

Получена: 2 ноября 2016 / Принята: 5 декабря 2016 / Опубликовано online: 30 декабря 2016

УДК 53.087- 577.391

ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В МЕСТАХ НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Касым Ш. Жумадилов, <http://orcid.org/0000-0002-0205-4585>

Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева,
Международная кафедра ядерной физики, новых материалов и технологий,
г. Астана, Казахстан.

Резюме

Введение: Радиозоологические исследования на территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) проводятся с целью оценки степени радиоактивного загрязнения огромной территории на площади 18500 км² и дальнейшей необходимостью возвращения этих земель в народное хозяйство. Известно, что ядерные испытания на СИП осуществлялись на площадках «Опытное поле», горный массив Дегелен, урочище «Балапан».

Цель: Определение радиоактивности на «Опытном поле», где проводились наземные и воздушные ядерные взрывы, которые внесли основной вклад в радиоактивное загрязнение, а также на площадке Дегелен, где проводились подземные ядерные испытания.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели было проведено измерение отобранных проб почвы в указанных точках методом гамма-спектрометрии и радиометрическим методом. Выполнен систематический поиск литературы по данным исследованиям.

Результаты: Для большей части территории «Опытного поля» характерна плотность поверхностного загрязнения Cs- 137 порядка 0,2 – 0,5 Ки/км².

Выводы: Основное загрязнение (до 50 Ки/км²) лежит на территории в центре рассматриваемого участка.

Ключевые слова: удельная активность, почва, радиоактивное загрязнение, Семипалатинский испытательный ядерный полигон, Балапан, Дегелен.

Summary

EVALUATION OF RADIOACTIVE CONTAMINATION IN AREAS OF NEAR SURFACE AND UNDERGROUND NUCLEAR TESTS

Kasym Sh. Zhumadilov, <http://orcid.org/0000-0002-0205-4585>

L.N. Gumilyov Eurasian National University,
International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technology,
Astana, Kazakhstan.

Introduction: Radiological Research at the Semipalatinsk Test Site (STS) are carried out in order to assess of radioactive contamination level of vast territories in the area of 18,500 km² and a further need to return these lands into the national economy. It is known that the nuclear tests were carried out at the test sites on the "Ground Zero", Delegen mountain, "Balapan" tract.

Aim of research: To determine the activity on the "Ground Zero", which carried out ground and air nuclear explosions that have made a major contribution to the contamination and in the Degelen technical site, place of underground tests.

Materials and methods. To achieve this goal, we measured selected soil samples at the points indicated by gamma spectrometry and radiometry. Performed a systematic literature search according to the study.

Results: For most of the "Ground Zero" characteristic density of surface contamination Cs- 137 the order of 0.2 - 0.5 Ci / km².

Conclusions: The main pollution (50 Ci / km²) lies on the territory of the center of the site under consideration.

Keywords: specific activity, soil contamination, the Semipalatinsk nuclear test site, Balapan, Delegen.

Түйіндеме

ЖЕР БЕТІНДЕГІ ЖӘНЕ ЖЕР АСТЫНДАҒЫ ЯДРОЛЫҚ СЫНАҚТАР БОЛҒАН ОРЫНДАРДАҒЫ РАДИОБЕЛСЕНДІ ЛАСТАНУДЫ БАҒАЛАУ

Касым Ш. Жумадилов, <http://orcid.org/0000-0002-0205-4585>

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті,
Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар халықаралық
кафедрасы,
Астана қ., Қазақстан.

Кіріспе: Семейдің ядролық сынақ полигоны (СЯСП) аймағында радиоэкологиялық зерттеулер 18500км² –ге тең үлкен жер көлемінде радиобелсенді ластанудың деңгейін бағалау үшін және болашақта осы жерлерді халық шаруашылығына қайтару үшін жүргізіледі. Ядролық сынақтар шатқалы «Балапан», «Сынақ алаңы», тау сілемі Дегелен алаңдарында жүзеге асырылғаны белгілі.

