

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 4, Number 442 (2020), 70 – 76

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.86>

UDC 504.064.2

IRSTI 34.49.23

P. G. Kayukov¹, G. V. Feodorov¹, N. A. Yakovleva¹, E. K. Sadvakasov¹, K. A. Ayupov²

¹LLP «ECOSERVICE-C», Almaty, Kazakhstan;

²Institute JSC «National Center of Space Researches and Technologies», Almaty, Kazakhstan

E-mail: kayukovp@mail.ru; gvfyodorov@gmail.com;

Nat_Alb@mail.ru; erbota02@mail.ru; caesar699@gmail.com

**RADIATION SITUATION ON THE TERRITORY
OF SHUCHINSK-BOROVSKAYA RESORT AREA
AND MEASURES ON THE RADIATION RISKS REDUCTION**

Abstract. The study is directed on receiving of the objective information on the radio-ecologic situation on the territory of Shuchinsk - Borovskaya resort area (hereinafter – SBRA). Such information is demanded by permanent residents as well as by the persons on vacations (holiday-makers), who temporary stay on the given territory. Burabai and Zhukei granite massifs are located on the territory of this area. Radioactive anomalies in the natural media: soils, bottom sediments, water and air of the soils - are linked to these massifs.

During the present study it was found out that the highest radiation danger on the territory of Shuchinsk-Borovskaya resort area, presented by soil radon in 11 out of 22 settlements in Burabai and Birzhan Sal districts. There the detailed radio-ecological mapping is required as regards the level of radiation risks for the population health, development and realization of the address anti-radon measures.

The study was performed within the Scientific–Technical Program: BR05236529 «Complex evaluation of the ecosystems of Shuchinsk - Borovskaya resort area with determination of the environmental load for the purpose of the recreation potential' stable use» for the years 2018-2020».

Key words: radon, radiation situation, uranium, radon-dangerous area, Shuchinsk-Borovskaya resort area.

Introduction. Shuchinsk-Borovskaya resort area is the most important intensively developing recreation area of the Republic of Kazakhstan. The main condition for stable development of Shuchinsk - Borovskaya resort area is: control on the natural peculiarities of the territory, optimization of the recreation potential' use under decrease of negative impact on the environment and creation of favorable conditions for living of local population.

Radiation situation is one of the most important characteristics of the environmental well-being of any territory. The natural and man-made components are singled out in its formation.

Methods. Radiometric investigations were conducted in 22 settlements (town of Shuchinsk, 15 settlements in Burabai district, 6 settlement in Birzhan Sal district).

Radiometric survey was conducted along the streets of the settlements, anticipating to cover the whole area of a settlement. Survey was done using the certified dosimeters DKS-96. The fixed points of the activity' measurement were allocated every 50 m, between these points – the continuous listening was done.

The complex of studies included the radon investigations as radon is widely spread danger for population health. This is the second (after smoking) reason for development of lung cancer in the world. The radon investigations included determinations of EBVA momentary values (equivalent balanced volumetric activity) of radon as well as the integral values of radon volumetric activity in each settlement

Water samples for alpha- and beta-activity were taken from the drinking water sources as well as from large water bodies of the resort area.

Amounts and methods of sampling, radiometric and radon measurements of radon were performed taking into account the Methodic Instructions of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan [1].

The modern data on the level of radiation situation were analyzed taking into account the earlier performed investigations (JSC «VolkovGeology» in 2005-2008 and LLP «ECOSERVICE-C» in 2010-2011).

Results and Discussion. Radiation situation on the territory of Shuchinsk - Borovskaya resort area is determined, first of all, by Kokshetau or the Northern Kazakhstan uranium-bearing province, in which this area is located [2]. On the territory of Shuchinsk-Borovskaya resort area, based on the results of radio-hydro-lithological-chemical survey [2], the micro-basins with area of 100-140 km² with increased activity of radium-226 were singled out. The following settlements: Zelenyi Bor, Molbasa, Burabai and Sarybulak are located within the contour of these micro-basins. Radium-226 is the direct source of radon, which introduces the significant impact into the radioactive doze for the population. Besides, more than a dozen of water sources with the increased radioactivity is determined by the investigations conducted earlier.

