

УДК 577.4:504.064:539.16

О ХАРАКТЕРЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ 4 И 4"А", РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРЕДЕЛАХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Осинцев А.Ю., Нефедов Р.А.

Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан (071100, Курчатов, ул. Красноармейская, 2), e-mail: irbe@nnc.kz

В работе представлены результаты исследований по изучению характера загрязнения почвы искусственными радионуклидами на территории испытательных площадок 4 и 4"А", где осуществлялись программы по испытанию боевых радиоактивных веществ. Приведена современная радиационная ситуация в пределах площадок. Исследования позволили выявить все участки загрязнения – места проведения испытаний, а также определить их границы. Общее количество участков составляет 30 (5 на площадке 4, 25 – на площадке 4"А"). По результатам пешеходной β -съемки созданы карты поверхностного загрязнения территории испытательных площадок. Выявлено, что глубина загрязнения почвы ^{90}Sr с удельной активностью $5 \cdot 10^4$ Бк/кг не превышает 40 см. Проведены оценочные расчеты содержания радиоактивных отходов (по ^{90}Sr), суммарный объем которых составил порядка 105 м^3 .

Ключевые слова: Боевые радиоактивные вещества, радиэкология, Семипалатинский испытательный полигон, ^{90}Sr .

ABOUT CHARACTER OF SURFACE CONTAMINATION WITH ARTIFITIAL RADIONUCLIDES AT 4 AND 4"А" TESTING SITES, LOCATED WITHIN SEMIPALATINSK TEST SITE

Ossintsev A.Y., Nefedov R.A.

Institute of Radiation Safety and Ecology NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan (071100, Kurchatov, street Krasnoarmeiskaya, 2), e-mail: irbe@nnc.kz

In the work present the results of research of the contamination of the soil with artificial radionuclides at the 4 and 4"А" test site, where radiological warfare agent program are testing. A modern radiation situation is given in territory. Total number of fields is 30 (5 fields in test site 4 and 25 fields - on 4"А" test site). According to the results of pedestrian beta-radiation's research create maps of surface contamination. Found that the depth of soil contamination with a specific activity ^{90}Sr $5 \cdot 10^4$ Bq / kg not exceeding 40 cm. Assessment calculations of radioactive waste (by ^{90}Sr) carried, the total volume amounted is about 105 m^3 .

Keywords: Radiological warfare agent, radioecology, Semipalatinsk Test Site, ^{90}Sr .

Введение

Площадки 4 и 4"А" в 1953–1957 гг. являлись испытательными площадками, где осуществлялись программы по испытанию боевых радиоактивных веществ (БРВ). Боевые радиоактивные вещества представляли собой жидкие или порошкообразные радиоактивные рецептуры, изготовленные либо из отходов радиохимического производства, либо путем облучения специально подобранных веществ нейтронами на атомном реакторе. Их удельная активность колебалась от десятых долей до нескольких кюри на литр [1].

К концу 1950-х годов подобные испытания в СССР были прекращены ввиду их бесперспективности: происходило заражение военной техники и переоблучение персонала при низкой эффективности поражения.

Площадка 4"А" расположена севернее, а площадка 4 – в 7-ми км западнее от испытательной площадки «Опытное поле» в пределах бывшего Семипалатинского испытательного полигона (Рисунок 1).

