

Гигиеническая оценка индивидуальных годовых доз природного облучения населения модельных территорий Алтайского края

Н.Ю. Поцелуев¹, И.П. Салдан¹, Б.А. Баландович², О.В. Околелова¹, С.П. Филиппова¹

¹ Алтайский государственный медицинский университет, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Барнаул, Россия

² Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Барнаул, Россия

Целью работы является определение закономерностей облучения населения модельных территорий Алтайского края от природных источников ионизирующего излучения. Материалы и методы. Было выполнено 11 376 измерений радона, 1247 измерений гамма-излучения на открытой местности, в жилых и административных зданиях, осуществлялся отбор 189 проб питьевой воды. Результаты. Проведено комплексное радиационно-гигиеническое обследование региона с самым большим количеством муниципальных образований с выделением модельных территорий. Оценка индивидуальных годовых доз облучения населения Алтайского края от природных радионуклидов выявила ряд закономерностей, зависящих от эколого-географического типа местности. По итогам исследования проведено ранжирование территорий региона с учетом годовых эффективных доз облучения населения от природных источников за 2009–2015 гг. Годовая индивидуальная эффективная доза населения нагорных областей Алтайского края представлена наибольшими значениями и изменяется в пределах от 7,36 мЗв/год до 8,19 мЗв/год. Предгорные районы Алтая и территории в области Салаирского кряжа характеризуются повышенным облучением населения от природных источников, здесь дозы составляют от 5,09 до 6,22 мЗв/год. Степные и лесостепные территории характеризуются наименьшим уровнем природного облучения, находящегося в пределах от 3,23 до 4,11 мЗв/год, что не превышает общероссийские уровни. Большая часть превышений гигиенических нормативов ЭРОА радона регистрировалась в зданиях горных и предгорных областей, ряд радоновых аномалий выявлен и в степных районах. Медианы превышений изменялись в пределах от $203 \pm 17,8$ до $480 \pm 37,9$ Бк/м³. С учетом того, что большинство таких зданий относятся к административным или образовательным учреждениям с восьмичасовым рабочим днем, доза облучения находящихся там людей может составлять до 10 мЗв/год. Заключение. Распределение индивидуальных годовых эффективных доз населения Алтайского края показало, что районы пяти модельных территорий преобразуются в три основных группы в зависимости от доз природного облучения, обусловленного в первую очередь ЭРОА радона и зависящего в большей степени от эколого-географического типа местности.

Ключевые слова: модельные территории, радиационный фактор, радон, доза облучения.

Введение

Идентификация групп населения, проживающих, работающих или учащихся при уровнях эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона, значительно превышающих установленные гигиенические нормативы, и дальнейшее осуществление мероприятий, направленных на нормализацию обстановки, – это один из важных путей обеспечения радиационной безопасности населения [1–4].

Расположение Алтайского края на юго-востоке Западной Сибири, на стыке крупнейшей в мире Западно-Сибирской равнины и Алтайских гор обуславливает разнообразие рельефа и типов местности административно-территориальных субъектов региона. Поверхность

делится на горные, предгорные и степные районы, большая часть территории является равнинной. На востоке она ограничена невысоким Салаирским кряжем, а на юге вплотную подступает к Алтайским горам. В процессе исследовательских работ изучались все компоненты природного радиационного фактора, определяющие среднюю индивидуальную годовую эффективную дозу облучения населения модельных территорий [5, 6].

Цель исследования – определение закономерностей облучения населения модельных территорий Алтайского края от природных источников ионизирующего излучения.

Поцелуев Николай Юрьевич.

Алтайский государственный медицинский университет.

Адрес для переписки: 656038, Россия, Барнаул, ул. Ленина, д. 40. E-mail: pocelueff@gmail.com

Материалы и методы

Для подробной оценки вклада радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в среднегодовую эффективную дозу облучения населения нами были проанализированы материалы государственной статистической отчетности по форме № 4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» и протоколы измерений ЭРОА радона и его ДПР за период 2009–2015 гг.

Совместно с радиологической лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае» были проведены измерения ЭРОА радона и его ДПР в административно-общественных и жилых зданиях модельных территорий с помощью мгновенных, квазиинтегральных и интегральных методов исследования. Гигиеническому обследованию и оценке подвергались деревянные, одноэтажные каменные и многоэтажные каменные здания. Особое внимание уделялось районам, где ранее фиксировались превышения данного показателя или с недостаточным количеством измерений в том либо ином типе зданий. Таким образом, было выполнено 11 376 измерений ЭРОА радона и его ДПР. Измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения проводились непосредственно в зданиях при проведении выездных обследований (всего 1247 измерений), тогда же отбирались и пробы воды для оценки удельной суммарной альфа- и бета-активности и содержания радона (всего 189 проб). Расчет индивидуальных годовых доз облучения населения выполнялся на основании МУ 2.6.1.1088-02 «Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения».