In 2010 the specialists of LLP «ECOSERVICE-C» performed the selective radon investigations in Birzhan Sal district, accompanying it by radio-metric investigations and sampling from the water sources in settlements: Andykozha Batyr and Nevskiy (Donskoy rural county) and Trambovka, Karlovka, Kyzyl-yum and Zhukei (Ulginskyi rural county).

Radio-active anomalies in the soils, water and air of the soils and grounds are spatially connected to Burabai and Zhukei granite massifs, located among strongly metamorphized Paleozoic rocks: schist, sandstones and conglomerates.

On the radar satellite image these massifs look like the ring structures (figure 1). During the analysis the vertical displacements were used by a pair of the radar images of the space apparatus Sentinel-1 of the year 2018. For visualization and convenience of visual comprehension of the satellite images the pseudo-colorful composites of red, green and blue color were formed: VV – signal intensity in the vertical-vertical polarization VV; VH - signal intensity in the vertical-horizontal polarization VH and NDI - quotient of division of intensity in polarization VV by intensity in polarization VH.

The granites' content – biotite and corniferous - biotite fine - medium-grained and medium-grained porphyry-like structure [3]. Content of potassium in both granite massifs is very high, which corresponds to the content of potassium in the leucocratic granites in the Central Kazakhstan [4]. The anomalous manifestations of uranium and thorium are related to these granites. According to the data of JSC VolkovGeology' specialists, in these granite massifs the increased content of uranium was noted being more than 10 g/ton (124 Bq/kg) and thorium more than 35 g/ton (184 Bq/kg) [2].