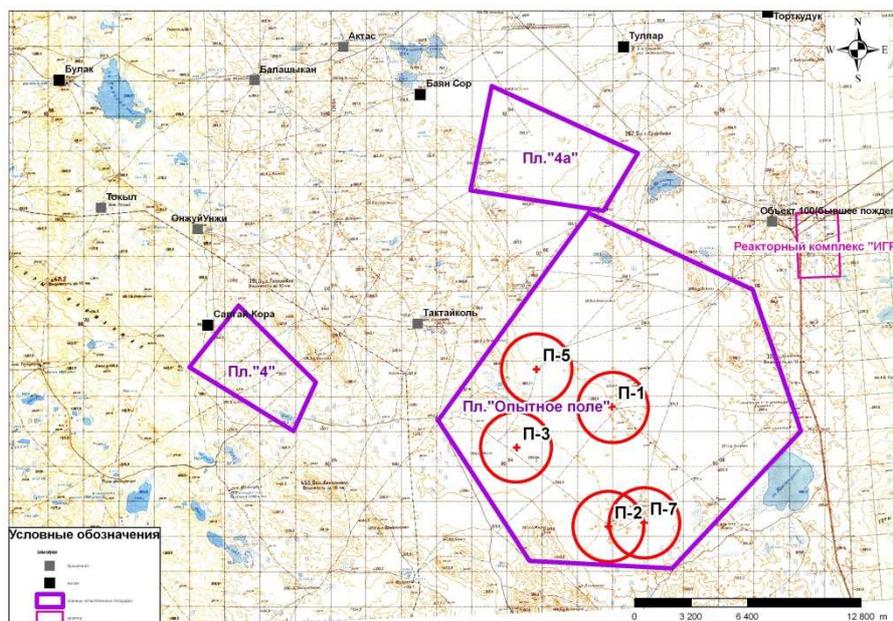


Рисунок 1. Расположение площадок 4 и 4"А"

На сегодняшний день на территории данных площадок было проведено 4 крупных радиологических обследования загрязненных территорий: аэрогаммасъемка в декабре 1956 [Ошибка! Источник ссылки не найден.,3]; аэрогаммаспектрометрическая съемка в 1990–1991 гг. [4]; пешеходная альфа-, бета-, гамма-съемка в 2004 г., бета-, гамма-съемка наиболее загрязненных участков, выявленных ранее, 2006 и 2011 гг.

Исследования 1956 и 1990–1991 гг. показали, что основное загрязнение почвы формируют ^{137}Cs и ^{90}Sr . По состоянию на 1956 г. максимальный уровень радиации достигал 30 мкР/ч (на границе площадки). Аэрогаммаспектрометрическая съемка местности, выполненная в 1990–1991 гг., не зафиксировала повышения плотностей загрязнения ^{137}Cs окружающей среды в этой части полигона [5].

Однако более поздние исследования показали наличие отдельных пятен загрязнения со значительными уровнями содержания искусственных радионуклидов.

В статье дана оценка поверхностного загрязнения почвы ^{90}Sr как основного радионуклида, формирующего загрязнение площадок, а также выполнены расчеты по запасу объемов радиоактивных отходов (РАО).

Материалы и методика исследования

В 2004 г. сотрудниками ИРБЭ НЯЦ РК была проведена пешеходная альфа-, бета-, гамма-съемка территории испытательных площадок 4 и 4"А" в фиксированных точках по сетке 200x200 метров. Дополнительно исследования включали измерения гамма- и бета-излучения в режиме «поиск», визуальное и радиологическое обследование мест, имеющих отношение к проведению испытаний БРВ (строения, воронки, остатки авиабомб и др.). Данные исследования позволили получить общую картину загрязнения, выявить локальные пятна (участки) загрязнения.

Однако ввиду большого масштаба съемки (одна точка на 0,04 км²) невозможно было с достаточной точностью описать все локальные пятна загрязнения, площадь которых составляла от 0,01 до 0,53 км². Поэтому в 2006 и 2011 гг. в рамках республиканской программы было проведено дополнительное обследование территории площадок 4 и 4"А". Целью данной работы явилось уточнение размеров пятен локального загрязнения, расчет объемов (запасов) радиоактивных отходов, а также определение параметров распределения радионуклидов на данных участках.

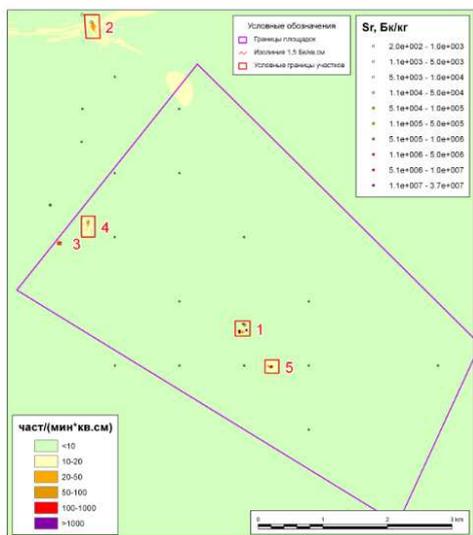
Участки локального загрязнения были обследованы по сети от 20x20 м до 1x1 м. Общее количество точек исследования составило более 25 000. В каждой точке обследования проведены измерения плотности потока β -частиц и мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, в некоторых точках проведен отбор образцов почвы и растительности.