Мақсаты: Радиобелсенді ластануға негізгі үлесін қосқан жер үсті және ауадағы ядролық жаралыстар болған «Сынақ алаңының», сонымен қатар, жер астындағы ядролық жарылыстар өткізілген Дегелең ауданының радиобелсенділігін анықтау,

Материалдар мен әдістер. Қойылған мақсатқа жету үшін белгіленген жерлерде гамма-спектрометрия және радиометриялық әдістерді қолдана отырып топырақ сынақтары алынып зерттелінді. Осы бағытта жүргізілген зерттеулер бойынша жүйелілі әдебиеттік шолу жүргізілді.

Нәтижесі: «Сынақ алаңының» үлкен аймағында Cs- 137 беткелік ластану қалыңдығы 0,2 – 0,5 Ки/км² тең.

Қорытынды: Негізгі ластану (50 Ки/км²–ге дейін) зерттелген аймақтың ортасында орналасқан.

Түйінді сөздер: меншікті белсенділік, топырақ, радиобелсенді ластану, Семейдің сынақ ядролық полигоны, Балапан, Дегелен.

Библиографическая ссылка:

Жумадилов К.Ш. Оценка радиоактивного загрязнения в местах наземных и подземных ядерных испытаний // Наука и Здравоохранение. 2016. №6. С. 73-79.

Zhumadilov K.Sh. Evaluation of radioactive contamination in areas of near surface and underground nuclear tests // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2016, 6, pp. 73-79.

Жумадилов К.Ш. Жер бетіндегі және жер астындағы ядролық сынақтар болған орындағы радиобелсенді ластануды бағалау // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2016. №6. Б. 73-79.

Введение

29 августа 1949 года на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне (СИЯП), находящемся в Восточно-Казастанской области, в 150 км от города Семей, было проведено испытание ядерного оружия. Этим взрывом было положено начало ядерной эре в Советском Союзе. На этом полигоне в течение с 1949-1989 г. в воздухе, на земле и под

землей было проведено 456 ядерных испытаний. [1, 2, 6]

Известно, что ядерные испытания на Семипалатинском испытательном полигоне (СИП) осуществлялись на площадках «Опытное поле», горный массив Дегелен, урочище «Балапан». Схема расположения этих площадок указана на рис.1. На площадке «Дегелен» с 1961 по 1989 г.г. в

горизонтальных выработках проведено более двухсот подземных ядерных взрывов [4]. На площадке «Опытное поле» с 1949 по 1961 г.г. было проведено 125 испытаний.

Довольно длительный период прошел после окончания поверхностных испытаний на Семипалатинском ядерном полигоне в Казахстане, проведенных в период с 1949 по 1962 годы. Тем не менее, оценка влияния радиоактивного излучения на здоровье населения, вызванного испытаниями, все еще остается актуальной проблемой.

Одним из регионов, который подвергся высокому риску вследствие облучения, является территория Бескарагайского района, Восточно-Казахстанской области (ВКО),

расположенная вблизи следа радиоактивных осадков, образованного после приповерхностного испытания, состоявшегося 29 августа 1949 г. По данным медицинского обследования, значительное превышение уровня заболеваний наблюдается у населения Восточно-Казахстанской области, проживающих вокруг СИП, по сравнению с контрольными территориями (Кокпектинский район, ВКО) [6, 7], которые не были подвергнуты воздействию излучения [3 - 5]. В результате проведенных исследований методом ЭПР (Электронный парамагнитный резонанс) дозиметрии была проведена оценка степени влияния радиации на здоровье населения [7, 9, 10].