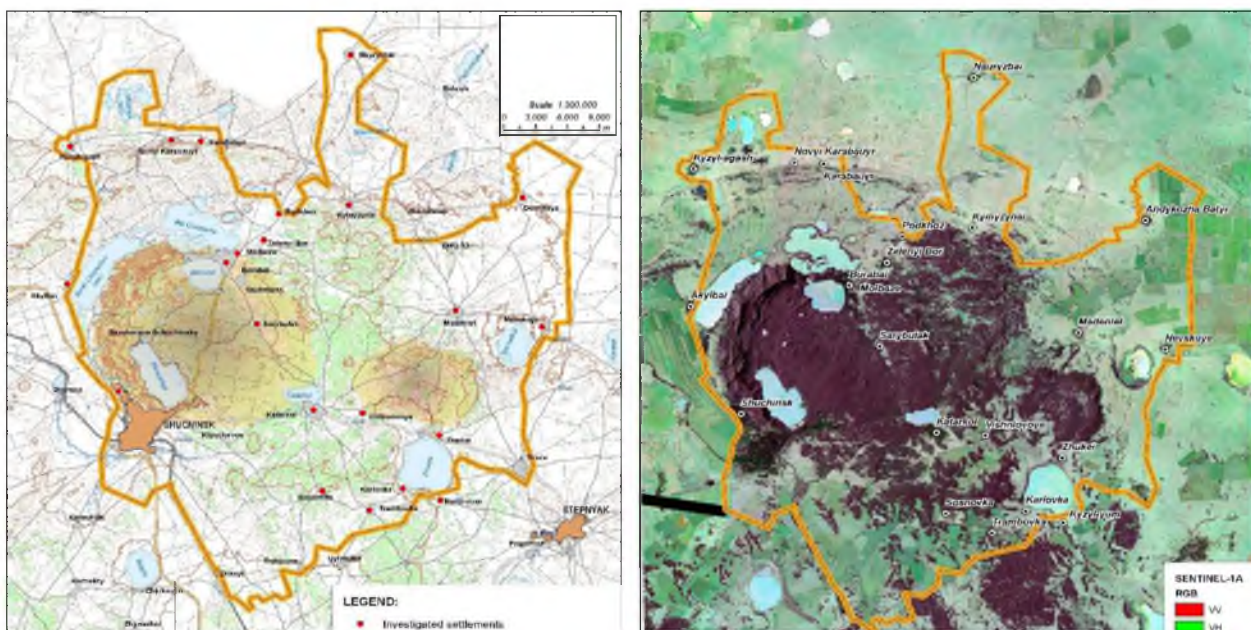


Figure 1 – Areas of location of Burabai and Zhukei granite massifs (on a fragment of the physical map and map of vertical displacements based on a pair of radar images of Sentinel-1 space apparatus of the year 2018 for the territory of Shuchinsk - Borovskaya resort area)

The second important factor, which influences the territory's radon danger, is the manifestation of the bursting tectonics. The geological map of the territory under study (figure 1) reflects not only contours of the granite massifs and small bodies, but also numerous bursting disturbances, which strengthen the ring structure exactly around Borovskoy and Zhukei granite massifs [5,6].

Radiometric survey conducted in 2018-19 determined the average value of the Power Equivalent Dose (PED) of the outdoor gamma-radiation amounted to $0,160 \pm 0,031$ mcZv/h. The increased values of PED average values in the settlements conform with contours of Borovskoy and Zhukei granite massifs.

Only one anomalous PED value of 0,61 mcZv/h was found out. Additional radiometric survey conducted in 2019 revealed that this anomaly and the series of the increased PED values in the neighboring settlements are related to the increased radioactivity of the modern road pavement made of granite crushed stone.

In 2018-19 the momentary measurements of radon EBVA were done in 169 dwelling houses. To rise the reliability of the results, measurements of radon EBVA in 76 dwelling and public buildings conducted in the years 2010-12 were added (table 1). In the years 2010-12 as well as in the year 2019 the radon EBVA values were proved by the results received by the integral detectors.

Results of momentary measurements of radon EBVA in the indoor air of dwelling and public buildings in Shuchinsk - Borovskaya resort area in 2010-2012, 2018 and 2019

Name of an area, district	Number of definitions	Median value, Bq/m ³	Number of EBVA values >100, but <200 Bq/m ³	Number of EBVA values >200 Bq/m ³
Shuchinsk - Borovskaya resort area	217	72	21	26
Burabai	127	77	12	16
Birzhan Sal	90	49	9	10

The number of EBVA values from 100 to 199, more than 200 and median values of 50 and more Bq/m³ are singled out in the Table 1. EBVA values of 100 and 200 Bq/m³ are the average annual standards for the new buildings, constructed later than the year 1999, and old buildings. And median value for the settlement territory of 50 Bq/m³ and more, as the experience of our radon investigations shows, is EBVA level at the sites with radon danger. Number of such settlements amounted to 11 out of all 22 settlements in Shuchinsk - Borovskaya resort area. If make EBVA distribution at the radon-dangerous sites more detailed, it is possible to find additional anomalous EBVA values. That's why, singling out such contours within the settlement, it is important to calculate their areas and to compare them with the total area of the settlement. If the share of such areas is more than 10% of the total area of the settlement, it is necessary to continue the investigations of radon EBVA's distribution in the settlement. The higher is the share of radon-dangerous sites, the larger should be the amount of additional investigations.

So, the highest radiation danger on the territory of Shuchinsk-Borovskaya resort area may be presented by radon in 11 out of 22 settlements of Burabai and Birzhan Sal districts, where radon is connected to Borovskiy and Zhukei granite massifs and accompanying discontinuous disturbances (figure 2).

So, it is determined that at 37% of the area of the settlements located in Shuchinsk-Borovskaya resort area it is necessary to conduct radon investigations in order to reveal the buildings, in which the application of anti-radon protection is required!

