

УДК 502/504

*К.А. КУТЕРБЕКОВ, В.Н. ГЛУЩЕНКО, В.С. МОРЕНКО,
А.К. НУРМУХАНБЕТОВА, З.Б. КУТТУБАЕВА, Ш.К. МАКЕНБАЕВА*

ПРОВЕДЕНИЕ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ КОШКАР-АТА В МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

(Представлена академиком НАН РК Ф.Б. Баймбетовым)

В статье представлены результаты исследования хвостохранилища Кошкар-Ата в Мангистауской области. Результаты измерений объемных активностей указывает на наличие повышенных концентраций радионуклида ^{210}Pb и токсичных элементов на территориях, прилегающих к х/х КОШКАР-АТА.

Указанный факт является доказательством присутствия негативного экологического влияния хвостохранилища на окружающую среду, но уровни концентраций данных радиоактивных и токсичных элементов, регистрируемых высокочувствительными методами анализа, значительно ниже предельно допустимых значений и не могут привести к значительному ухудшению качества окружающей среды. Негативное влияние отмечается лишь в непосредственной близости от периметра хвостохранилища на расстоянии первых сотен метров.

Контрольные участки для проведения реабилитационных мероприятий выбраны в южной части хвостохранилища КОШКАР-АТА в непосредственной близости от сбросного канала. Один контрольный участок (№1) представляет собой площадку прямоугольной формы размерами 100 x 80 м, второй (№2) – размерами 40 x 30 м. Участки с южной стороны примыкают к участку с произведенной ранее засыпкой. К контрольным участкам ведут подъездные пути для автотранспорта.

Произведена закладка контрольных участков на обнажившейся поверхности хвостохранилища: участка №1 и участка №2.

Во время Советского Союза в Мангистауской области прикаспийский горно-металлургический комбинат осуществлял добычу и переработку комплексного ураноfosфорного сырья из собственных месторождений. Переработка осуществлялась на химико-гидрометаллургическом заводе (ХГМЗ). ХГМЗ и рудники располагаются вблизи г. Актау.

Бессточная впадина Кошкар-Ата с 1965 г. использовалась в качестве хранилища для складирования и хранения неиспользуемых твердых отходов химико-горнometаллургического производства, а также для приема и последующего испарения (транспортирующей твердые отходы) морской воды, сбросных вод СКЗ, включая «кислые стоки», неочищенные хозяйствовые сточные воды верхних микрорайонов г. Актау [1,2,3].

По имеющим данным Мангистауского управления по экологии, на 1996 г. общая минерализация водной фазы достигла 86,0 – 116,0 г/дм³ с содержаниями основных компонентов: натрия + калия 22,3 -31,3 г/дм³, магния 3,8-8,9 г/дм³, кальция 0,4-2,0 г/дм³, аммония 0,04-1,06 г/дм³, хлора

36,0-52,8 г/дм³, сульфата 15,4-19,2 г/дм³, гидрокарбоната 0,2-0,3 г/дм³, нитратов 0,04-0,18 г/дм³, нитритов 0,003-0,04 г/дм³ и концентрацией токсичных радиоактивных элементов и металлов: фосфата 212,0-436,6 мг/дм³, фтора 10,0-22,0 мг/дм³, стронция 8,5-85,0 мг/дм³, цинка 1,1-1,6 мг/дм³, молибдена 0,1-35,8 мг/дм³, меди 0,22-0,59 мг/дм³, хрома 0,1-0,2 мг/дм³, марганца 0,12-0,91 мг/дм³, свинца 0,1-0,12 мг/дм³, урана не обнаружено, радио (2,3-3,9)*10⁻¹² Ки/дм³.

Все твердые отходы, размещенные в районе хвостохранилища, в своем гранулометрическом составе содержат до 50,2% пылевых частиц, легко переносимых в атмосферный воздух в сухом состоянии даже при слабых ветрах. Твердые отходы представлены в виде пылеватого суглинка, состоящего из фосфогипса, фосфомела и содержат ^{226}Ra и $^{238,235}\text{U}$ ($1.5 - 3.1 \times 10^{-8}$ Ки/кг и до 70 мг/кг соответственно).