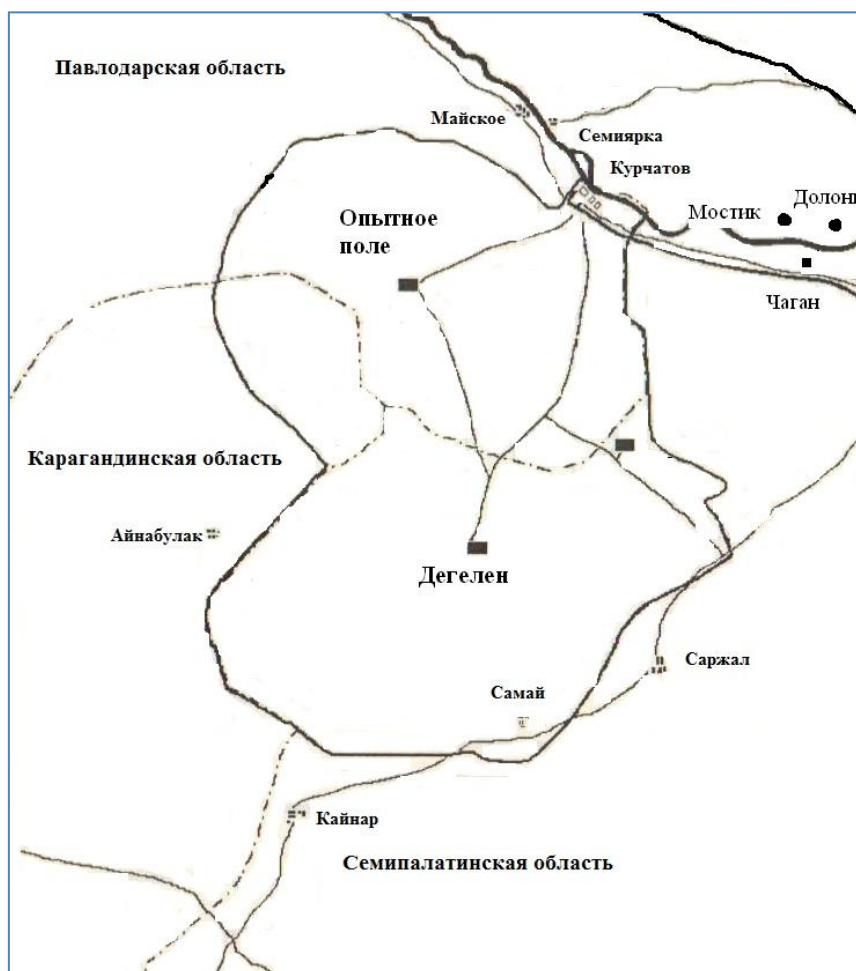


Рисунок 1. Схема расположения площадок «Опытное поле», горный массив Дегелен, урочище «Балапан».

Целью работы является определение радиоактивности почвы на площадке «Опытное поле», где проводились наземные и воздушные ядерные взрывы, которые внесли основной вклад в радиоактивное загрязнение

и Дегелен, где проводились подземные взрывы.

Материалы и методы

Дизайн исследования: Данное исследование было проведено в рамках

бюджетной программы радиоэкологического обследования территории СИЯП.

Для достижения поставленной цели было проведено измерение отобранных проб почвы в указанных точках методом гамма-спектрометрии и радиометрическим методом, используя гамма-спектрометрические комплексы фирмы «Canberra».

В результате проведенного обследования горного массива Дегелен было обнаружено более 50 участков радиоактивного загрязнения, непосредственно прилегающих к месту проведения испытаний. При проведении ряда подземных взрывов на Семипалатинском полигоне за счет распада продуктов взрывов неполного камуфлета образовалось $(3-4) \cdot 10^{15}$ Бк цезия-137, основное количество которого (90%) осело в ограниченных по площади зонах полигона [3, 5, 8].

Отбор проб осуществлялся точечным методом на глубину 5 см. Для площадки

«Опытное поле» было введено обозначение заглавная буква Ш по названию площадки «Ш». Для площадки Дегелен было введено обозначение Т.

Результаты исследования

Результаты анализа проб почвы, отобранных в эпицентре взрыва представлены в таблице 1.

Активность ^{137}Cs была зарегистрирована в диапазоне от 134 до 1439 Бк/кг, для ^{60}Co в диапазоне от 14 до 1138 Бк/кг, для ^{40}K в диапазоне от 290 до 720 Бк/кг.