Analysis of radioactivity of water samples taken from large in the resort area showed that in 7 out of 8 water bodies water average alpha-activity amounted to 0,6 Bq/l, beta-activity - 0,43 Bq/l. Anomalous values were received for water taken from Bolpash Sor. There alpha-activity amounted to 4,06 Bq/l, beta-activity - 1,82 Bq/l. There are no standards as regards alpha-activity for water taken from the water bodies, that's why it should be accepted: if water from these water bodies is planned to be used for domestic-drinking purposes, it is necessary to conduct additional investigations regarding the radionuclide analysis. It is necessary to point out, that not high radioactivity of water, possibly, is related to the self-treatment ability, noted in these lakes (Chebachie, Burabai and Shortandy) [7].

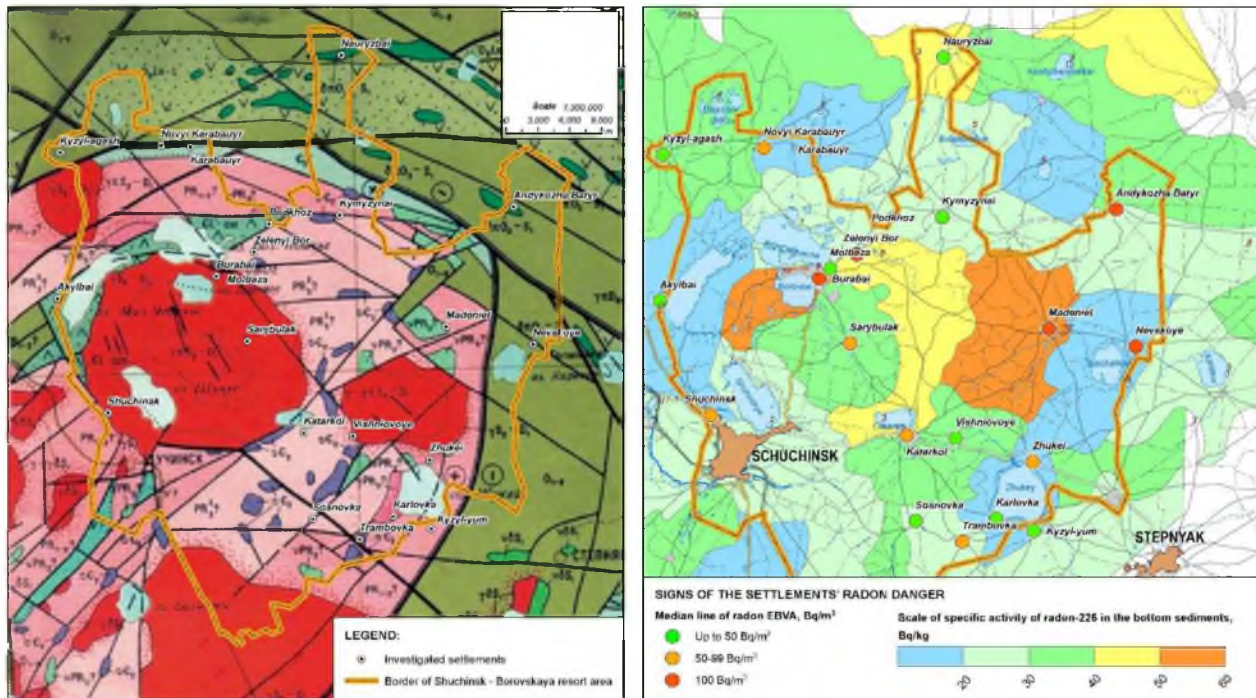


Figure 2. Segments of geological map [12] and maps of radium-226 distribution in the bottom sediments in micro-basins located within Shuchinsk - Borovskaya resort area [4]

Figure 2 – Segments of geological map [5,6] and maps of radium-226 distribution in the bottom sediments in micro-basins located within Shuchinsk - Borovskaya resort area [2]

So, it may be point out that the highest radiation danger on the territory of Shuchinsk - Borovskaya resort area may be posed by radon on the separate sites located in the settlements of Burabai and Zelenoborskyi rural counties of Burabai district and Donskoy rural county of Birzhan Sal district, in 11 out of 22 settlements of Shuchinsk - Borovskaya resort area.