Результаты исследований основных компонентов природного радиационного фона в модельных территориях Алтайского края представлены в таблицах 1–5.

Результаты и обсуждение

При оценке индивидуальной годовой эффективной дозы внешнего облучения взрослых жителей Алтайско-Петропавловской модельной территории (табл. 1) резуль-

таты измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности на территории населенных пунктов незначительно изменялись для всех районов и составили $0,13 \pm 0,01$ мкЗв/ч ($n=215$), в зданиях же данный показатель несколько выше и колеблется от $0,15 \pm 0,01$ мкЗв/ч в Петропавловском районе до $0,18 \pm 0,01$ мкЗв/ч в Алтайском районе. Данная разница обусловлена тем, что населенные пункты расположены на нагорной территории, и жители зачастую используют местные строительные материалы (камень, щебень) с несколько более высоким содержанием природных радионуклидов. Эффективная удельная активность ($A_{эфф}$) природных радионуклидов в строительных материалах местного производства колеблется в пределах $110,5$ – $171,8$ Бк/кг, что соответствует 1 классу согласно п. 5.3.4 НРБ-99/2009.

Медиана эквивалентной равновесной объемной активности радона и его короткоживущих дочерних продуктов распада колебалась в пределах от $61,1$ Бк/м³ в Смоленском районе до $88,6$ Бк/м³ в Алтайском районе, причем данные показатели не превышают установленные нормативы ни для эксплуатируемых, ни для вновь строящихся зданий, однако выше, чем общероссийские показатели; кроме того, выявлен ряд зданий с превышениями гигиенических нормативов по ЭРОА радона.

В частности, превышения гигиенических нормативов обнаружены в Алтайском районе – администрация сельского совета с. Россоши ($480 \pm 37,9$ Бк/м³), администрация сельского совета с. Макарьевка ($230 \pm 21,1$ Бк/м³), администрация сельского совета с. Куяган ($306 \pm 24,9$ Бк/м³); в Чарышском районе – с. Чарышское, КГБУЗ «Чарышская ЦРБ» ($221 \pm 18,2$ Бк/м³); Петропавловском районе – с. Петропавловское, ГУП ДРСУ ($214 \pm 19,4$ Бк/м³).

Все превышения ЭРОА радона регистрировались в административных зданиях, что объясняется несоблюдением режимов проветривания в рабочее время, а также отсутствием такового в ночное время.

Превышений гигиенических критериев соответствия удельной суммарной альфа- и бета-активности воды в обследованных источниках питьевого водоснабжения

Таблица 1
Основные компоненты природного радиационного фона Алтайско-Петропавловской модельной территории, М±m

[Table 1]

The main components of natural background of the Altay-Petropavlovsk model area, M±m

Район [Area]	ЭРОА Rn, Бк/м ³ (n=2513) [EEC Rn, Bq/m ³]		Питьевая вода, Бк/л (n=34) [Drink water, Bq/l (n=34)]		МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (n=217)
	Медиана, Бк/м ³ [Median, Bq/m ³]	σ_g	Удельная суммарная альфа-активность, [Gross Alpha activity]	Удельная суммарная бета-активность, [Gross Beta activity]	[Equivalent dose rate, μ Sv/h]
Алтайский район Altayskiy rayon	88,6	2,3	$0,07 \pm 0,005$	$0,32 \pm 0,028$	$0,18 \pm 0,01$
Смоленский район Smolenskiy rayon	61,1	2,1	$0,08 \pm 0,005$	$0,68 \pm 0,062$	$0,16 \pm 0,01$
Петропавловский район Petropavlovskiy rayon	58,3	1,7	$0,02 \pm 0,001$	$0,44 \pm 0,034$	$0,15 \pm 0,01$
Чарышский район Charyshskiy rayon	79,3	3,3	$0,1 \pm 0,009$	$0,69 \pm 0,061$	$0,17 \pm 0,01$
Солонешенский район Soloneshenskiy rayon	77,4	2,8	$0,01 \pm 0,001$	$0,31 \pm 0,027$	$0,17 \pm 0,007$

населения выявлено не было, поэтому при расчете индивидуальных доз облучения вклад питьевой воды и продуктов питания принимался равным 0,12 мЗв/год. Таким образом, индивидуальная годовая эффективная доза облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения составила в Алтайском районе – 8,19 мЗв/год, Смоленском районе – 6,22 мЗв/год, Петропавловском 5,97 – мЗв/год, Чарышском – 7,51 мЗв/год, Солонешенском – 7,38 мЗв/год.