Анализ имеющихся материалов показывает, что фоновый уровень радиации варьирует в широких пределах (от 19 до 150 мкР/час).

Следует отметить, что на отдельных локальных участках плотность радиоактивного загрязнения не однородна и превышает предельно допустимые концентрации в несколько раз.

Таблица 1.

Результаты обследования на исследовательской площадке «Опытное поле».

Шифр пробы	Удельная активность, Бк/кг		
	^{40}K	^{60}Co	^{137}Cs
Ш-1	500	16	924
Ш-3	699	14	370
Ш-5	-	-	-
Ш-6	500	32	281
Ш-7	400	14	213.8
Ш-8	600	25	54
Ш-9	440	117	335.8
Ш-22	709	31	474.6
Ш-23	720	35	579.4
Ш-24	570	35	92.92
Ш-26	670	170	520
Ш-28	380	267	592.55
Ш-29	400	1138	1439
Ш-30	579	317	179.85
Ш-31	600	173	227.7
Ш-32	-	-	-
Ш-33	290	134	134
Ш-34	550	389	388.6
Ш-35	620	452	452

В таблице 2 приведены результаты лабораторных анализов по изучению радионуклидного загрязнения на территории горного массива Дегелен. По данной площадке активность по ^{40}K была

зафиксирована в диапазоне от 207 до 940 Бк/кг, для ^{60}Co в диапазоне от 3 до 5 Бк/кг, что близко к пределу обнаружения. Активность по ^{137}Cs была обнаружена в пределах от 44 до 8281 Бк/кг.

Таблица 2.

Результаты обследования территории горного массива Дегелен.

Номер площадки	Точка пробо-отбора	МЭД мкЗв/ч	Удельная активность, Бк/кг		
			⁴⁰ K	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs
33	T.1	0.20	-	-	-
	T.2	0.19	-	-	-
	T.3	0.20	940±85	5±2	102±10
	T.4	0.20	-	-	-
34	T.1	0.65	207±93	-	347±28
	T.2	0.50	-	-	-
	T.3	1.30	-	-	8281±497
	T.4	1.50	703±98	-	899±54
35	T.1	0.23	592±77	-	93±10
	T.2	0.21	555±78	-	48±8
	T.3	0.21	-	-	-
	T.4	0.20	518±73	-	81±9
	T.5	0.21	481±72	3±2	85±9
36	T.1	0.28	518±83	-	85±10
	T.2	0.25	-	-	-
	T.3	0.27	-	-	-
	T.4	0.29	481±72	-	74±9
	T.5	0.29	-	-	-
	T.6	0.28	481±77	-	44±8

Примечание: МЭД – мощность экспозиционной дозы.

Обсуждение результатов исследования

Анализ проведенных измерений на площадках «Опытное поле» и Дегелен показал наличие как естественных, так и техногенных продуктов ядерных взрывов. Оригинальность проведенных измерений заключается в возможности регистрации продукта активации ⁶⁰Co на площадке Дегелен и «Опытное поле», что удается зарегистрировать достаточно редко, в отличие от техногенного ¹³⁷Cs. Регистрация данных продуктов позволит нам рассчитать в дальнейшем дозовую нагрузку вследствие испытаний ядерной бомбы.

Выводы

В результате проведенных исследований была определена степень радиоактивного загрязнения почвы на площадке «Опытное поле», где проводились наземные и воздушные ядерные взрывы, а также площадки Дегелен, где проводились подземные взрывы.

Таким образом, проведенные исследования и полученные результаты подтверждают необходимость постоянного экологического мониторинга на различных участках СИЯП.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов в определении структуры исследования, при сборе, анализе и интерпретации данных.

Материалы собраны при проведении радиоэкологических исследований Института радиационной безопасности и Экологии Национального ядерного центра Республики Казахстан.

