16–9. (in Russian)
- Slonim A.B., Roberto A.J., Downing C.R., Adams I.F., Fasano N.J., Davis-Satterla L. et al. Adolescents' knowledge, beliefs, and implications regarding hepatitis B: Insights and implications for programs targeting vaccine-preventable diseases. *J. Adolesc. Health*. 2005; 36 (3): 178–86.
- Galitskaya M.G., Namazova-Baranova L. S., Tkachenko N.E., Fedoseenko M.V., Botvin'eva V.V., Shakhtakhtinskaya F.Ch. Children infections and vaccinations childish problems in adults. Experience center of family vaccination. *Pediatriceskaya farmakologiya*. 2013; 10 (2): 25–32. (in Russian)
- Tarakji B., Ashok N., Alakeel R., Azzeghaibi S., Umair A., Darwish S. et al. Hepatitis B vaccination and associated oral manifestations: a non-systematic review of literature and case reports. *Ann. Med. Health Sci. Res.* 2014; 4 (6): 829–36.
- Bektimirov T.A. Successes and challenges vaccination of hepatitis B in the world. *Epidemiologiya i vaksinooprofilaktika*. 2001; 15 (3). (in Russian)
- Briko N.I. Evaluation of the quality and effectiveness of the immunization. *Lechashchiy vrach*. 2012; (10). Available at: <http://www.lvrach.ru/2012/10/15435557>. (in Russian)
- Radix J. *Hepatitis B vaccination as a component of routine adult care*: Diss. New York: Teachers College, Columbia University; 2014.
- Radix J., Marks R., Edelson P.J. Underutilization of hepatitis B vaccine among adults in the United States: an analysis of factors that impact vaccination rates in the primary care setting. *Gastroenterology*. 2014; 146 (5): 962–3.

Поступила 26.04.16

Принята к печати 04.10.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.155:546.296(571.621)

Клинская Е.О.¹, Христофорова Н.К.², Суриц О.В.³, Бондарева Д.Г.¹**РАДОН В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ**¹ФГБОУ ВО «Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема», 679015, Биробиджан, Россия;²ФГАУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690069, Владивосток, Россия;³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО», 679016, Биробиджан, Россия

ЕАО относится к регионам РФ с повышенным радоновым риском. Наиболее высокий уровень содержания этого газа в воздухе помещений – более 200 Бк/м³ (ПДК 100 Бк/м³) зарегистрирован в Облученском районе Еврейской АО и в столице автономии Биробиджане. В наибольшем количестве радон (в единицах эквивалентной равновесной объемной активности радона) обнаруживается в воздухе одноэтажных каменных домов.

Ключевые слова: Еврейская автономная область; радон; воздух помещений; эквивалентная равновесная объемная активность радона.

Для цитирования: Клинская Е.О., Христофорова Н.К., Суриц О.В., Бондарева Д.Г. Радон в воздухе помещений Еврейской автономной области. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 515–518. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-515-518>

Klinskaya E.O.¹, Khristoforova N.K.², Surits O.V.³, Bondareva D.G.¹**THE PROBLEM OF RADON IN THE INDOOR AIR OF RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS**¹Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, 679015, Russian Federation;²Far Eastern Federal University, Vladivostok, 690069, Russian Federation;³Center Hygiene and Epidemiology, 679016, Birobidzhan, Russian Federation;

Jewish Autonomous Republic is a region of the Russian Federation associated with the high radon risk. The highest levels of radon concentration, more than 200 Bq/m³ (MPC 100 Bq/m³) were registered in the Obluchensky district and in the capital of autonomy – city of Birobidzhan. One-floor stone houses have the biggest content of radon (in units EEVA radon) in the air.

Key words: Jewish Autonomous Region; radon; indoor air; equivalent equilibrium volume activity (EEVA) radon.