Результаты исследования и их обсуждения

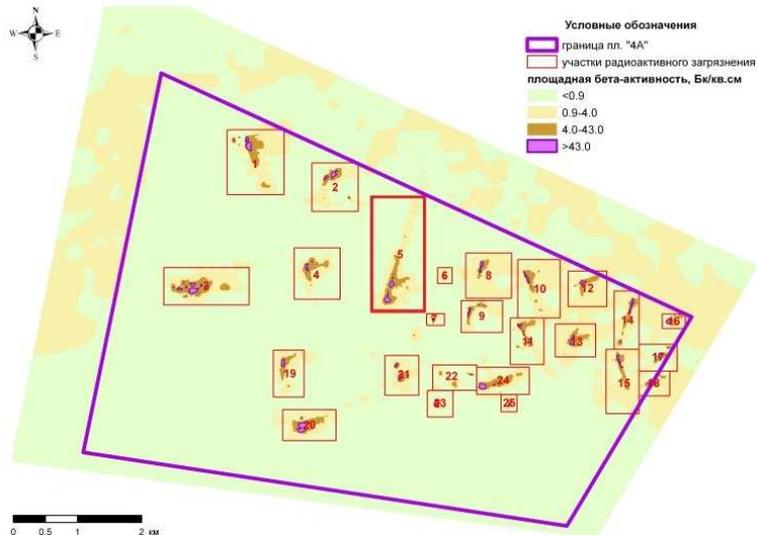
По результатам исследования 2004 г. были локализованы все пятна загрязнения. На площадке 4 количество участков локального загрязнения составило – 5, на площадке 4"А" – 25.

Диапазон значений плотности потока α -частиц в точках измерений на площадке 4 и 4"А" составил: плотности потока α -частиц $<0,5$ част/(мин·см²); плотности потока β -частиц $<10-1400$ част/(мин·см²) на площадке 4 и $<10-3 \cdot 10^4$ част/(мин·см²) на площадке 4"А". Мощность эквивалентной дозы на поверхности достигала 3 и 101 мкЗв/ч на площадке 4 и 4"А" соответственно. Фоновые значения МЭД составили 0,08 мкЗв/ч.

Результаты распределения плотности потока β -частиц на территории площадок 4 и 4"А" представлены на рисунке (Рисунок 2).



а)



б)

Рисунок 2. Распределение плотности потока β -частиц на территории площадки 4 (а) и 4"А" (б)

В результате изучения характера пространственного распределения загрязнения, установлены границы его распространения и доказано, что за установленными границами не будет обнаружено загрязнения β -излучающими радионуклидами на опасных для населения уровнях.

При проведении исследовательских работ были обнаружены металлические фрагменты. Часто эти осколки имели высокий уровень поверхностного загрязнения и, по всей видимости, являлись носителями контейнеров (зарядов) с БРВ. Фотографии некоторых фрагментов металлических изделий представлены на рисунке (Рисунок 3).



Осколок (дюралевый)