Анализ компонентов природного радиационного фона Усть-Калманско-Змеиногорской модельной территории (табл. 2) показывает значительное разнообразие и неоднородность, обусловленную географическим расположением районов. В нагорных – Змеиногорском, Краснощековском и Курьинском районах равновесная объемная активность радона представлена значениями выше 70 Бк/м³, Усть-Калманский район имеет менее выраженную горную составляющую, и соответственно, значения медианы ЭРОА радона и его ДПР несколько ниже и составляют 55,5 Бк/м³, Шипуновский и Поспелихинский районы представляют в основном степные территории с показателями ЭРОА радона и его ДПР, не превышающими 40 Бк/м³. В ходе проведения измерений были выявлены ряд зданий с повышенными значениями в Курьинском районе – с. Курья, МДОУ «Буратино» (403±36,9 Бк/м³); в МБОУ СОШ им. Калашникова (256±22,2 Бк/м³); Управление социальной защиты в Курьинском районе (381±34,1 Бк/м³); в Краснощековском районе, с. Краснощеково – «Краснощековская» СОШ № 1 (203±17,8 Бк/м³), МБОУ «Краснощековская» ООШ (217±16,5 Бк/м³), МДОУ «Д/с Малыш» (219±18,0 Бк/м³).

В Поспелихинском районе превышения регистрировались в социально-ориентированных зданиях села Поспелиха – МОУ СОШ № 1 (347±28,5 Бк/м³), КГБУЗ «Поспелихинская ЦРБ» (239±20,0 Бк/м³), детский дом (239±21,8 Бк/м³), детская библиотека (285±24,4 Бк/м³).

Все превышения гигиенических нормативов, в основном, регистрировались в административно-общественных зданиях, однако на данной модельной территории повышенные значения были зафиксированы и в детских общеобразовательных учреждениях, что говорит об актуальности соблюдения требований санитарного законодательства, регламентирующего в том числе и режимы проветривания и нахождения обучающихся вне помещений. Не вызывает сомнений также актуальность более детальных измерений ЭРОА радона и его ДПР в таких зданиях и, в необходимых случаях, проведение мероприятий по снижению уровней радона в воздухе помещений. МЭД гамма-излучения на открытой местности и в зданиях также обусловлена географическим расположением – в нагорных территориях она составляет 0,13±0,01 мкЗв/ч и 0,15–0,17±0,01 мкЗв/ч соответственно. В предгорье и на степных территориях, которые находятся ниже относительно уровня моря, МЭД гамма-излучения на открытой местности и в зданиях составляют 0,11±0,01 мкЗв/ч и 0,12–0,15±0,01 соответственно, в зданиях показатели несколько выше, что обусловлено преимущественно каменным материалом построек.

Параллельно при оценке удельной суммарной альфа- и бета-активности питьевой воды данной модельной территории был выявлен ряд значений с превышением гигиенических критериев соответствия в пробах из скважин питьевого водоснабжения. В Курьинском районе (с. Горновка, скважина № 1) альфа-активность составила 0,80 Бк/кг, в скважине № 2 альфа-активность составила 0,81 Бк/кг; в Усть-Калманском районе, пос. Восточный альфа-активность в скважине № 1 составила 1,24 Бк/кг, скважине № 2 – 1,75 Бк/кг, пос. Восточный – 0,59 Бк/кг. Все скважины были взяты на контроль радиологической лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Алтайском крае с целью проведения дальнейшего контроля и оценки показателей радиационной безопасности радиохимическими методами. Так

Таблица 2
Основные компоненты природного радиационного фона Усть-Калманско-Змеиногорской модельной территории, М±m
[Table 2]

The main components of natural background of the Ust'-Kalmansk-Zmeinogorsk model area, M±m					
Район [Area]	ЭРОА Rn, Бк/м ³ (n=2783) [EEC Rn, Bq/m ³ (n=2783)]		Питьевая вода, Бк/л (n=55) [Drinking water, Bq/l (n=55)]		МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (n=278) [Equivalent dose rate, µSv/h (n=278)]
	Медиана, Бк/м ³ [Median, Bq/m ³]	σ _g	Удельная альфа-активность, [Gross Alpha activity]	Удельная суммарная бета-активность, [Gross Beta activity]	
Змеиногорский район Zmeinogorskiy rayon	76,7	2,4	0,07±0,002	0,23±0,017	0,17±0,01
Краснощековский район Krasnoshchekovskiy rayon	81,5	1,9	0,03±0,002	0,21±0,017	0,16±0,01
Шипуновский район Shipunovskiy rayon	32,7	2,3	0,02±0,002	0,28±0,020	0,13±0,01
Усть-Калманский район Ust'-Kalmanskiy rayon	55,5	2,0	0,04±0,001	0,22±0,019	0,15±0,01
Поспелихинский район Pospelikhinskiy rayon	33,4	2,1	0,02±0,001	0,29±0,021	0,12±0,01
Курьинский район Kur'inskiy rayon	79,1	4,4	0,10±0,090	0,36±0,054	0,16±0,01

как превышения показателей радиологической безопасности источников питьевого водоснабжения носили единичный характер, при расчете индивидуальных доз облучения населения вклад питьевой воды и продуктов питания принимался равным 0,12 мЗв/год. Таким образом, индивидуальная годовая эффективная доза жителей Усть-Калманско-Змеиногорской модельной территории за счет природных источников излучения составила в Змеиногорском районе – 7,37 мЗв/год, Краснощековском районе – 7,62 мЗв/год, Шипуновском районе – 4,11 мЗв/год, Усть-Калманском районе – 5,76 мЗв/год, Поспелихинском районе – 4,06 мЗв/год, Курьинском районе – 7,46 мЗв/год.