For citation: Klinskaya E.O., Khristoforova N.K., Surits O.V., Bondareva D.G. The problem of radon in the indoor air of residential and public buildings. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(6): 515–518. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-515-518>

For correspondence: Elena O. Klinskaya, MD, PhD, assistant professor of the Department of Geography and Ecology of the Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, 679015, Russian Federation. E-mail: klineo@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 09 June 2016

Accepted: 04 October 2016

Введение

Известно, что природные источники ионизирующего излучения (ИИИ) вносят основной вклад в суммарные дозы облучения населения, который может превышать 99% коллективной дозы [1–3]. По итогам радиационно-гигиенической паспортизации 2012 г. в различных субъектах Российской Федерации вклад природных источников в дозу облучения населения составлял порядка 71–98% (в среднем по РФ – 85%). Наиболее высокая

Для корреспонденции: Клинская Елена Олеговна, канд. биол. наук, доцент, доц. каф. географии и экологии ФГБОУ ВПО «Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема», 679015, Биробиджан. E-mail: klineo@mail.ru

доля природных ИИИ в республиках Бурятия, Алтай, Ингушетия, Калмыкия, Татарстан, в Хабаровском и Забайкальском краях, Ленинградской и Оренбургской областях, Еврейской автономной области (ЕАО) и др. [4].

Согласно заключению Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ЕАО в 2013 г. вошла в число 20 субъектов РФ, в которых величина вклада природных ИИИ в коллективную дозу облучения населения превышала 90% [4]. Высокий радиационный фон в ЕАО обусловлен расположением ее территории в региональном радиационном поле. В области имеется несколько крупных зон с глубинными разломами, заполненными напорными трещинно-жильными водами, обеспечивающими доставку радона к земной поверхности. Кроме того, в пределах ЕАО расположены много-

Уровни содержания ЭРОА изотопов радона в воздухе жилых и общественных зданий ЕАО

Уровень опасности	Концентрация радона, Бк/м ³	Удельный вес, %
Условно-опасный	< 100	79,0
Умеренно опасный	100–200	15,4
Опасный	Более 200	5,6

численные горные массивы с высокими (вплоть до промышленных) концентрациями урана и большим количеством аномалий радона [5].

Основным путем воздействия на человека радона и его продуктов распада является ингаляция, а критическим органом являются легкие. Имеются убедительные доказательства того, что радон и его дочерние продукты могут являться причиной рака легкого. Для других солидных опухолей, кроме рака легкого, а также для лейкемии в настоящее время нет убедительных и непротиворечивых доказательств связи заболелания с облучением радоном и его дочерними продуктами [3].

Хотя ЕАО относится к регионам с высоким уровнем природной радиации, наблюдение за радиационной обстановкой в автономии проводилось нерегулярно, выборочно и поэтому не позволяло получить интегральную картину распределения природной радиоактивности, ее величины и опасности для населения. В связи с этим целью работы является оценка природного радиационного фона в ЕАО по содержанию радона в воздухе помещений.

Еврейская автономная область расположена в южной части российского Дальнего Востока между 47° и 49° северной широты, 130° и 135° восточной долготы, между Амуром и Малохинскими горами, на западе граничит с Амурской областью, на севере – с Хабаровским краем, на юге по реке Амур ее граница совпадает с государственной границей России и Китая. Это самая маленькая область в составе Дальневосточного федерального округа РФ: территория – 36,3 тыс. км², численность населения – 166,12 тыс. человек (данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по ЕАО за 2015 г.). Автономия имеет в своем составе 6 административных территорий, в том числе административный центр Биробиджан. Несмотря на небольшие размеры области, ее отдельные части резко различаются по рельефу: на севере и западе местность гористая, на юге – равнинная, на востоке – заболоченная низина.

Большую роль в формировании радиационной обстановки в ЕАО играют природные радионуклиды, прежде всего элементы уранового ряда (²³⁸U, ²²²Rn). Проявления урановых руд (в основном мелкие) широко распространены в позднемеловых вулканоструктурах (Сугарской, Биро-Катонской, Хингано-Олонойской и др.). На северо-западе к территории ЕАО примыкает локализованный в одноименной вулканоструктуре Каменушинский ураново-рудный узел. Более десятка специализированных гранитных массивов, расположенных в пределах ЕАО, также насыщены многочисленными аномалиями и рудопроявлениями урана [7].