β – 8000 част/(мин·см²); МЭД –1,7 мкЗв/ч



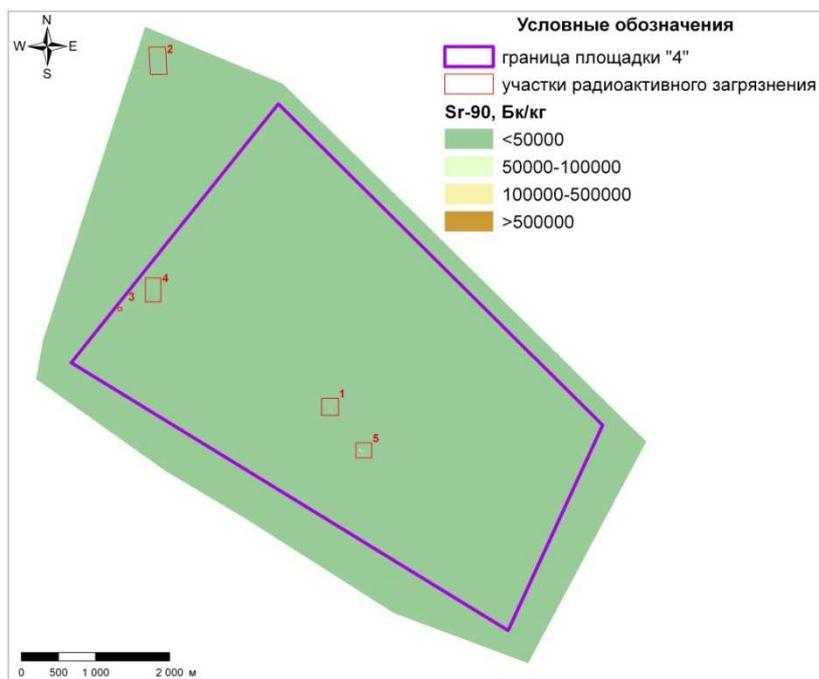
Задняя часть бомбы

β – 10000 част/(мин·см²); МЭД –1,27 мкЗв/ч

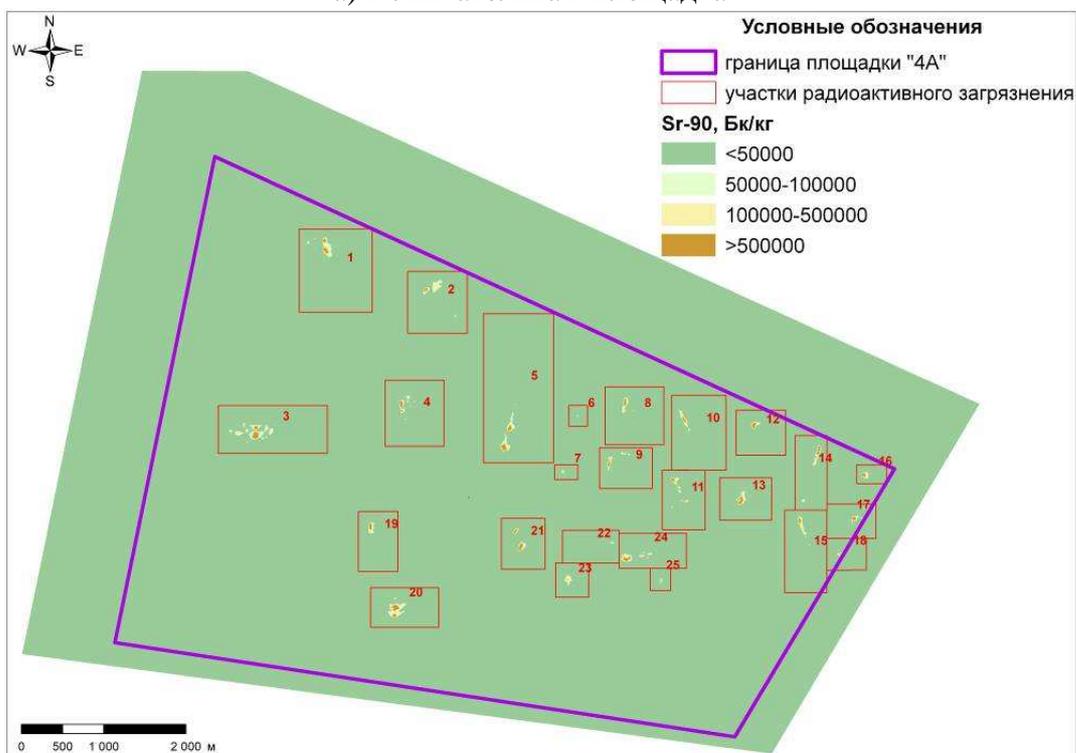
Рисунок 3. Фрагменты металлических изделий

Содержание искусственных радионуклидов на различных участках достигает величин для ⁹⁰Sr – 0,59 ГБк/кг, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu – 0,8 МБк/кг, ²⁴¹Am- 2,3 кБк/кг, ¹³⁷Cs- 7,0 кБк/кг. Установлено, что основному загрязнению подверглась площадка 4«А», а основным загрязнителем почвенного покрова является радионуклид ⁹⁰Sr (Рисунок 4). Однако следует отметить, что

существенный вклад в радиационную опасность вносит также активность изотопов плутония. Радиоактивное загрязнение участков неоднородное, а удельная активность отличается друг от друга на несколько порядков. Результаты анализа изотопных соотношений позволяют сделать вывод, что участки радиоактивного загрязнения образованы в результате проведения независимых друг от друга испытаний БРВ.



а) Испытательная площадка 4



б) Испытательная площадка 4"А"

Рисунок 4. Распределение удельной активности ^{90}Sr , Бк/кг

В 2011 г. проведены исследования для оценки запасов почвы, загрязненных ^{90}Sr выше уровня радиоактивных отходов [6]. Были вычислены площади пятен ограниченные, для увеличения коэффициента прочности данной оценки, изолинией $5 \cdot 10^4$ - 10^5 Бк/кг (МЗУА ^{90}Sr составляет 10^5 Бк/кг). Площади, имеющие уровень загрязнения ^{90}Sr свыше $5 \cdot 10^4$ Бк/кг на площадке 4, отсутствуют. В пределах площадки 4"А" выделены пятна поверхностного загрязнения ^{90}Sr с удельной активностью более $5 \cdot 10^4$ Бк/кг, площадь которых находится в диапазоне 0,1-3,2 га. Общая площадь участков составляет более 23 га.