Гигиеническая характеристика природного радиационного фона Заринско-Залесовской модельной территории представлена в таблице 3.

Показатели природного радиационного фона Заринско-Залесовской модельной территории достаточно однородны, что объясняется эколого-географическими особенностями местности. Все районы расположены в зоне геологической активности, изобилующей разломами с радоновыми эманациями, однако показатели ЭРОА радона ниже, чем в нагорных областях, что связано с плотным слоем почвы, прикрывающим горную породу. Наибольшее значение медианы ЭРОА радона отмечается в Заринском районе и составляет 59,4 Бк/м³, наименьшее в Тогульском районе – 47,8 Бк/м³. Превышения гигиенических нормативов по ЭРОА радона фиксировались в ряде административных зданий Заринско-Залесовской модельной территории. Так, в администрации сельского совета с. Тогул Тогульского района ЭРОА радона составила 247±23,9 Бк/м³, в Заринском районе ст. Смазнево – МОУ Смазневская СОШ 389±31,3 Бк/м³, администрация сельского совета ст. Смазнево – 376±25,7 Бк/м³.

При оценке проб воды на данной модельной территории выявлены наиболее высокие показатели превышения критериев соответствия по удельной суммарной альфа-активности. В частности, в селе Дружба Целинного района значения колебались в пределах от 0,3 до 1,07 Бк/кг, удельная

активность радона в воде составила от 68,9 до 178,6 Бк/кг, данные превышения обусловлены нахождением скважин в области гранитов с повышенной радиоактивностью.

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности на территории населенных пунктов составила 0,11±0,01 мкЗв/ч (n=233), в зданиях же данный показатель составил от 0,12±0,01 мкЗв/ч до 0,14±0,01 мкЗв/ч.

Индивидуальная годовая эффективная доза населения Заринско-Залесовской модельной территории составила: в Кытмановском районе – 5,52 мЗв/год, в Тогульском районе – 5,09 мЗв/год, в Заринском районе – 5,79 мЗв/год, в Залесовском районе – 5,24 мЗв/год, в Целинном районе – 5,27 мЗв/год.

Природный радиационный фон Завьяловско-Романовской модельной территории по эквивалентной равновесной объемной активности радона является наиболее благополучным из всех модельных территорий (табл. 4), значения медианы составляют от 20,3 до 24,1 Бк/м³, что обусловлено степным расположением обследованных районов. Превышений гигиенических нормативов по ЭРОА радона ни в жилых, ни в административно-общественных зданиях не выявлено.

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности на территории населенных пунктов составила 0,10±0,01 мкЗв/ч (n=231), в зданиях же данный показатель составил от 0,13±0,01 до 0,15±0,01 мкЗв/ч.

Анализ проб воды зафиксировал незначительные превышения гигиенических критериев всего в 5 пробах – в двух скважинах села Раздольное Родинского района и в селе Чистоозерка Завьяловского района, где удельная суммарная альфа-активность воды составила 0,29, 0,33, 0,77 Бк/кг соответственно, что обусловлено глубиной скважин и нахождением в зоне активного водообмена и транзита с более глубокими частями бассейна, расположенного в северо-западном направлении. В поселке Комсомольском Мамонтовского района и селе Родионо Родинского района в двух случаях была пре-

Таблица 3
Основные компоненты природного радиационного фона Заринско-Залесовской модельной территории, М±м

[Table 3]

The main components of natural background of the Zarinsk-Zalesovsk model area, M±m

Район [Area]	ЭРОА Rn, Бк/м ³ (n=2122) [EEC Rn, Bq/m ³ (n=2122)]		Питьевая вода, Бк/л (n=36) [Drinking water, Bq/l (n=36)]		МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (n=222) [Equivalent dose rate, μSv/h (n=222)]
	Медиана, Бк/м ³ [Median, Bq/m ³]	σ _g	Удельная суммарная альфа-активность, [Gross Alpha activity]	Удельная суммарная бета-активность, [Gross Beta activity]	
Кытмановский район Kytmanovskiy rayon	53,1	2,2	0,06±0,005	0,4±0,028	0,14±0,01
Тогульский район Togul'skiy rayon	47,8	2,9	0,04±0,001	0,07±0,056	0,13±0,01
Заринский район Zarinskiy rayon	59,4	3,7	0,02±0,001	0,1±0,001	0,12±0,01
Залесовский район Zalesovskiy rayon	48,9	2,1	0,03±0,002	0,1±0,001	0,14±0,01
Целинный район Tselinnyy rayon	51,5	3,1	0,02±0,001	0,12±0,010	0,12±0,011

