25-летию закрытия Семипалатинского испытательного полигона посвящается...

Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г., Березин С.А., Лукашенко С.Н., Скаков М.К.

ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТ ПО ПРИВЕДЕНИЮ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

ТОМ I

г. Курчатов, 2016

25-летию закрытия
Семипалатинского испытательного
полигона посвящается...

Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г.,
Березин С.А., Лукашенко С.Н., Скаков М.К.

ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТ ПО ПРИВЕДЕНИЮ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

Том I

г. Курчатов, 2016

УДК 621:039 (035.3)
ББК 31.4
П 42

Рецензенты: **Мукашев Б.Н.** – академик НАН РК, д.ф.-м.н., профессор;
Градобоев А.В. – д.т.н., профессор;
Санжарова Н.И. – чл.-корр. РАН, д.б.н., профессор

Авторы: **Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г., Березин С.А., Лукашенко С.Н., Скаков М.К**.

Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние / Н.А. Назарбаев, В.С. Школьник, Э.Г. Батырбеков и др. - Курчатов, 2016. - 320 с.: Илл. 290.

ISBN 978-9965-675-93-5
Т.1. – 2016. – 320 с.: Илл. 290.
ISBN 978-9965-675-94-2

В первом томе представлены результаты комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние, которые были выполнены Национальным ядерным центром Республики Казахстан совместно с представителями Соединённых Штатов Америки и Российской Федерации в период с 1994 по настоящее время. В ходе работ была ликвидирована инфраструктура проведения ядерных испытаний, осуществлены масштабные мероприятия по снижению рисков распространения оружия массового поражения и предотвращению доступа к отходам ядерной деятельности, находящимся на территории полигона. Результаты работ по снижению рисков распространения получили высокую оценку, о чем было сказано в совместном заявлении Президентов Казахстана, России и США относительно сотрудничества на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне 27 марта 2012 года на Саммите по ядерной безопасности в Сеуле.

УДК 621.039 (035.3)
ББК 31.4

ISBN 978-9965-675-94-2 (Т. 1)
ISBN 978-9965-675-93-5 (общ.)

© Курчатов, РГП «Национальный ядерный центр РК» Министерства энергетики РК

От национальной трагедии — к национальной гордости!

Нурсултан Абишевич Назарбаев

Двадцать пять лет назад был закрыт Семипалатинский испытательный ядерный полигон. За 40 лет с 1949 по 1991 годы на территории Семипалатинского полигона было проведено 456 испытаний всех видов ядерного оружия, что привело к распространению радиации на большой территории. На тот момент площадь полигона составляла 18 300 кв. км, что соизмеримо с территориями таких государств, как Израиль или Словения.

После распада Советского союза на территории суверенного Казахстана оставалось значительное количество ядерного вооружения – стратегические ракеты с разделяющимися боеголовками, дальние бомбардировщики и соответствующие атомные и термоядерные заряды к ним. Весь этот смертоносный потенциал являлся четвёртым по мощности в мире.

Осознавая глобальную ответственность перед миром, Казахстан отказался от ядерного арсенала. Как показало время — мы приняли единственно правильное решение. Этот исторический выбор определил дальнейшую стратегию нашей страны в сфере глобальной безопасности.

С этого момента сохранение и укрепление режима нераспространения оружия массового уничтожения стало одним из приоритетных направлений во внешней и внутренней политике Казахстана.

Казахстан одним из первых среди стран СНГ присоединился к Договору о нераспространении ядерного оружия и Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

По нашей инициативе ООН объявила 29 августа — день закрытия полигона — Международным днем действий против ядерных испытаний.

Центральная Азия, после подписания пятью странами Семипалатинского Договора, объявлена зоной, свободной от ядерного оружия. Это первая безъядерная зона, созданная в Северном полушарии в регионе, где прежде существовало и испытывалось мощное ядерное оружие.

Очередным шагом на пути формирования Глобального антиядерного движения стало утверждение ООН по предложению Казахстана Всеобщей декларации о построении мира, свободного от ядерного оружия. Это стало свидетельством признания и поддержки международным сообществом вклада нашей страны в дело сокращения ядерных вооружений, укрепления глобальной стабильности и обеспечения равной и неделимой безопасности для всех.

Наряду с этим, огромным вкладом нашей страны в укрепление режима нераспространения, свидетельством признания нашей страны как надежного партнера, имеющего большой опыт обращения с ядерными материалами, стало создание Банка низкообогащенного урана МАГАТЭ на территории Казахстана. Банк является уникальным механизмом гарантированных поставок низкообогащенного урана государствам-членам МАГАТЭ на случай, если они не смогут получить его на мировом коммерческом рынке. В подписанном в 2016 году на Саммите по ядерной безопасности в Вашингтоне нашем совместном заявлении с лидерами ряда иностранных государств по Банку НОУ МАГАТЭ отмечено, что «Казахстан имеет прекрасный послужной список в отношении содействия ядерному нераспространению и международному миру».