Литература:

1. Дериглазов В.И., Горин В.В., Мальцев А.Л., Матущенко А.М., Сафонов Ф.Ф., Смагулов С.Г. Радиологическая ситуация на Семипалатинском испытательном полигоне и приграничных районов Казахской ССР // Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии (форма атома ЦНИИ). Москва. Россия. 1991. N4. С. 46-52
2. Дубасов Ю.В., Матущенко А.М., Филонов Н.П. Семипалатинский испытательный полигон: оценивая радиоэкологические последствия // Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. Спецвыпуск. Москва. Россия. 1993. С.12.

3. Жумадилов К.Ш. Радионуклидное загрязнение на «следе» атмосферных ядерных взрывов и в местах подземных ядерных испытаний // Информационный листок. Семипалатинский ЦНТИ. 1997. №27. С.1-4

4. Логачев В.А. Ядерные испытания в СССР и их влияние на здоровье населения Российской Федерации. М., Издат. 2008. с.470

5. Artemev O.I., Akhmetov M.A., Larin V.N., Ptitskaya L.D., Zhumadilov K.S., Silkina G.P., Subbotin S.B. Radiation survey and radionuclide analysis of radioactive plumes from the former Semipalatinsk nuclear test site // Conference: NATO Advanced Research Workshop on Nuclear Physical Methods in Radioecological Investigations of Nuclear Test Sites. Place: Almaty, Kazakhstan, June 07-10, 1999. Nuclear physical methods in radioecological investigations of nuclear test sites. NATO advanced science institute series, sub-series: Disarmament technologies. 2000. №31. Pp. 127-143

6. Gordeev K., Shinkarev S., Ilyin L., Bouville A., Hoshi M., Luckyanov N., Simon S.L. Retrospective dose assessment for the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site Part I: External exposure // J. Radiat. Res. 2006. №47, A129-136

7. Ivannikov A.I., Zhumadilov Zh., Gusev B.I., Miyazawa Ch., Jiao L., Skvortsov V.G., Stepanenko V.F., Takada J. and Hoshi M. Individual dose reconstruction among residents living in the vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site using EPR spectroscopy of tooth enamel // Health Phys. 2002. 83(2). Pp. 183-196

8. Stepanenko V.F., Hoshi M., Dubasov Yu.V., Sakaguchi A., Yamamoto M., Orlov M., Bailiff I.K., Ivannikov A.I., Skvortsov V.G., Kryukova I.G., Zhumadilov K.S., Apsalikov K.N., Gusev B.I. A gradient of radioactive contamination in Dolon village near SNTS and comparison of computed dose values with instrumental estimates for the 29 August, 1949 nuclear test // J. Radiat. Res. 2006. №47. A149-A158

9. Zhumadilov K., Ivannikov A., Apsalikov K.N., Zhumadilov Zh., Toyoda Sh., Tieliewuhan E., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Okamoto T. and Hoshi M. Radiation Dose Estimation by Tooth Enamel EPR Dosimetry for Residents of Dolon and Bodene // J. Radiat. Res. 2006. №47. A47-A53

10. Zhumadilov K., Ivannikov A., Apsalikov K., Zhumadilov Zh., Stepanenko, V., Skvortsov V., Berekenova G., Toyoda S., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Hoshi M. Results of tooth enamel EPR dosimetry for population living in the vicinity of the Semipalatinsk nuclear test site // Radiat. Meas. 2007. №42. 1049-1052.

References:

1. Deriglazov V.I., Gorin V.V., Maltsev A.L., Matushenko A.M., Safonov F.F., Smagulov S.G. Radiologicheskaya situatsiya na Semipalatinskom ispytatel'nom poligone i prigranichnykh raionov Kazakhskoi SSR [Radiological situation at Semipalatinsk test site bordering regions of the Kazakh SSR]. *Byulleten' tsentra obshchestvennoi informatsii po atomnoi energii (forma atoma TsNII)* [Bulletin of the Public information center by atomic Energy (CNII atominform)]. Moscow. Russia. 1991. 4. pp. 46-52.