Экологическую обстановку в районе хвостохранилища Кошкар-Ата предопределяют неблагоприятной, так как характер и степень воздействия на окружающую природную среду на-

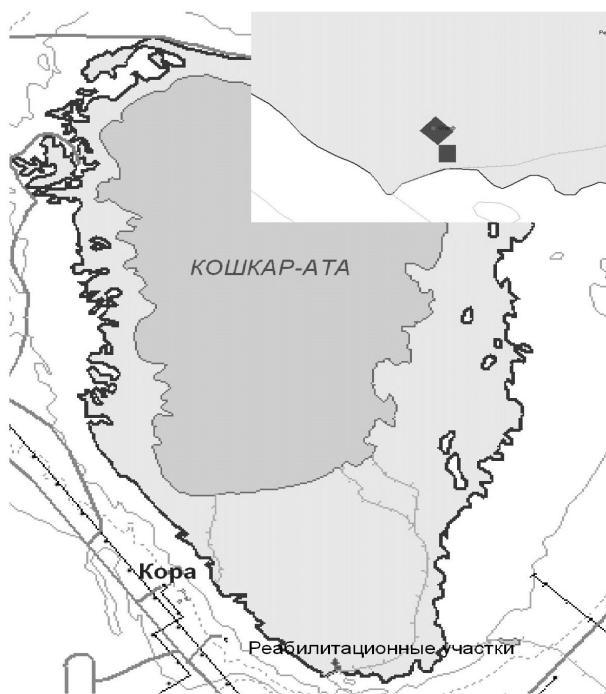


Рис. 1. Положение контрольных участков

копленных в нем промышленных отходов. В зависимости от физического состояния, химического состава, размеров размещения, продолжительности и объема накопления они оказывают негативное влияние в тех или иных масштабах почти на все сферы природной среды.

На основе имеющей информации Институту Ядерной Физики была поставлена задача: провести радиоэкологическое исследование хвостохранилища Кошкар-Ата и реабилитационные мероприятия на данном объекте.

Научными сотрудниками Института ядерной физики Национального Ядерного центра Республики Казахстан была проведена оценка экологической обстановки хвостохранилища Кошкар-Ата, и был сделан вывод, что основными дозообразующими радионуклидами, характеризующими уровень радиоактивного загрязнения, являются ^{210}Pb , ^{226}Ra и ^{228}Th . Уровни радиоактивности в почвах хвостохранилища в среднем превышают, чем в почвах фонового участка. Анализ результатов гамма-съемки территории хвостохранилища КОШКАР-АТА и данных о радионуклидном составе грунтов пляжной полосы указывает на неоднородный характер радиоактивного загрязнения. Наиболее высокие значения

мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (и соответственно наиболее высокие концентрации основных дозообразующих радионуклидов) наблюдаются в южной части хвостохранилища, на участке между местом впадения сбросного канала и границей водной фазы на современный период.

Указанный участок наиболее приближен к г. Актау, что только повышает его потенциальную опасность. Ввиду того, что общая площадь, подлежащая рекультивации, велика, реабилитационные мероприятия требуют огромных затрат материальных средств и времени.

Кроме этого, следует учитывать, что грунт на пляжной полосе имеет повышенную влажность, особенно на глубине, и во многих местах непроходим для тяжелой техники, особенно в период обильного выпадения осадков. В связи с вышесказанным, целесообразным является проведение поэтапной рекультивации, начиная с южного берега по направлению к водной фазе.

Для отработки технологии рекультивации обнажившейся поверхности хвостохранилища КОШКАР-АТА, в южной его части (недалеко от участка приповерхностного захоронения РАО) были выбраны контрольные участки №1 размерами 100 x 80 м и №2 размерами 40 x 30 м.

На рис. 1. показано расположение контрольных участков №1 и №2 на обнажившейся поверхности хвостохранилища.

Перед началом реабилитационных мероприятий выполнены исследования радионуклидного состава грунтов на территории участка №1. С этой целью отобраны поверхностные и послойные пробы грунта. Отобраны глубинные пробы грунта в 5-ти точках (уровни 0; 30 и 50 см), в центре участка заложен шурф глубиной 1,5 м, из которого отобраны послойные пробы через 10 см.

Для определения радионуклидного состава был использован гамма спектрометрический метод, основанный на измерении гамма излучения исследуемых образцов. Измерения проводились на двух, различных по параметрам, полупроводниковых детекторах: коаксиальный GEM-2018 "ORTEC", широкодиапазонный GX-1520 "CANBERRA".