It is recommended to realize the obligatory detailed radon investigations in these settlements within the radon-dangerous sites already singled out.

П. Г. Каюков¹, Г. В. Федоров¹, Н. А. Яковлева¹, Е. К. Садвакасов¹, К. А. Аюпов²

¹«ЭКОСЕРВИС-С» ЖШС, Алматы, Қазақстан;

²«Ғарыштық зерттеулер және технологиялар ұлттық орталығы» институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ КУРОРТТЫҚ АЙМАҚ ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙ ЖӘНЕ РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІП-ҚАТЕРДІ АЗАЙТУ ЖӨНІНДЕГІ ІС-ШАРАЛАР

Аннотация. Зерттеу Щучинск-Бурабай курорттық аймағының (әрі қарай – ЩБКА) радиоэкологиялық жағдайы туралы ақпараттарды теңқұқылы алуға бағытталған. Бұл ақпарат осы аймақтың тұрақты тұрғындары, демалушылары, сондай-ақ уақытша мекендеушілер арасында сұранысқа ие. Радиоэкологиялық зерттеулерді жүргізу барысында радиациялық жағдайды бағалау үшін ең соңғы әдістемелік атқарымдар қолданылды. Бұл тәсіл зерттеліп жатқан аймақта радиациялық жағдай қауіп-қатерді азайту жөніндегі ұсыныстарды таңдау барысында басымдылықты жайғастыруға мүмкіндік берді. ЩБКА төңірегінде радиациялық жағдайды бағалау жұмыстары 2018-2019 жылдары қолға алынған егістік радиоэкологиялық зерттеу нәтижесі бойынша орындалды. Радиометриялық тексеру 22 елді мекенде жүргізілді (Щучинск қаласы, Бурабай ауданының 15 елді мекені, Біржан сал ауданының 6 елді мекені). ДКС-96 дозиметрлерін қолдана отырып, радиометриялық бейнелеу елді мекен көшелерін бойлай елді мекеннің барлық ауданын жабатындай етіп жүргізілді. Белсенділікті өлшеудің нақтыланған нүктесі – 50 м, осы нүктелер арасында үздіксіз тыңдалды. Радондық зерттеулер радонның ЭТКБ-ның (эквивалентті тепе-тең жоғары белсенділігі) жылдам мәнін, сондай-ақ әрбір елді мекендегі радонның жоғары белсенділігінің интегралды мәнін анықтауды қамтиды.

Альфа және бета белсенділігі үшін суды іріктеу ауызсу көзінде де, курорттық аймақтың ірі су қоймаларында да жүргізілді. Радонды радиометриялық және радонды өлшем сынамаларын алу көлемі мен әдістемесі ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің әдістемелік ұсынымдарын ескере отырып орындалды. Бұдан басқа 2005-2008 жылдары «Волковгеология» АҚ және 2009-2013 жылдарда «ЭКОСЕРВИС-С» ЖШС өткізілген радиоэкологиялық зерттеулердің бұрын жасалған нәтижелері қолданылды.

Щучинск-Бурабай курорттық аймағы (әрі қарай – ЩБКА) Көкшетау төңірегінде немесе Солтүстік Қазақстанның уранды шеткі аймағында орналасқан. ЩБКА төңірегінде бұрын жүргізілген зерттеулер бойынша радия-226 жоғарылатылған активтері негізінде микрохауыздар ерекшеленген, жоғарылатылған радиоактивтер арқылы оннан артық су көздері анықталды. Жердегі, судағы және топырақ пен жердің ауадағы радиоактивті ауытқушылықтары, Бурабай және Жукей ғранитті алқаптарымен кеңістікте байланысқан. Аумақтың радон қауіптілігіне әсер ететін екінші маңызды фактор – жарылғыш тектониканың көрінісі. 2018-2019 жылдардағы радиометриялық тексерумен $0,160 \pm 0,031$ мк³в/сағ құрайтын сыртқы ғамма-сәулеленудің эквивалентті доза қуатының (ЭДҚ) орташа мәні анықталды.