Эти исторические акты продемонстрировали всему миру нашу приверженность миру, свободному от военной угрозы.

Однако мир становится другим, менее безопасным, возникают совершенно новые вызовы и угрозы. Растет обеспокоенность в связи с распространением ядерного оружия, войнами и конфликтами. И сегодня, когда мир стоит перед угрозой войны, Казахстан вновь подтверждает, что главными инструментами политики должны стать упрочение международной безопасности, развитие сотрудничества между государствами, урегулирование глобальных проблем и конфликтов путем переговоров. Мое новое обращение МАНИФЕСТ «МИР. XXI ВЕК» стало предложением миру сделать «решительные шаги в сторону демилитаризации», разработать новую ПРОГРАММУ «XXI ВЕК: МИР БЕЗ ВОЙНЫ». Снять угрозу глобальной войны можно, если активизировать процесс ядерного разоружения, искоренить войны, выстроить новую тенденцию развития на основе равного и справедливого доступа всех наций к инфраструктуре, ресурсам, рынкам. Только общими усилиями мы можем сделать решительный шаг к построению безъядерного мира.

Имея огромный опыт в деле нераспространения, важно, как никогда прежде, именно сегодня рассказать о нашем опыте сотрудничества, распространить практику использования энергии атома в мирных целях.

Широкомасштабная деятельность по ликвидации инфраструктуры и последствий испытаний ядерного оружия, конверсия бывшего военно-промышленного комплекса СИП на мирные цели, результаты научно-технического сотрудничества в сфере безопасной атомной энергии и радиоэкологии, новое понимание проблем Полигона — эти и другие работы, проведенные Национальным ядерным центром Республики Казахстан совместно с зарубежными партнерами США, России, Франции, Великобритании, Японии являются огромным достижением Казахстана в деле построения спокойного и безопасного мира, подтверждением выдающегося и уникального вклада Казахстана в дело нераспространения, который выражается не только в активной антиядерной позиции страны, но и в конкретных делах.

Сегодня с удовлетворением могу констатировать, что территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона полностью очищена от последствий ядерной деятельности инфраструктуры военно-промышленного комплекса СССР. Уже к 2000 году все штольни и скважины, которые предназначались для подземных взрывов ядерных зарядов, приведены в состояние, которое не позволит их использовать по назначению. На трёх испытательных площадках полигона сумели реализовать семь крупных проектов, результатом которых стала частичная реабилитация загрязненной территории и исключение доступа к отходам ядерной деятельности.

С целью противодействия распространению особо опасных материалов и технологий двойного использования проведена большая работа по выводу из эксплуатации реактора БН-350 и перемещению отработавшего ядерного топлива для долговременного хранения на реакторный комплекс «Байкал-1» Национального ядерного центра РК. В настоящее время этот материал находится под гарантией МАГАТЭ и не представляет угрозы с точки зрения распространения.

Полигон из источника военной угрозы стал объектом научных исследований. Обследовано уже более 50% территории полигона, проведено более 2 млн. полевых измерений и более 100 тыс. лабораторных исследований.

Главным средством противодействия распространению особо опасных ядерных материалов была и остается надежная система контроля и физической защиты. Поэтому на всех объектах СИП создана трехуровневая система физической защиты, обеспечивающая надежную охрану. Созданы надёжные физические барьеры, исключающие несанкционированный доступ к отходам ядерной деятельности на 44 объектах.

Таким образом, подводя итоги успешной 25-летней работы, можно отметить, что Казахстан показал положительный пример действенного международного сотрудничества по построению безопасного, стабильного и процветающего мира. Думаю, что мировое сообщество должно воспользоваться открывающейся возможностью применить наработанные и проверенные Казахстаном методы снижения глобальной угрозы,

укрепления режима нераспространения, проведения совместных научно-технических и опытно-конструкторских работ, эффективность которых проверена временем.

Считаю публикацию данной книги важным и своевременным событием. Основываясь на результатах исследовательских работ ученых и специалистов, получивших высокую экспертную оценку международных организаций, мир должен знать, каковы последствия применения ядерного оружия, сколько ресурсов потребуется для ликвидации этих последствий, какой урон может быть причинен земле, людям и окружающей среде. И это не голословные заявления, а итоги кропотливой научной работы, основные этапы и результаты которой представлены в данной книге.