Широкодиапазонный детектор обладает тонким входным окном, выполненным из слабопоглощающего мягкое гамма излучение материа-

Таблица 1. Г-кванты радионуклидов естественного ряда урана

Радионуклид	Энергия г-квантов, кэВ	Квантовый выход, %
^{234}Th	63.3	4.8
^{226}Ra	186.2	3.59
^{214}Pb	295.2 и 351.9	19.3 и 37.6
^{214}Bi	609.3	46.1
^{210}Pb	46.5	4.25

Таблица 2. Послойное распределение радионуклидов на контрольном участке (шурф 353)

Уд. актив. Бк/кг	Глубина отбора проб, см					
	0-10	10-20	30-40	50-60	70-80	90-100
^{137}Cs	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 1.0	< 1.4	< 0.8
^{210}Pb	179.4± 9.4	141.1±8.5	169.9±9	1553±78	2390±110	811±18
^{212}Pb	28.8± 0.9	17.1± 0.8	9.3±0.6	41.2±1.3	45.8±1.6	31.3±1.1
^{214}Pb	304.3±2.5	240.9±2.4	144.3±2	1197±5	2967±9	840±4
^{227}Th	7.9±1.5	2.6±1.3	4.2±1.2	53.3±3.1	73.5±4.3	30.9±2.5
^{234}Th	97.3±6.9	32.7±5.5	28.3±5	650±15	697±18	391±12
^{212}Bi	29.1±4.9	23.2±4.9	14.8±4.5	55.1±8.6	55.9±11.2	39.1±7.1
^{214}Bi	306.0±3.7	247.8±3.6	147.0±2	1198±8	2997±13	847±7
^{226}Ra	305.2±3.2	244.4±3.0	145.7±2	1197±7	2982±11	844±5.7
^{235}U	3.90±0.84	2.54±0.71	2.4±0.71	38.5±1.8	32.0±2.5	23.6±1.4
^{40}K	136±11	97±12	48±12	314±18	97±16	214±15
^{208}Tl	10.5±0.6	5.4±0.5	4.4±0.5	14.4±0.9	16.9±1.2	11.5±0.8
^{228}Ac	29.5±1.7	15±1.5	11.1±1.4	41.4±2.7	40.6±3.5	30.1±2.3

Таблица 3. Содержание радионуклидов в поверхностных слоях почв контрольных участков №1 и №2

Место от. проб	Контр.уч. 2	Контр.уч. 2	Контр.уч. 1	Контр.уч. 1
Код пробы	440	441	442	443
Интервал от., см	0 – 5	0 – 5	0 – 5	0- 5
МЭД, 10см, мкЗв/ч	0.09	0.08	0.08	0.07
МЭД, 1м, мкЗв/ч	0.09	0.08	0.08	0.07
^{137}Cs , Бк/кг	< 0.3	0.7±0.1	< 0.4	< 0.4
^{210}Pb , Бк/кг	24 .5 ± 4 .6	43 .9 ± 2 .5	24 .9 ± 5 .3	26 .6 ± 4 .7
^{212}Pb , Бк/кг	18 .8 ± 0 .6	16 .2 ± 0 .3	11 .9 ± 0 6	17 .4 ± 0 .6
^{214}Pb , Бк/кг	29 .3 ± 0 .7	32 .7 ± 0 .4	21 .4 ± 0 .8	26 .4 ± 0 .7
^{227}Th , Бк/кг	< 1.4	0 .9 ± 0 .4	1 .8 ± 1 .0	2 .6 ± 0 .9
^{234}Th , Бк/кг	30 .3 ± 3 .7	33 .9 ± 1 .9	17 .8 ± 3 .5	23 .6 ± 3 .6
^{212}Bi , Бк/кг	25 .1 ± 3 .5	16 .7 ± 1 .6	9 .6 ± 3 .4	16 .7 ± 3 .4
^{214}Bi , Бк/кг	27 .5 ± 1 .1	32 .1 ± 0 .6	22 .4 ± 1 .2	25 .5 ± 1 .1
^{226}Ra , Бк/кг	28 .4 ± 0 .9	32 .4 ± 0 .5	21 .9 ± 1 .0	25 .9 ± 0 .9
^{235}U , Бк/кг	1 .8 ± 0 .7	1 .5 ± 0 .3	< 1.5	< 1.4
^{40}K , Бк/кг	446 .6 ± 14	400 ± 7	487 ± 17	463 ± 15
^{208}Tl , Бк/кг	7 .8 ± 0 .5	6 .2 ± 0 .2	5 .3 ± 0 .5	7 .5 ± 0 .5
^{228}Ac ,Бк/кг	20 .3 ± 1 .2	16 .2 ± 0 .6	12 .7 ± 1 .2	16 .2 ± 1 .1

ла-бериллий. Эта особенность позволяет эффективно определять радионуклиды по их относительно мягким гамма линиям – например, ^{210}Pb по линии 46.5 кэВ и ^{234}Th по линии 63.3 кэВ [2,4].