На юге области в толще протерозойских пород развиты фосфоритносные известняки с содержанием урана, на порядок превышающим его фоновые концентрации (до 100 г/т и более). Известны также многочисленные аномалии урана инфильтрационного типа, развивающиеся на положительных формах рельефа в специализированных на уран гранитных массивах [8]. Уран концентрируется в них на геохимическом барьере, действующем вблизи уровня грунтовых вод. Инфильтрационные выходы урана на поверхность сопровождаются, как правило, радоновыми аномалиями, проявленными в почвенном воздухе и при разгрузке подземных вод (в источниках и мочажинах).

Активной миграции, концентрации и выходам радона способствует весьма напряженная сейсмогеодинамика [9, 10]. На территории автономии находятся пять крупных зон глубинных разломов регионального и трансконтинентального уровней. Это северо-восточные Хинганская и Танлу-Курская, широтные Намурхэ-Бирская и Намурхэ-Амурская зоны, меридиональная Эхилканская зона. Данные структуры определяют активную динамику земной коры на территории ЕАО, значительная часть которой отнесена к областям с 8-балльной сейсмичностью [8].



Рис. 1. Среднегодовая ЭРОА радона в одноэтажных деревянных, каменных и многоэтажных домах ЕАО, Бк/м³.

Система новейших разломов с напряженной геодинамикой и активной сейсмичностью поддерживается в постоянно раскрытом состоянии и заполнена напорными трещинно-жилыми водами, обеспечивающими направленную доставку радона к земной поверхности. Оптимальными для миграции и выходов радона представляются узлы пересечения разломов и участки, где эти разломы вмещают обогащенные ураном породы с рудными концентрациями. Так, на территории столицы ЕАО Биробиджана, расположенного в узле пересечения зон Намурхэ-Бирского и Танлу-Курского разломов, в 1980-е годы благодаря работе ФГУП «Таежгеология» выявлены аномалии радона с объемной активностью до $n \cdot 1000$ Бк/м³. 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 [8].

Материал и методы

Для оценки облучения населения природными источниками ионизирующего излучения специалисты ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО» проводили контроль радиационного фона в жилых домах, объектах соцкультбыта и промышленности во всех районах автономии в соответствии с методическими указаниями и рекомендациями, утвержденными на федеральном уровне. Объемная активность (ОА) радона и эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона в воздухе помещений, производственной зоны и атмосферном воздухе определялись радиометрическим методом радиометром аэрозолей РАА-10 (Россия).

Результаты и обсуждение

Для ЕАО, как и для других субъектов РФ, проблема радиационной безопасности является очень актуальной, но находится в начальной стадии изучения. Системных исследований по радону в ЕАО до 1996 г. не проводилось. Основная часть радоновых аномалий выявлена в процессе поисков урана. В 1996 г. при проведении ограниченных по объему радиоэкологических исследований на территории Биробиджана установлено наличие в почвенном воздухе, в жилых и служебных помещениях (на первых этажах, в подъездах и в подвалах зданий) достаточно большое число радоновых аномалий с объемной активностью до 3700 Бк/м³. Их появление связано, очевидно, с наличием сейсмически активного Танлу-Курского разлома. Также отмечалась достаточно высокая вероятность их присутствия на территориях Облучья, Хинганска и Кульдура в Облуческом районе, равно как и в подземных выработках Хинганского оловорудного месторождения [7], что обусловлено их геолого-структурной позицией.

Более массовые измерения содержания радона в воздухе жилых помещений в области начались после утверждения регио-

нальной программы «Радон» (в 1996 г.), однако они не были системными и в большей степени являлись заказными и разовыми.