Таблица 4

Основные компоненты природного радиационного фона Завьяловско-Романовской модельной территории, $M \pm m$

[Table 4]

The main components of natural background of the Zav'yalovsk-Romanovsk model area, $M \pm m$

Район [Area]	ЭРОА Rn, Бк/м ³ (n=1755) [EEC Rn, Bq/m ³ (n=1755)]		Питьевая вода, Бк/л (n=31) [Drinking water, Bq/l (n=31)]		МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (n=311) [Equivalent dose rate, μSv/h (n=311)]
	Медиана, Бк/м ³ [Median, Bq/m ³]	σ_g	Удельная суммарная альфа-активность, [Gross Alpha activity]	Удельная суммарная бета-активность, [Gross Beta activity]	
Завьяловский район Zav'yalovskiy rayon	24,1	1,9	0,13±0,009	0,70±0,03	0,14±0,01
Мамонтовский район Mamontovskiy rayon	21,3	2,1	0,02±0,001	0,10±0,001	0,13±0,01
Родинский район Rodinskiy rayon	20,3	1,8	0,09±0,006	0,70±0,065	0,15±0,01
Романовский район Romanovskiy rayon	23,9	2,2	0,09±0,006	0,50±0,041	0,14±0,01

вышена суммарная бета-активность (1,46 и 1,43 Бк/кг), что объясняется присутствием природного калия-40 и не несет угрозы для здоровья населения. Индивидуальная годовая доза населения Завьяловско-Романовской модельной территории составила: в Завьяловском районе – 3,57 мЗв/год, Мамонтовском районе – 3,31 мЗв/год, Родинском – 3,39 мЗв/год, Романовском – 3,56 мЗв/год.

Каменско-Крутихинская модельная территория степная, с признаками переходных лесостепных территорий за счет перекрестка Алеусского и Кулундинского лесных ленточных боров. Природный радиационный фон имеет свои особенности (табл. 5), медиана ЭРОА радона зданий в Каменском районе составляет 55,7 Бк/м³, что практически в два раза больше, чем в степных субъектах, где данный показатель изменяется в пределах от 20,8 до 25,8 Бк/м³.

Несмотря на географические особенности, было выявлено несколько зданий с повышенными уровнями ЭРОА радона. Так, превышения гигиенических нормативов ЭРОА радона регистрировались непосредственно в Каменском районе – в жилом доме с. Новоярки ЭРОА радона составила 211±19,7 Бк/м³; в жилом доме с. Крутиха Крутихинского района – 225±22,3 Бк/м³. В Баевской СОШ регистрировались значения ЭРОА радона до 399±24,6 Бк/м³, в профессиональном училище № 66 – 328±25,6 Бк/м³, в Баевской муниципальной начальной школе – 311±27,1 Бк/м³, УПФР в Баевском районе – 213±19,3 Бк/м³, в МОУ гимназия № 5 города Камень-на-Оби – 351±33,9 Бк/м³. Все учреждения на момент проведения измерений являлись действующими, и помещения использовались в качестве рабочих и для образовательной деятельности. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости контроля за ад-

Таблица 5

Основные компоненты природного радиационного фона Каменско-Крутихинской модельной территории, $M \pm m$

[Table 5]

The main components of natural background of the Kamensk-Krutikhinsk model area, $M \pm m$

Район [Area]	ЭРОА Rn, Бк/м ³ (n=2203) [EEC Rn, Bq/m ³ (n=2203)]		Питьевая вода, Бк/л (n=33) [Drinking water, Bq/l (n=33)]		МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч (n=219) [Equivalent dose rate, μSv/h (n=219)]
	Медиана, Бк/м ³ [Median, Bq/m ³]	σ_g	Удельная суммарная альфа-активность, [Gross Alpha activity]	Удельная суммарная бета-активность, [Gross Beta activity]	
Баевский район Baevskiy rayon	21,7	1,9	0,05±0,004	0,80±0,069	0,16±0,01
Тюменцевский район Tyumentsevskiy rayon	22,2	2,0	0,02±0,002	0,29±0,021	0,13±0,01
Шелаболихинский район Shelabolikhinskiy rayon	20,8	1,6	0,04±0,002	0,11±0,001	0,12±0,01
Крутихинский район Krutikhinskiy rayon	25,9	2,3	0,02±0,001	0,28±0,014	0,13±0,01
Каменский район Kamenskiy rayon	55,7	2,8	0,02±0,001	0,18±0,011	0,16±0,01

министративными зданиями социальной направленности вне зависимости от географии района с первоочередной задачей – контролем уровней ЭРОА радона в образовательных учреждениях Алтайского края.

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности на территории населенных составила $0,11 \pm 0,01$ мкЗв/ч ($n=253$), в зданиях же данный показатель составил от $0,12 \pm 0,01$ до $0,16 \pm 0,01$ мкЗв/ч. Индивидуальная годовая доза населения Каменско-Крутихинской модельной территории составила: в Баевском районе – 3,57 мЗв/год, Тюменцевском районе – 3,39 мЗв/год, Шелаболихинском – 3,23 мЗв/год, Крутихинском – 3,64 мЗв/год, Каменском – 5,83 мЗв/год.