Елдімекендердің орташа ЭДҚ мәнінің жоғарылауы Боровский және Жукей гранит массивтерінің контурларына сәйкес келеді. Бұл аномалия және көршілес ауылдардағы ЭДҚ мәнінің жоғарылауы гранит қиыршық тастарымен заманауи жол қабатының радиоактивтілігінің жоғарылауына байланыстылығы анықталды.

76 тұрғын және қоғамдық ғимараттардағы (2010-2012 жж. өлшеулер) өлшеу нәтижелерімен толықтырылған 169 тұрғын ғимараттардағы радон ЭТКБ жедел мәнін (2018-2019 ж. өлшеу) бағалау негізінде аталған көрсеткіштің жалпы ЩБКА бойынша медианалық мәні 70 Бк/м³, Бурабай ауданында 81 Бк/м³, Біржан сал ауданында 49 Бк/м³ құрайтыны анықталды. Көпжылдық радонды зерттеулеріміздің тәжірибесі көрсеткендей, ауыл аумағы бойынша медианалық мәні 50 Бк/м³ және одан да көп мекендер – радон қауіпті бар учаскелердегі ЭТКБ деңгейі болып саналатыны анықталды.

Бұл зерттеуде осындай 11 ауыл анықталды. Курорттық аймақтың ірі су қоймаларынан алынған су сынамаларының радиоактивтілігін талдау 8 су қоймасының 7-де судың орташа альфа-белсенділігі 0,6 Бк/л, ал бета-белсенділігі 0,43 Бк/л құрағанын көрсетті, аномалды мән Болпаш Сордан алынған суда (альфа-белсенділігі 4,06 Бк/л, бета-белсенділігі 1,82 Бк/л) көрсетті. Су қоймаларынан су үшін радиоактивтілік бойынша нормативтер жоқ, егер бұл су қоймаларының суы шаруашылық ауызсу қажеттілігіне пайдаланылса, онда радионуклидтік талдау бойынша қосымша зерттеулер жүргізу керек. Судың жоғары емес радиоактивтілігі осы көлдерде (Чебачье, Бурабай және Шортанды) атап өтілетін өздігінен тазалайтын қабілетіне байланысты болуы мүмкін (Тұрсынова Айс., Д. Ж. Қуншығар, 2016).

Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, ЩБКА төңірегінде Бурабай және Біржан сал аудандарының 22 елдімекеннің 11-інде, радиациялық қауіп-қатерді топырақ радоны төндіруі мүмкіндігі анықталған, онда халық денсаулығына радиациялық қауіп-қатер деңгейі мен радонға қарсы мекендік шараларды өңдеу және жүргізу үшін егжей-тегжейлі радиоэкологиялық картаға түсіруді жүзеге асыруды жалғастыру қажет.

Зерттеу «2018-2020 жылдарға тынығу әлеуетін орнықты қолдану мақсатында экологиялық жүктемені анықтаумен бірге Щучинск-Бурабай курорттық аймағында экожүйені кешенді бағалау» (BR05236529) ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында жүргізілді.

Түйін сөздер: радон, радиациялық жағдай, уран, радондық қауіпті аймақ, Щучинск-Бурабай курорттық аймағы.

П. Г. Каюков¹, Г. В. Федоров¹, Н. А. Яковлева¹, Е. К. Садвакасов¹, К. А. Аюпов²

¹ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», Алматы, Қазақстан;

²Институт АО «Национальный центр космических исследований», Алматы, Қазақстан

РАДИАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ

Аннотация. Исследование направлено на получение объективной информации о радиоэкологической ситуации на территории Щучинско-Боровской курортной зоны (далее ЩБКЗ). Эта информация востребована как постоянными жителями, так и отдыхающими, временно пребывающими на данной территории. При проведении радиоэкологических исследований использованы последние методические наработки по оценке радиационной ситуации. Такой подход позволил расставить приоритеты при выборе рекомендаций по снижению угроз радиационной опасности на исследуемой территории.