В таблице 1 представлены значения энергий и квантовые выходы г-излучений определяемых дочерних радионуклидов ряда ^{238}U . Как видно

из таблицы, некоторые из нуклидов имеют более одной достаточно интенсивных гамма линий. В этих случаях при расчетах использовалось средневзвешенное значение активности.

В таблице 2 представлены результаты глубинного распределения радионуклидов по слоям, шагом 10 см в шурфе №353.

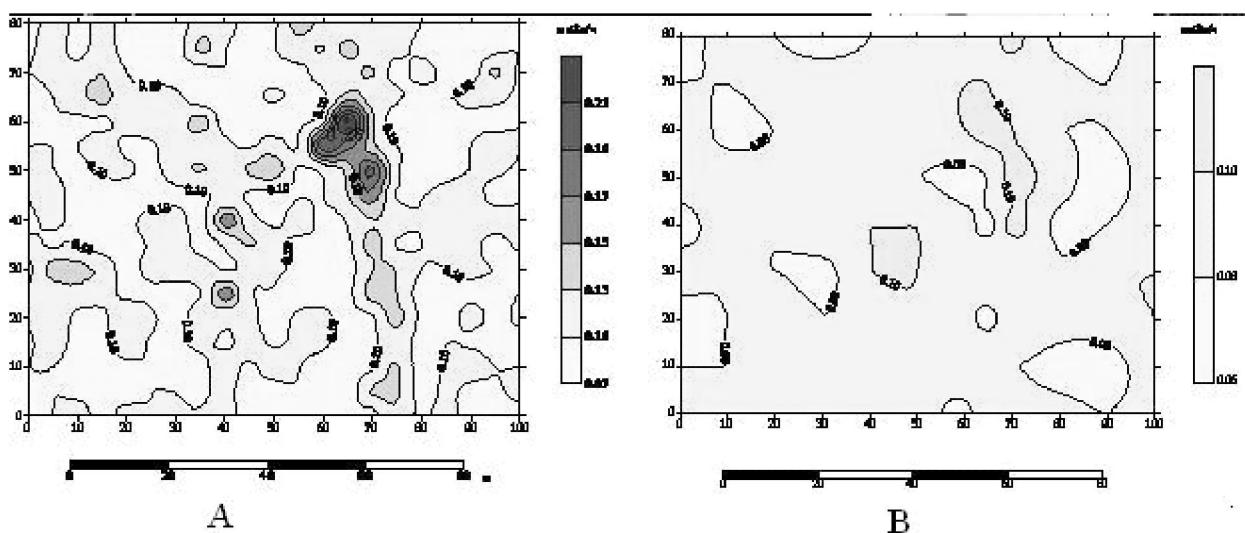


Рис. 3. Результаты гамма-съемки на контрольном участке до проведения рекультивационных мероприятий (А) и после их окончания (В)

Определена мощность эквивалентной дозы на высоте 10 см от поверхности и 1 м, которая составила 0,26 и 0,18 мкЗв/час, соответственно.

С целью получения исходной информации о распределении гамма-активности произведена детальная радиометрическая съемка по сети $(5 \times 5)\text{м}^2$. Анализ результатов показывает, что уровень гамма-фона составляет 0,08-0,14 мкЗв/ч на высоте 0,1 м от поверхности с повышением значений вглубь площадки до 0,26 мкЗв/ч [2,4].

В поверхностных слоях (0-5 см) почвогрунтов контрольных площадок 1 и 2 проведено определение содержание цезия-137 и естественных радионуклидов методом гамма спектрометрии. Результаты представлены в таблице 3.