Заклучение

Анализируя распределение индивидуальных годовых эффективных доз населения Алтайского края, можно видеть, что районы пяти модельных территорий преобразуются в три основных группы в зависимости от доз природного облучения, обусловленного в первую очередь ЭРОА радона и зависящего в большей степени от эколого-географического типа местности:

Нагорные области Алтайского края с наибольшими значениями доз облучения от 7,36 мЗв/год до 8,19 мЗв/год – Алтайский, Чарышский, Солонешенский, Змеиногорский, Краснощековский и Курынский районы. Облучение населения от природных источников в этих районах является повышенным.

Предгорные районы Алтая и территории в области Салаирского кряжа, также характеризующиеся повышенным облучением населения от природных источников, с большим количеством радоновых разломов и потенциальным риском радоновых эманаций – Смоленский и примыкающий к нему г. Белокуриха, Петропавловский, Усть-Калманский, Кытмановский, Тогульский, Заринский, Залесовский, Целинный, Каменский районы. Здесь годовая индивидуальная эффективная доза населения изменяется в пределах от 5,09 до 6,22 мЗв/год.

Степные и лесостепные территории с наименьшим уровнем природного облучения, находящегося в пределах от 3,23 мЗв/год до 4,11 мЗв/год, – Шипуновский, Поспелихинский, Завьяловский, Мамонтовский, Родинский, Романовский, Баевский, Тюменцевский, Шелаболихинский и Крутихинский районы, где уровень облучения населения от природных источников является приемлемым.

Следует отметить, что хотя большая часть превышений гигиенических нормативов ЭРОА радона регистрировалась в зданиях на территории горных и предгорных областей, ряд радоновых аномалий выявлен и в степных районах. Превышения колебались в пределах от $203 \pm 17,8$ Бк/м³ до $480 \pm 37,9$ Бк/м³. С учетом того, что большинство таких зданий относятся к административным или образовательным учреждениям с восьмичасовым рабочим днем, доза облучения находящихся там людей может составлять до 10 мЗв/год (см. рис. 1).