По данным карт общего сейсмического районирования ОСР-97, проанализированных в отделе геодинамики Института горного дела Уральского отделения РАН, сейсмически активными являются территории Эльгинского угольного месторождения, расположенного на юго-востоке Якутии вблизи стыка границ Амурской области и Хабаровского края, восточной части Хабаровского края, его границы с Еврейской автономной областью, юго-востока Сахалина, запада Камчатского полуострова, центральной части Магаданской области. Таким образом, сейсмическая активность характерна для большинства территорий Дальнего Востока. В этом перечне сейсмически активных районов нам важно подчеркнуть пограничную зону между востоком Хабаровского края и ЕАО, к которой примыкают северо-восточные Хинганская и Танлу-Курская зоны глубинных разломов на территории автономии. Как отмечено выше, на пересечении Танлу-Курского и широтного Намурхэ-Бирского разломов в 1980-е годы выявлены аномалии радона с очень высокой объемной активностью.

Данные об уровнях содержания изотопов радона в воздухе жилых и общественных зданий ЕАО за последние 12 лет представлены в таблице.

Концентрации радона более 200 Бк/м³ зарегистрированы на территориях Биробиджана и Облученского района.

Анализ содержания радона (в единицах ЭРОА радона) в зданиях автономии (рис. 1) показал, что более высокие его концентрации отмечены в 2010–2011 гг. в одноэтажных каменных домах (в 2010 г. – 60 Бк/м³, в 2011 г. – 89 Бк/м³), более низкие – в многоэтажных каменных домах (в 2010 г. – 44 Бк/м³, в 2011 г. – 43 Бк/м³). В 2012 г. наблюдалось относительное снижение значений ЭРОА радона.

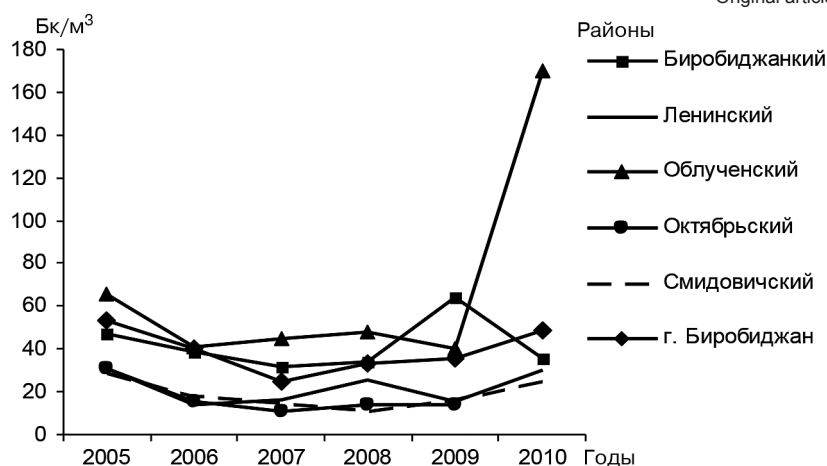


Рис. 2. Среднее содержание радона в помещениях районов ЕАО в 2005–2010 гг.

Согласно рис. 2, где показаны уровни содержания радона в воздухе помещений территорий ЕАО с 2005 по 2010 г., наиболее высокие концентрации этого газа зарегистрированы в Облученском и Биробиджанском районах и Биробиджане.

Максимальная концентрация радона зафиксирована в 2010 г. в Облученском районе, она превышала ПДК, равную 100 Бк/м³, в 1,7 раза (см. рис. 2).

Повышенные уровни содержания радона в Облученском районе фиксировались в течение всего периода наблюдений, однако особенно высокими они были в 2010 г. (достигали 268,4 Бк/м³ в деревянных домах, 130,7 Бк/м³ в каменных одноэтажных домах, 109,9 Бк/м³ в многоэтажных домах) (рис. 3). В этом районе уровень радона в деревянных и каменных одноэтажных домах превышал ПДК в 2,7 и 1,3 раза соответственно. При этом содержание радона в деревянных домах в 2010 г. было в 2 раза выше, чем в многоэтажных каменных.