2. Dubasov U.V., Matushenko A.M., Filonov N.P. Semipalatinskii ispytatel'nyi poligon: otsenivaya radioekologicheskie posledstviya [Semipalatinsk Test Site: estimation of radiological consequences]. *Byulleten' tsentra obshchestvennoi informatsii po atomnoi energii. Spetsvypusk* [Bulletin of the Public information center by atomic Energy (CNII atominform). Special issue. Moscow. Russia. 1993,

3. Zhumadilov K.Sh. Radionuklidnoe zagryaznenie na «slede» atmosferykh yadernykh vzryvov i v mestakh podzemnykh yadernykh ispytaniy [Radionuclide contamination on the "trace" of the atmospheric nuclear tests and in the field of underground nuclear tests]. *Informatsionnyi listok* [Information sheet]. Semipalatinskii TsNTI. 1997. №27. pp.1-4

4. Logachev V.A. Yadernye ispytaniya v SSSR i ikh vliyanie na zdorov'e nasleniya Rossiiskoi Federatsii [Nuclear tests in the USSR and their influence on the health of the population of the Russian Federation]. М., Izdat. 2008. pp. 470.

5. Artemev O.I., Akhmetov M.A., Larin V.N., Ptitskaya L.D., Zhumadilov K.S., Silkina G.P., Subbotin S.B. Radiation survey and radionuclide analysis of radioactive plumes from the former Semipalatinsk nuclear test site. Conference: NATO Advanced Research Workshop on Nuclear Physical Methods in Radioecological Investigations of Nuclear Test Sites. Place: Almaty, Kazakhstan, June 07-10, 1999. Nuclear

physical methods in radioecological investigations of nuclear test sites. NATO advanced science institute series, sub-series: Disarmament technologies. 2000. №31. pp. 127-143

6. Gordeev K., Shinkarev S., Ilyin L., Bouville A., Hoshi M., Luckyanov N., Simon S.L. Retrospective dose assessment for the population living in areas of local fallout from the Semipalatinsk nuclear test site Part I: External exposure. *J. Radiat. Res.* 2006. №47, A129-136

7. Ivannikov A.I., Zhumadilov Zh., Gusev B.I., Miyazawa Ch., Jiao L., Skvortsov V.G., Stepanenko V.F., Takada J. and Hoshi M. Individual dose reconstruction among residents living in the vicinity of the Semipalatinsk Nuclear Test Site using EPR spectroscopy of tooth enamel. *Health Phys.* 2002. 83(2). pp. 183-196

8. Stepanenko V.F., Hoshi M., Dubasov Yu.V., Sakaguchi A., Yamamoto M., Orlov M., Bailiff I.K., Ivannikov A.I., Skvortsov V.G., Kryukova I.G., Zhumadilov K.S., Apsalikov K.N.,

Gusev B.I. A gradient of radioactive contamination in Dolon village near SNTS and comparison of computed dose values with instrumental estimates for the 29 August, 1949 nuclear test. *J. Radiat. Res.* 2006. №47. pp. A149-A158

9. Zhumadilov K., Ivannikov A., Apsalikov K.N., Zhumadilov Zh., Toyoda Sh., Tieliewuhan E., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Okamoto T. and Hoshi M. Radiation Dose Estimation by Tooth Enamel EPR Dosimetry for Residents of Dolon and Bodene. *J. Radiat. Res.* 2006. №47. Pp. A47-A53

10. Zhumadilov K., Ivannikov A., Apsalikov K., Zhumadilov Zh., Stepanenko, V., Skvortsov V., Berekenova G., Toyoda S., Endo S., Tanaka K., Miyazawa C., Hoshi M. Results of tooth enamel EPR dosimetry for population living in the vicinity of the Semipalatinsk nuclear test site. *Radiat. Meas.* 2007. №42. pp.1049-1052.

Контактная информация:

Жумадилов Касым Шаймарданович – Заведующий Международной кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий, Евразийского Национального Университета имени Л.Н. Гумилева.

Почтовый адрес: г. Астана, 010008, ул. Мунайтпасова 13, офис 300

E-mail: kassymzh@yahoo.com

Телефон: 8-701-901-89-69.