Для проведения рекультивации выбран метод отсыпки грунтом. Сравнительный анализ имеющихся в наличии материалов, указал на преимущество применения песчано-глинистого грунта. Это связано, в первую очередь, с доступностью и относительной дешевизной используемого материала. Глина, входящая в состав грунта, препятствует пылению и является дополнительным барьером на пути эманаций радона. Кроме того, укрытие песчано-глинистым грунтом будет благоприятствовать развитию растительного покрова, который послужит дополнительной защитой от ветровой эрозии. На основание выше-

изложенного получено разрешение от Мангистауского областного управления охраны окружающей среды на применение почво-грунтов и песчано-глинистой смеси для проведения рекультивационных работ на обмелевшей зоне хвостохранилища.

Первый этап рекультивационных мероприятий на территории хвостохранилища КОШКАР-АТА проводился на участке №1.

Рекультивация участка произведена способом засыпки поверхности участка радиационно-чистым песчано-глинистым материалом мощностью 25 см.

После проведения рекультивационных работ для оценки их эффективности произведена повторная гамма-съемка и отобраны пробы грунта с поверхности участка. Результаты повторной гамма-съемки после засыпки территории участка песчано-глинистым материалом показывают, что гамма-поле практически однородно и характеризуется значениями МЭД, соответствующими фоновым значениям, характерным для данного региона.

Предварительные результаты оценки эффективности применяемого способа рекультивации путем отсыпки глинисто-песчаным грунтом свидетельствуют о значительном улучшении радиационных характеристик исследуемого участка. Уровень гамма-фона в результате выполненных

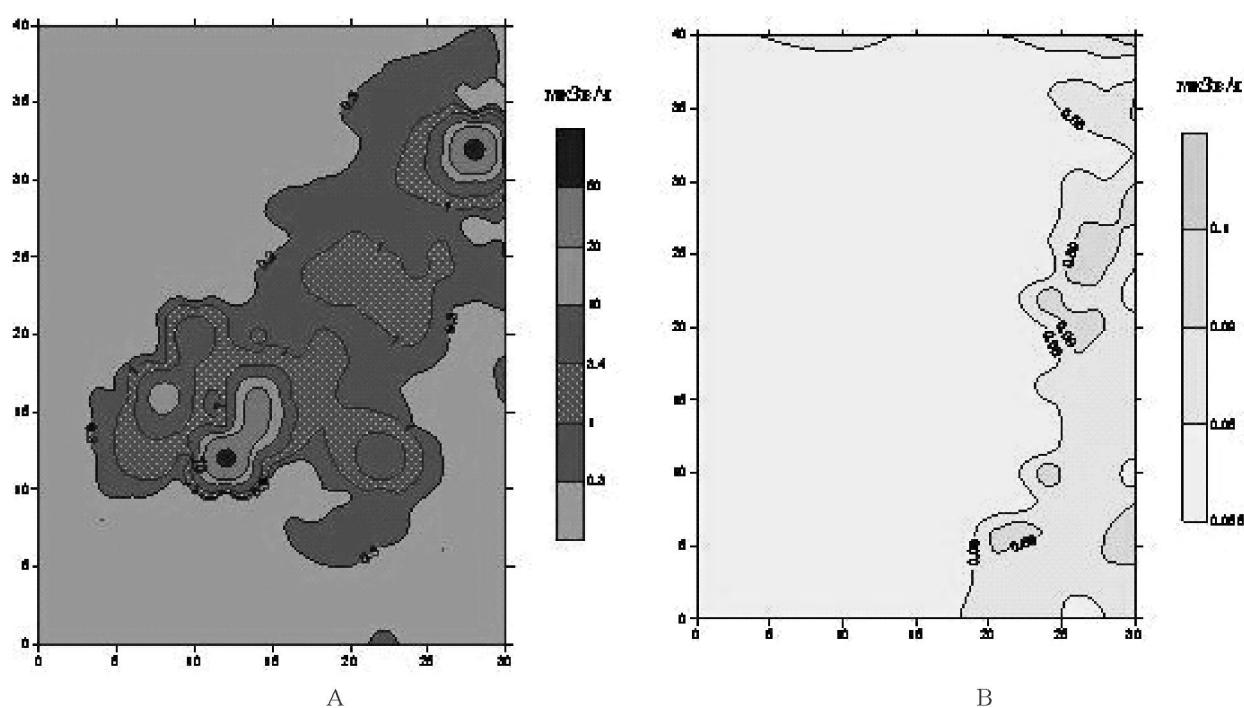


Рис. 3. Результаты гамма – съемки на контрольном участке №2 до проведения рекультивационных мероприятий (А) и после их проведения (В)

работ снижен до фоновых значений, характерных для окрестностей г. Актау (Рис. 2-В).