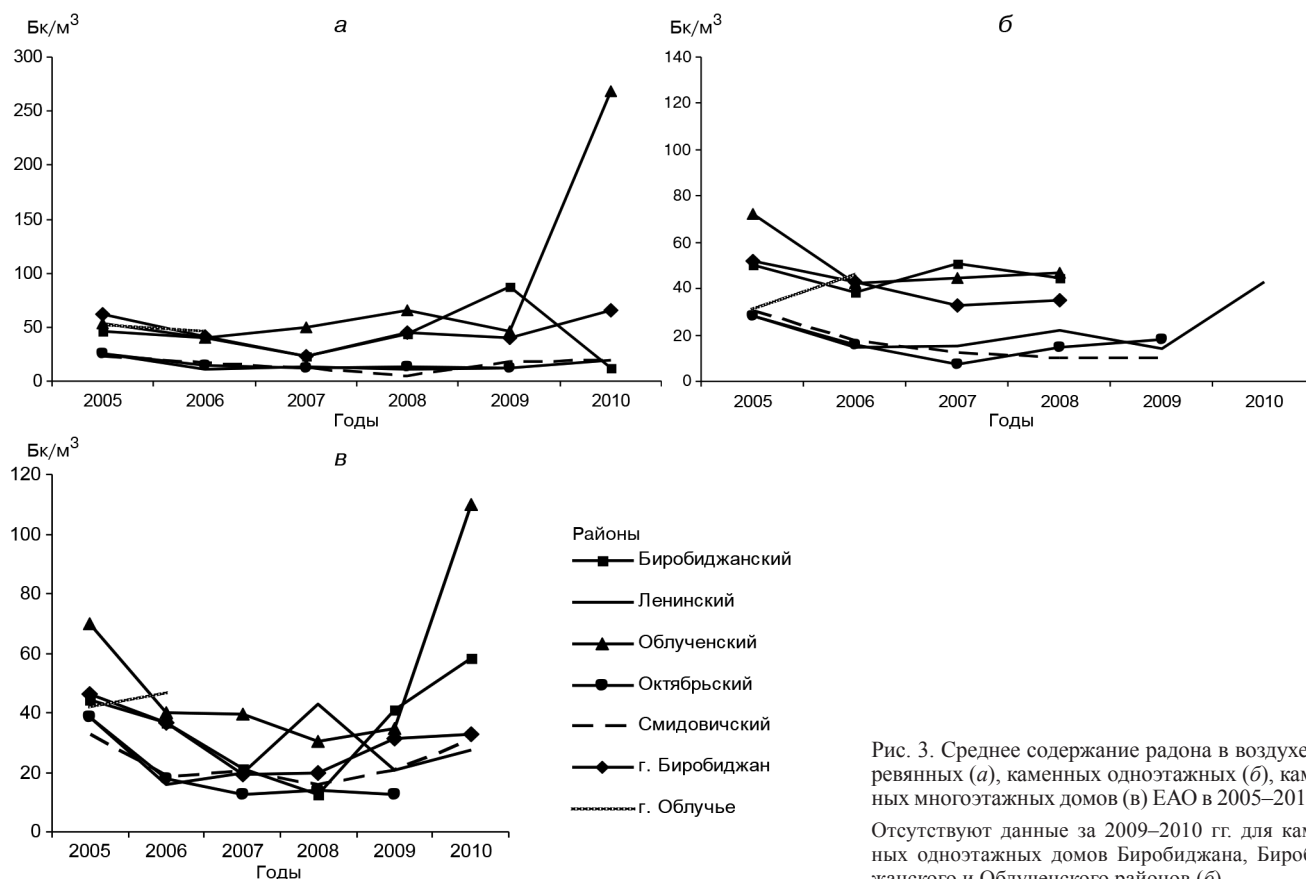


Рис. 3. Среднее содержание радона в воздухе деревянных (а), каменных одноэтажных (б), каменных многоэтажных домов (в) ЕАО в 2005–2010 гг. Отсутствуют данные за 2009–2010 гг. для каменных одноэтажных домов Биробиджана, Биробиджанского и Облученского районов (б).