Для оценки характера вертикального распределения ^{90}Sr были проведены исследования в пробах почвы, отобранных послойно на глубину до 70 см. Доказано, что глубина загрязнения почвы ^{90}Sr с удельной активностью $5 \cdot 10^4$ Бк/кг не превышает 40 см (Рисунок 5).

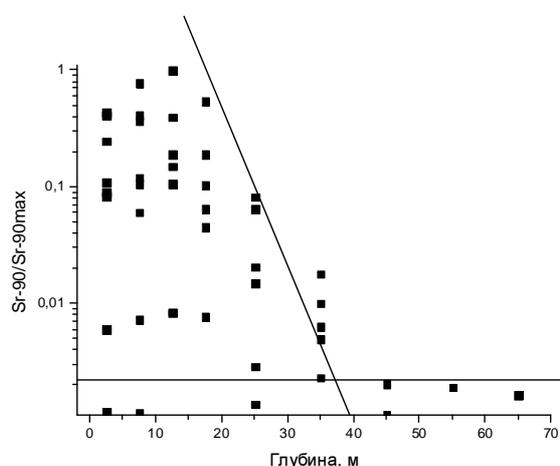


Рисунок 5. Распределение отношений удельной активности ^{90}Sr к максимальной удельной активности ^{90}Sr , зафиксированной на площадке БРВ по глубине

Заключение

По результатам всех работ были проведены расчеты объемов радиоактивных отходов. Оценочный объем РАО (по ^{90}Sr) на сегодняшний день составляет порядка 10^5 м^3 . Однако следует отметить, что данные расчеты являются оценочными и могут уточняться при дальнейших исследованиях.

Современная радиационная ситуация на площадках 4 и 4"А" в целом стабильна, однако может представлять угрозу населению и домашним животным при нахождении непосредственно на территории площадок.

Для исключения проникновения на территорию домашнего скота территории площадок 4 и 4"А" огорожены периметром физической защиты, представляющим земляной ров. Для ограничения непреднамеренного доступа населения на территорию площадок, выставлены предупреждающие знаки радиационной опасности.

Список литературы

1. Логачев В. Радиоэкологические последствия испытаний БРВ на Семипалатинском полигоне / В. Логачев; под рук. Н.Я. Левченко // Бюллетень по атомной энергии. Центральный научно-исследовательский институт управления, экономики и информации. – М., 2002. – № 12. – 94 с.
2. Кобзев А. Ф., Шорохов А. И., Агранат В. З. и др. Характеристика радиационной обстановки в районах, прилегающих к месту испытаний ядерного оружия, и состояние здоровья местного населения. Отчет о НИР. ИБФ, Москва, 1960. – 450 с.
3. Птицкая Л.Д. Исследование очагов загрязнения природной среды территории Семипалатинского полигона и разработка программы реабилитации экологии / Л.Д. Птицкая, О. И. Артемьев [и др.]. – Курчатов: ИРБЭ НЯЦ РК, 1998. – 97 с.
4. Птицкая Л.Д. Радиоэкологическое состояние южной части территории бывшего Семипалатинского полигона (экспериментальные исследования 1995-2000 гг.) / Л.Д. Птицкая. – Курчатов: ИРБЭ НЯЦ РК, 2000.
5. Дубасов Ю.В. Комплексные исследования сейсмической, радиационной и санитарно-эпидемиологической обстановки района Семипалатинского полигона при подземных ядерных взрывах: отчет о НИР / рук. Ю.В. Дубасов; исполн.: А.С. Кривохатский, Ю. И. Баранов. – С.-Петербург: Фонды НПО "Радиевый институт", 1992. – 72 с.
6. Постановление Правительства Республики Казахстан от 3 февраля 2012 года № 201 «Об утверждении гигиенических нормативов “Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности”».

Рецензенты:

Кожебаев Б.Ж., д.с.-х.н., декан Аграрного факультета Семипалатинского государственного университета им. Шакарима, г. Семей.

Арынова Р.А., д.б.н., профессор кафедры животноводства и охотоведения с основами морфологии Семипалатинского государственного университета им. Шакарима, г. Семей.