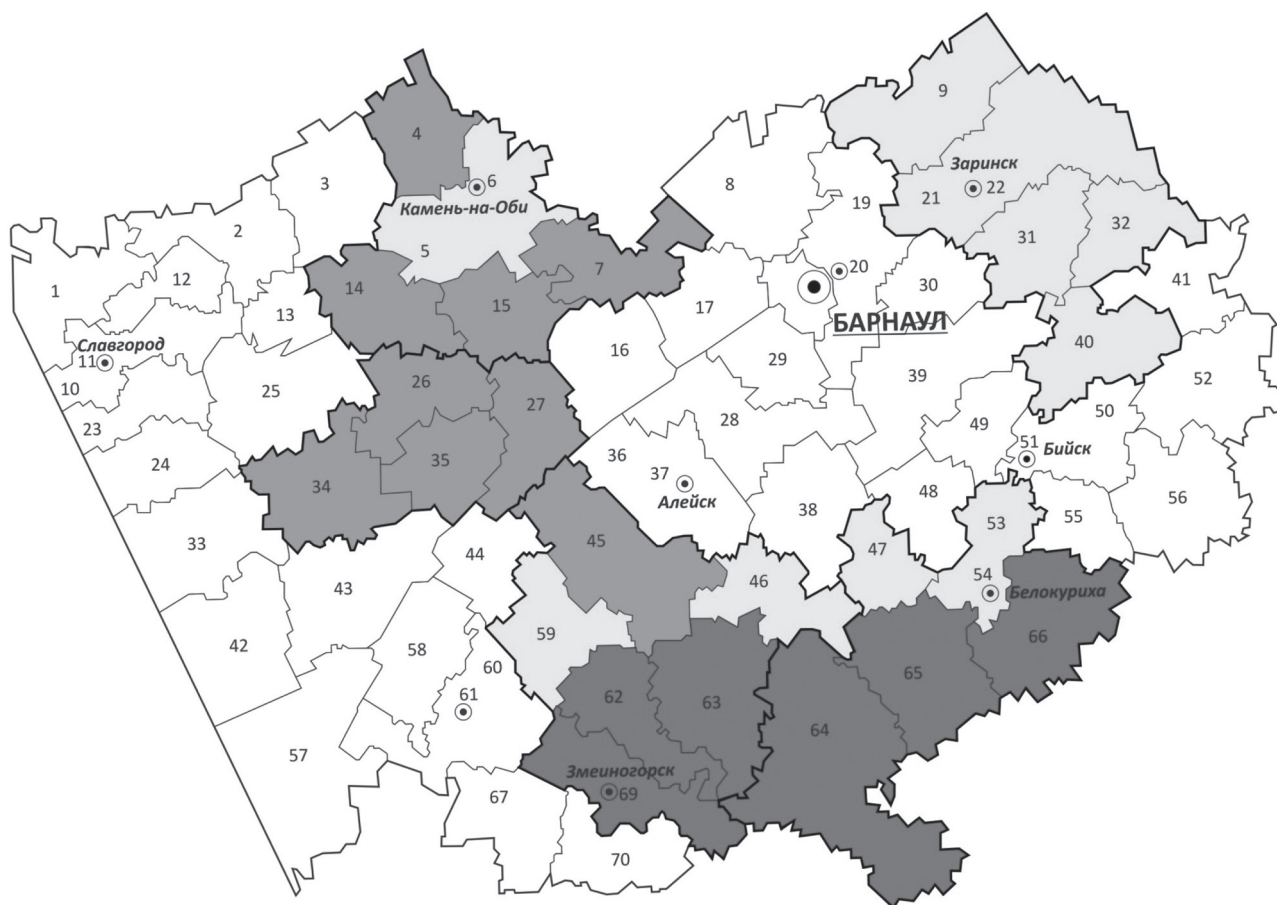


Рис. 1. Распределение индивидуальных годовых эффективных доз населения модельных территорий Алтайского края
[Picture. 1. Distribution of individual annual effective doses of population of model areas of the Altai territory]

Источники водоснабжения территории Алтайского края являются, в целом, благополучными по радиационным показателям, имеющиеся превышения не представляют существенной угрозы здоровью населения, так как не превосходят уровни вмешательства для отдельных радионуклидов, что подтверждено результатами полного радиохимического анализа.

Таким образом, актуальность обследования в первую очередь учреждений начального и среднего образования, а также административных зданий по показателям природного облучения не вызывает сомнения и может быть рекомендована для всех территорий вне зависимости от их расположения. При планировании социально-гигиенического мониторинга, а также мероприятий с целью осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора в области гигиены детей и подростков и коммунальной гигиены следует обращать внимание на территориальную принадлежность объектов и увеличивать количество измерений радонового фактора в зданиях на территории горных и предгорных районов Алтайского края.

Литература

1. Кононенко, Д.В. Оценка риска при облучении радоном для населения субъектов Российской Федерации на

основе данных радиационно-гигиенического паспорта территории / Д.В. Кононенко, Т.А. Кормановская // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 15–22.

2. Стамат, И.П. Анализ сведений о дозах внешнего терригенного облучения населения Российской Федерации в коммунальных условиях / И.П. Стамат [и др.] // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 33–46.
3. Росоловский, А.П. Радиологическая оценка некоторых природных источников ионизирующего излучения на территории Новгородской области / А.П. Росоловский // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 62–66.
4. Стамат, И.П. Ограничение облучения населения за счет природных источников излучения в зданиях: проект новых стандартов безопасности МАГАТЭ / И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2013. – Т. 6, № 2. – С. 27–30.
5. Салдан, И.П. Гигиеническая оценка риска здоровья населения модельных территорий Алтайского края от комплекса природных радионуклидов / И.П. Салдан, Б.А. Баландович, Н.Ю. Поцелуев // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 7 (244). – С. 7–9.
6. Салдан, И.П. Гигиеническая оценка радиационного риска эманаций радона на территории Алтайского края / И.П. Салдан, Б.А. Баландович, Н.Ю. Поцелуев // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 44–48.

Поступила: 01.04.2016

Поцелуев Николай Юрьевич – преподаватель кафедры гигиены и основ экологии человека Алтайского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации. **Адрес для переписки:** 656038, Россия, Барнаул, ул. Ленина, д. 40. Тел.: (913) 244-4928; e-mail: pocelueff@gmail.com

Салдан Игорь Петрович – ректор, заведующий кафедрой гигиены и основ экологии человека Алтайского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Барнаул, Россия.

Баландович Борис Анатольевич – заведующий радиологической лабораторией Центра гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Барнаул, Россия.

Околелова Ольга Викторовна – доцент кафедры гигиены и основ экологии человека Алтайского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Барнаул, Россия.

Филиппова Софья Петровна – доцент кафедры гигиены и основ экологии человека Алтайского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации Барнаул, Россия.