Оценка радиационной ситуации на территории ЩБКЗ проведена по результатам полевых радиоэкологических исследований, выполненных в 2018 и 2019 годах. Радиометрическое обследование проведено в 22 населенных пунктах (город Щучинск, 15 населенных пунктов Бурабайского района, 6 населенных

пунктов района Биржан Сал). Радиометрическая съемка с использованием дозиметров ДКС-96 выполнялась по улицам населенного пункта с таким расчетом, чтобы закрыть всю площадь населенного пункта. Фиксированные точки измерения активности проводились через 50 м, между этими точками – непрерывное прослушивание. Радоновые исследования включали определения мгновенных значений ЭРОА (эквивалентная равновесная объемная активность) радона, так и интегральных значений объемной активности радона в каждом населенном пункте.

Отбор проб воды на альфа- и бета-активность выполнен как из питьевых водоисточников, так и из крупных водоемов курортной зоны. Объемы и методики отбора проб, радиометрических и радоновых измерений радона выполнялись с учетом Методических рекомендаций Минздрава РК. Современные данные об уровне радиационной ситуации анализировались с учетом ранее выполненных исследований (АО «Волковгеология» в 2005-2008 годы и ТОО «ЭКОСЕРВИС-С» в 2010-2012г.).

ЩБКЗ расположена на территории Кокчетавской или Северо-Казахстанской ураноносной провинции. На территории ЩБКЗ ранее проведенными исследованиями выделены микробассейны с повышенными активностями радия-226, определено более десятка водоисточников с повышенной радиоактивностью. Радиоактивные аномалии в грунтах, воде и воздухе почв и грунтов пространственно увязываются с гранитными массивами Бурабай и Жукей. Вторым важным фактором, влияющим на радоновую опасность территории, является проявление разрывной тектоники.

Радиометрическим обследованием 2018-2019 годов определено среднее значение мощности эквивалентной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения, составляющее $0,160 \pm 0,031$ мкЗв/ч. Повышенные значения средних значений МЭД населенных пунктов согласуются с контурами Боровского и Жукейского гранитных массивов. Было обнаружено лишь одно аномальное значение МЭД $0,61$ мкЗв/ч. Установлено, что данная аномалия и ряд повышенных значений МЭД в соседних поселках связаны с повышенной радиоактивностью современного покрытия дорог гранитным щебнем.

На основании оценки мгновенных значений ЭРОА радона в 169 жилых зданиях (замеры 2018-2019г.), дополненных результатами замеров в 76 жилых и общественных зданиях (замеры 2010-2012г.), было определено, что медианное значение данного показателя в целом по ЩБКЗ составляет 70 Бк/м³, в Бурабайском районе - 81 Бк/м³, в Биржан Салском - 49 Бк/м³. Медианное значение по территории поселка в 50 Бк/м³ и более, как показал опыт наших многолетних радоновых исследований, это уровень ЭРОА на участках с радоновой опасностью. В данном исследовании было выявлено 11 таких поселков.

Анализ радиоактивности проб воды из крупных водоемов курортной зоны показал, что по 7 из 8 водоемов средняя альфа-активность воды составила $0,6$ Бк/л, а бета-активность $0,43$ Бк/л, аномальные значения получены для воды из Болпаш Сора (альфа-активность $4,06$ Бк/л, а бета-активность $1,82$ Бк/л).

Для воды из водоемов нет нормативов по радиоактивности, если вода этих водоемов будет использоваться для хозяйственно-питьевых нужд, то следует провести дополнительные исследования по радионуклидному анализу. Невысокая радиоактивность вод, возможно, связана с отмечаемой на этих озерах (Чебачье, Бурабай и Шортанды) самоочищающей способностью (Турсунова Айс., Куншыгар Д.Ж., 2016).