Как правило, более высокие концентрации радона обнаруживались в одноэтажных домах.

Высокие показатели содержания радона в Облученском районе автономии обусловлены, очевидно, тем, что его территория находится в зоне проявлений урановых руд в позднемиловых вулканоструктурах – Сутарской, Биро-Катонской, Хингано-Олонойской и др. Кроме того, на северо-западе к его территории примыкает Каменушинский ураново-рудный узел [7].

Повышенные уровни ЭРОА радона в деревянных зданиях Облученского района объясняются тем, что эти дома, как правило, одноэтажные или имеют меньше этажей, чем кирпичные, и поэтому обследованные помещения находились ближе к земле – основному источнику радона. Также эти дома не имеют подвальных помещений, снабженных вентиляционными окнами. Кроме того, деревянные дома Облученского района – это в основном дома старой застройки, в которых не предусматривалось соблюдение основных мер по исключению попадания радона в жилые помещения.

В Биробиджане и Биробиджанском районе уровни содержания радона в воздухе помещений ниже, чем в Облученском, но значительно выше, чем в Ленинском, Октябрьском и Смидовичском районах. В Биробиджане его концентрации доходят до 65 Бк/м³, в Биробиджанском районе – до 50,7 Бк/м³.

На рис. 3 показано также, что повышенные концентрации радона на обследованных территориях в период 2005–2010 гг. регистрировались в основном 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. в рамках Федеральной целевой программы «Ядерная и радиационная безопасность России» и позволило выявить повышение геодинимической активности земной коры в эти годы.

Необходимо отметить, что поскольку проблема радонового загрязнения на территории Еврейской автономной области мало изучена, то в настоящее время отсутствует информация о содержании природных радионуклидов в почве и дозовых нагрузках населения, проживающего в различных районах автономии. В целом, по данным радиационно-гигиенического паспорта территории за 2015 г., коллективная доза облучения населения области от радона составляет 506,43 чел.-Зв/год (61,16%) и средняя на жителя – 3,008 мЗв/чел.

Заключение

Таким образом, территория ЕАО относится к регионам РФ с повышенным радоновым риском. Город Биробиджан, Облученский и Биробиджанский районы автономии являются территориями с повышенной потенциальной радоноопасностью. Средние уровни содержания радона в воздухе жилых помещений в Облученском районе по данным за 2005–2010 гг. составляют 68 Бк/м³, Биробиджанском районе – 41,7 Бк/м³, в Биробиджане – 39,5 Бк/м³, что не превышает ПДК. Однако на территории автономии есть объекты (жилые и общественные здания), где содержание радона в несколько раз превышает допустимые концентрации для жилых и общественных зданий. В связи с этим в Еврейской автономной области необходимо осуществлять регулярный радиационный мониторинг, особенно в ее северной части и в Биробиджане, и принимать меры по снижению уровня облучения населения. Должен также регулярно проводиться геодинимический мониторинг, поскольку выход газа на дневную поверхность определяется состоянием разломов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (пп. 3 см. References)

1. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2003». М.: 2004.
2. Иванов С.И., Аكوпова Н.А., Баранов А.В., Черединова В.И. Актуальные проблемы оценки риска здоровью населения за счет природных источников ионизирующего излучения в коммунальной сфере. *Радиационная гигиена*. 2008; 1 (4): 14–6.

4. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2013 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: 2014.
5. Клинская Е.О., Христофорова Н.К. Содержание радона в воздухе помещений Еврейской автономной области. *Радиационная гигиена*. 2012; 5 (1): 20–4.
6. Демин В.Ф., Жуковский М.В., Киселев С.М. Методика оценки риска от воздействия на здоровье человека радона и дочерних продуктов его распада. *Гигиена и санитария*. 2014; 5 (1): 64–9.
7. Коковкин А.А. Модель миграции и накопления радона в структурах континентальной коры юга Дальнего Востока России и проблема радонового риска. В кн.: *Современные проблемы регионального развития: материалы II международной научной конференции*. Биробиджан; 2008.
8. Коковкин А.А., Коковкин М.А. Природные радионуклиды и радиационная безопасность Еврейской автономной области. В кн.: *Современные проблемы регионального развития: материалы II международной научной конференции*. Биробиджан; 2008.
9. Уломов В.И., Шумилина Л.С. *Комплект карт общегосударственного районирования территории СНГ. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах*. М.: ОИФЗ; 1999.
10. Бормотов В.А., Коковкин А.А. Сейсмичность юга Дальнего Востока России. В кн.: Ханчук А.И. *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России*. Владивосток: Дальнаука; 2006.
11. Зув П.И. Геодинимическая безопасность Дальневосточного региона. В кн.: *Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы Международного научно-практического форума*. Хабаровск; 2013.
12. Салдан И.П., Баландович Б.А., Почеуев Н.Ю., Флат М.Х. Гигиеническая оценка радиационного риска emanации радона на территории Алтайского края. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (2): 44–7.

References

1. State report “On the sanitary and epidemiological situation in the Russian Federation in 2003”. Moscow; 2004. (in Russian)
2. Ivanov S.I., Akopova N.A., Baranov A.V., Cherednikova V.I. Current risk assessment to public health problems due to natural sources of ionizing radiation in the communal area. *Radiatsionnaya gigiena*. 2008; 1 (4): 14–6. (in Russian)
3. Tirmarche M., Harrison J.D., Laurier D., Paquet F., Blanchardon E., Marsh J.W. et al. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. *Ann. ICRP*. 40 (1): 1–64.
4. The results of radiation-hygienic certification in the Russian Federation for 2013 subjects (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow; 2014. (in Russian)
5. Klinskaya E.O., Khristoforova N.K. The concentration of radon in indoor air of the Jewish Autonomous Region. *Radiatsionnaya gigiena*. 2012; 5 (1): 20–4. (in Russian)
6. Demin V.F., Zhukovskiy M.V., Kiselev S. Methods of risk assessment of effects on human health and radon daughter products of its decay. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 5 (1): 64–9. (in Russian)
7. Kokovkin A.A., Kokovkin M.A. Model migration and accumulation of radon in the structures of continental crust south of the Russian Far East and the problem of radon risk. In: *Modern Problems of Regional Development: Proceedings of the II International Scientific Conference [Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: materialy II mezhduнародной nauchnoy konferentsii]*. Birobidzhan; 2008. (in Russian)
8. Kokovkin A.A., Kokovkin M.A. Natural radionuclides and radiation safety of the Jewish Autonomous Region. *Modern problems of regional development: Proceedings of the II International Scientific Conference [Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: materialy II mezhduнародной nauchnoy konferentsii]*. Birobidzhan; 2008. (in Russian)
9. Ulomov V.I., Shumilina L.S. *A set of maps of the general distribution of the regional zoning of the territory of the CIS. Explanatory note and a list of cities and settlements located in seismic areas*. Moscow: OIFZ; 1999. (in Russian)
10. Bormotov V.A., Kokovkin A.A. Seismicity of the southern Far East of Russia. In: Khanчук A.I. *Geodynamics, Magmatism and Metallogeny of the East of Russia [Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii]*. Vladivostok: Dal'nauka; 2006. (in Russian)
11. Zuev P.I. Geodynamic safety of the Far Eastern region. In: *Natural Resources and Ecology of the Far East Region: Materials of the International Scientific and Practical Forum [Prirodnye resursy i ekologiya Dal'nevostochnogo regiona: materialy Mezhduнародной nauchno-prakticheskogo foruma]*. Khabarovsk; 2013. (in Russian)
12. Saldan I.P., Balandovich B.A., Potseluev N.Yu., Flat M.Kh. Hygienic assessment of the radiation risk of radon emanation in the Altai Territory. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93 (2): 44–7. (in Russian)