Второй этап рекультивационных работ на территории хвостохранилища КОШКАР-АТА проводился на участке №2. Контрольный участок №2 для проведения реабилитационного мероприятия выбран в южной части хвостохранилища КОШКАР-АТА и в западной части приповерхностного захоронения радиоактивных отходов (РАО).

Рекультивация участка произведена способом засыпки поверхности радиационно-чистым песчано-глинистым грунтом с толщиной засыпки 50 см.

С целью получения исходной информации о распределении гамма-активности произведена детальная радиометрическая съемка участка №2 (Рис. 4-А) по сети (5×5) м².

После проведения рекультивационных работ для оценки их эффективности произведена повторная гамма-съемка и отобраны пробы грунта с поверхности участка.

Анализ результатов проведенных работ показал, что гамма-поле в пределах контрольного участка № 2 до проведения рекультивационных работ характеризовалось повышенными значе-

ниями МЭД, достигающими до 50 мкЗв/ч. Наибольшие значения МЭД приурочены к шурфам и канавам, образованным в результате хищения местным населением радиоактивных металлоотходов. Данные гамма-спектрометрического анализа указывают на то, что МЭД определяется в основном, концентрацией радионуклида 226Ra.

Результаты повторной гамма-съемки после засыпки территории участка песчано-глинистым материалом показывают, что гамма-поле практически однородно и характеризуется значениями МЭД, не превышающими фоновый уровень для данного региона.

Незначительное повышение гамма- поля с восточной стороны участка объясняется влиянием не рекультивированной площади ПЗХРО.

Предварительные результаты оценки эффективности применяемого способа рекультивации путем отсыпки глинисто-песчаным грунтом свидетельствуют о значительном улучшении радиационных характеристик исследуемого участка № 2. Уровень гамма-фона в результате выполненных работ снижен до фоновых значений, характерных для окрестностей г. Актау.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kadyrzhanov K.K., Kuterbekov K.A., Lukashenko S.N., Gluschenko V.N., Kijatkina, N.G. Morenko V. S., Poleshko A.N.*
Natural radioactivity and radiation situation in Mangystau Oblast of Western Kazakhstan.//EURASIA, Nuclear Bulletin. Journal of Turkish Atomic Energy Authority (TAEK), ISSN: 0021-6061, 2005, No: 1, P. 17.
2. *Есенаманова М. и др.* Определение класса опасности хвостохранилищ по составу радиоактивной пыли // Промышленность Казахстана, № 04, 2004 г.
3. *Крисюк Э.М.* Радиационный фон помещений //М., Энергоатомиздат, 1989.
4. *Гусаров И.И.* О запитных эффектах действия малых доз ионизирующего излучения //АНРИ № 4, 2001.

Резюме

Маңғыстау облысындағы Қопқарата қалдықтар қоймасын зерттеу нәтижелері көлтірілген. ^{210}Pb изотопының көлемдік активтілігін және зерттелген сынамалардагы сиректопырактық және ауыр металдар концентра-

цияларын өлшеу нәтижелері ҚОШҚАРАТА қалдықтар қоймасына жанаса жатқан аумактарда көрсетілген элементтердің жоғары концентрацияларының бар екенін көрсетеді.

Қалпына келтіру шараларын жүргізу үшін бақылау телімдері ҚОШҚАРАТА қалдықтар қоймасының оңтүстік бөлігіндегі қалдықтарды тастау арнасына тікелей жақын жерден таңдалынып алынды. Бір бақылау телімі (№1) өлшемдері 100 x 80 м., екіншісі (№2) – өлшемдері 40 x 30 м., пішіні тік бұрышты аланқай болып табылады. Телімдер оңтүстік жағынан бұрын көмілген телімге таяу жатыр. №1-ші телімдегі және №2-ші телімдегі қалдықтар қоймасының ашылып қалған беттігінде бақылау телімдерін салу жүргізілді.

*Евразийский Национальный
Университет имени Л.Н. Гумилева,
г. Астана;
Институт Ядерной Физики
Национальный ядерный центр РК,
г. Алматы*

Поступила 03.12.2009 г.