Исследование показало, что наибольшая радиационная опасность на территории ЩБКЗ, представлена почвенным радоном в пределах 11 из 22 населенных пунктов Бурабайского и Биржан Салского районов, где необходимо продолжение детального радиоэкологического картирования по уровню радиационного риска для здоровья населения, разработки и проведения адресных противорадоновых мероприятий.

Исследование выполнено в рамках научно-технической программы: BR05236529 «Комплексная оценка экосистем Щучинско-Боровской курортной зоны с определением экологической нагрузки в целях устойчивого использования рекреационного потенциала» на 2018-2020 годы».

Ключевые слова: радон, радиационная ситуация, уран, радоноопасная зона, Щучинско-Боровская курортная зона.

Information on the authors:

Kayukov Pavlin Gerasimovich, Head of Department on radiological methods of investigations, LLP «ECOSERVICE-C», Almaty, Kazakhstan; kayukovp@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0567-7961>

Feodorov German Vasiliyevich, the Academician of the IANEB, Director of the Strategic Board, LLP «ECOSERVICE-C», Almaty, Kazakhstan; gvfyodorov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0033-2657>

Yakovleva Natalya Albinovna, Doctor of medical sciences, the Academician of the IANEB, Head of the Department of Science and Analytic Studies, LLP «ECOSERVICE-C», Almaty, Kazakhstan; Nat_Alb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1101-9543>

Sadvakasov Yerlan Karzhaubayevich, Head of the Sector on Complex Environmental Studies, LLP «ECOSERVICE-C», Almaty, Kazakhstan; erbota02@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1576-8250>

Ayupov Kaisar Aliyatovich, Institute JSC «National Center of Space Researches and Technologies», Almaty, Kazakhstan; caesar699@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8667-4994>

REFERENCES

- [1] Realization of the radiation-hygienic investigation of the territory and dwelling and public houses Provedeniye radiatsionno-gigiyenicheskogo obsledovaniya territorii i zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. Annex № 4 to Order № 194 of the Chairman of the Committee on the State Sanitary-Epidemiological Control «On approval of the Methodic recommendations on radiation hygiene» [Metodicheskikh rekomendatsiy po radiatsionnoy gigiyene] dated September 8th, 2011 (in Russ.).
- [2] Kayukov P. *et al.* Study of the radiation situation of the territory of Republic of Kazakhstan [Izucheniye radiatsionnoy obstanovki na territorii Respubliki Kazakhstan]. Volume 9. Akmola region, Almaty, 2008 (in Russ.).
- [3] The Central Kazakhstan. Geological description [Tsentralnyy Kazakhstan. Geologicheskoye opisaniye] The USSR Geology. Volume XX. Book 2. M., Nedra, 1972. 380 p. (in Russ.).
- [4] Serykh V., Kopobayeva A. (2019) Regularities of allocation of the rare-metal deposits in the Central Kazakhstan // News of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Vol. 1, N 433 (2019). P. 143-150. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.51> (Online), ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print) ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print) (in Eng.).
- [5] Zeilik B., Baratov R. (2016) The most important signs of the ring structures of cosmogeneous nature // News of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Vol. 5, N 419 (2016). P. 5-26. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print) (in Eng.).
- [6] Seitmuratova E., Zeilik B., Dautbekov D., Baratov R. (2018) Forecasting of the deposits of metal minerals based on the principles of the shock-explosive tectonics and use of data of the Earth remote sensing // News of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Vol. 6, N. 432 (2018). P. 210-220. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.18> ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print) (in Eng.).
- [7] Tursunova Ais., Kunshygar D. (2016) Self-treatment ability of the water bodies in Kazakhstan // News of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Vol. 2, N 416 (2016). P. 87-91. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print) (in Eng.).