Для цитирования:

- Поцелуев Н.Ю., Салдан И.П., Баландович Б.А., Околелова О.В., Филиппова С.П. Гигиеническая оценка индивидуальных годовых доз природного облучения населения модельных территорий Алтайского края // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 3. – С. 28–35. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-28-35

Annual individual hygienic assessment of natural exposure doses of the Altai territory model areas population

N.Yu. Potseluev¹, I.P. Saldan¹, B.A. Balandovich², O.V. Okolelova¹, S.P. Filippova¹

¹ Altai State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Barnaul, Russia

² Center for Hygiene and Epidemiology in the Altai Territory, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Barnaul, Russia

Abstract

The goal is to determine ionizing radiation natural sources exposure regularities of Altai Territory model areas population. The materials and methods. 11376 radon measurements, 1247 gamma radiation meas-

measurements in an open area and in residential and office buildings were performed, selection of 189 drinking water tests was carried out. Results. Complex radiation and hygienic examination of the region with the most large municipalities number with model areas allocation was conducted. The assessment of the Altai Territory population's individual annual radiation doses from natural radionuclides has revealed a number of the regularities depending on the terrain's ecological and geographical type. Following the research results, ranging the region territories taking into account of annual effective doses of the population from natural sources for 2009-2015 was carried out. The annual individual effective dose of the Altai Territory upland areas population presented by the highest values and ranges from 7.36 mSv / year to 8.19 mSv / year. Foothill regions of Altai and in Salair ridge are characterized by increased population exposure from natural sources. Here the dose ranges from 5.09 mSv / year to 6.22 mSv / year. Steppe and forest-steppe territories are characterized by the lowest level of the natural radiation which is ranging from 3.23 mSv / year to 4.11 mSv / year, that doesn't exceed the all-Russian levels. Most of the hygienic radon equivalent equilibrium volume activity standards exceedances were registered in mountain and foothill areas buildings. A number of radon anomalies is revealed also in steppe areas. Med exceedances ranged from $203 \pm 17.8 \text{ Bq / m}^3$ to $480 \pm 37.9 \text{ Bq / m}^3$. Given the fact that most of these buildings belong to the administrative or educational institutions with an eight-hour working day, the dose of radiation for people there can be up to 10 mSv / year. Conclusion. Spreading of individual annual effective dose of the Altai Territory population showed that five regions of the model areas are converted into three main groups depending on the natural radiation dose due primarily radon equivalent equilibrium volume activity and depends mostly on the eco-geographical terrain type.

Key words: model area, the radiation factor, radon, radiation dose

References

1. Kononenko D.V. Kormanovskaya T.A. Population of the Russian Federation radon exposure risk assessment on the basis of radiation-hygienic passports territory. Radiatsionnaya gigiena – Radiation hygiene, 2015, Vol.8, No 4, pp. 15-22. (In Russ.)
2. Stamat I.P. Kononenko D.V., Kormanovskaya T.A., Koroleva N.A. Data analysis on doses of external terrigenous radiation Russian Federation population in communal conditions. Radiatsionnaya gigiena – Radiation hygiene, 2015, Vol.8, No 3, pp. 33-46. (In Russ.)
3. Rosolovskiy A.P. Radiological assessment of some natural sources of ionizing radiation on the territory of the Novgorod Region. Radiatsionnaya gigiena – Radiation hygiene, 2015, Vol.8, No 3, pp. 62-66. (In Russ.)
4. Stamat I.P. Public exposure Limitation due to natural radiation sources in buildings: new IAEA Safety Standards draft. Radiatsionnaya gigiena – Radiation hygiene, 2013, Vol.6, No 2, pp. 27-30. (In Russ.)
5. Saldan I.P. Balandovich B.A., Potseluev N.Yu. Altai Territory model areas public health risk hygienic assessment from the complex of natural radionuclides. Zdorove naseleniya i sreda obitaniya – Public health and environment, 2013, No 7(244), pp. 7-9. (In Russ.)
6. Saldan I.P., Balandovich B.A., Potseluev N.Yu. Radiation risk hygienic assessment of radon emanation in the Altai Territory. Gigiena i sanitariya – Hygiene and sanitation, 2014, No2, pp. 44-48. (In Russ.)

Received: April 01, 2016

Potseluev Nikolay Yu. – Lecturer, Hygiene and Human Ecology foundations Altai State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Lenina St., 40, Barnaul, 656038, Russia; e-mail: pocelueff@gmail.com) **For correspondence**

Saldan Igor P. – Rector, Department Head, Hygiene and the Human Ecology Foundations the Altai State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Barnaul, Russia

Balandovich Boris An. – Head, Radiological Laboratory Center for Hygiene and Epidemiology in the Altai Territory, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Barnaul, Russia

Okolelova Olga V. – Assistant Professor, Hygiene and Human Ecology foundations Altai State Medical University, of the Ministry of Health of the Russian Federation, Barnaul, Russia

Filippova Sofya P. – Assistant Professor, Hygiene and Human Ecology foundations Altai State Medical University, of the Ministry of Health of the Russian Federation, Barnaul, Russia

For citation:

- **Potseluev N.Yu., Saldan I.P., Balandovich B.A., Okolelova O.V., Filippova S.P. Annual individual hygienic assessment of natural exposure doses of the Altai territory model areas population. Radiatsionnaya gigiena – Radiation hygiene, 2016, Vol.9, No 3, pp. 28–35. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-3-28-35**

Potseluev Nikolay Yu.

Altai State Medical University.

Address for correspondence: Lenina St., 40, Barnaul, 656038, Russia; e-mail: pocelueff@gmail.com