Президент
Республики Казахстан Н.А. Назарбаев

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для Казахстана, который собственным опытом продемонстрировал всему миру силу открытости в вопросах ядерного разоружения и нераспространения, очень символично, что юбилей Независимости совпадает с 25-летием закрытия Семипалатинского испытательного полигона. За эти годы наше государство не только укрепило свой суверенитет, но и вошло в число самых миролюбивых государств. Несмотря на все трудности политического, социального и финансового характера, Президентом страны Нурсултаном Назарбаевым в 1991 году было принято единственно правильное решение о закрытии полигона. Это решение легло в основу антиядерной политики Независимого Казахстана – отказ от статуса ядерной державы, выведение стратегических наступательных вооружений с территории страны и ликвидация инфраструктуры ядерного оружия. С этого момента был взят курс на использование полигона в мирных целях. И уже 15 мая 1992 года Президент страны подписал Указ о создании Национального ядерного центра РК на базе Семипалатинского испытательного полигона и соответствующих научных организаций и объектов, расположенных на его территории.

Национальный ядерный центр приступил к решению сложных научных и практических задач по ликвидации последствий испытаний ядерного оружия на территории Казахстана, радиоэкологическим исследованиям, развитию атомной энергетики и другим. В настоящее время настало время подвести итоги многолетней работы, которые представлены в данной книге.

Для Республики Казахстан большое значение имеют результаты объективной оценки масштабов и степени радиоактивного загрязнения природной среды в период проведения на Семипалатинском испытательном полигоне ядерных испытаний в атмосфере и под землей, а также возможность развития существующего научно-технического потенциала для будущих задач.

Именно поэтому основной целью авторов является объективная оценка событий и работ, выполненных и выполняемых на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона в период после его закрытия, которые практически еще не освещены должным образом. Такая объективная оценка основывается на материалах официальных изданий, рабочих отчетов и документах, которые были использованы при подготовке данной монографии, посвященной в основном вопросам, связанным с обеспечением ядерной и радиационной безопасности, поддержанием режима нераспространения оружия массового уничтожения, ликвидацией инфраструктуры ядерных испытаний, передачей земель полигона в хозяйственный оборот, а также результатам исследований в обоснование безопасности атомной энергетики.

При подготовке материалов монографии использовались архивные данные, характеризующие основные события, которые происходили на полигоне в период проведения ядерных испытаний и различных ядерно-физических экспериментов, а также последние публикации из серии «Ядерные испытания СССР».

Монография состоит из предисловия, 13 глав, объединенных в 3 тома, заключения и приложений. В каждой главе представлен список использованных литературных источников.

В первом томе данной монографии представлены результаты комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние. Данный том состоит из трех глав, в которых даны сведения о создании и оборудовании испытательных площадок полигона, о содержании советских ядерных программ и проведенных испытаниях, о работах по ликвидации инфраструктуры проведения ядерных испытаний и их последствий, выполненных после закрытия полигона.

Во втором томе представлены современные данные о радиоэкологической ситуации на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, описываются современное состояние радиационной обстановки на основных радиационно-опасных объектах, радиоэкологическое состояние условно «фоновых» территорий полигона, радиоэкологическое состояние прилегающих территорий, дана оценка возможности и перспективы использования территории для промышленной и сельскохозяйственной деятельности.

В третьем томе представлены основные результаты научных работ и исследований, выполненных на экспериментальной научно-технической базе Национального ядерного центра, расположенной на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, в ходе которых решались задачи, связанные с вопросами сбора и хранения радиоактивных отходов и источников ионизирующего излучения, хранения отработавшего ядерного топлива, конверсией исследовательских реакторов и обоснованием безопасности атомной энергетики.

Представленные в книге результаты 25-летней работы являются выдающимся примером Казахстана по превращению Полигона из объекта военной угрозы в объект научных исследований. И в этом особая роль ученых и специалистов Национального ядерного центра, которые за свой вклад были отмечены государственными наградами и наградами других стран.

Авторы выражают глубокую признательность большому коллективу ученых и специалистов Национального ядерного центра и, в первую очередь, руководителям Центра на разных этапах – Батырбекову Г.А., Черепнину Ю.С., Тухватулину Ш.Т., Кадыржанову К.К., чья работа во многом способствовала сохранению и укреплению мирового статуса нашего государства как обладателя высоких ядерных технологий, выступающего в роли регионального лидера в области мирного использования атомной энергии.

ВВЕДЕНИЕ

Решение о создании Семипалатинского ядерного испытательного полигона было принято ЦК КПСС и СМ СССР. 21 августа 1947 года Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР была создана Горная сейсмическая станция (объект 905), которая в 1948 году была переименована в Учебный полигон Министерства Вооруженных Сил СССР, и затем в Государственный центральный научно-исследовательский испытательный полигон №2 (ГОСЦНИИП 2). Первые подразделения полигона (войсковая часть 52605) начали передислокацию в район сосредоточения 01 июня 1948 г.

На полигоне с 1947 года велись работы по подготовке к испытаниям. В 1949 году, одновременно с подготовкой объектов и сооружений к проведению ядерных испытаний, на берегу реки Иртыш началось строительство поселка (ныне город Курчатов), который впоследствии превратился в административный центр полигона.

Испытания ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, в период с 29 августа 1949 года по 19 октября 1989 года, можно разделить на 2 этапа:

1 этап – проведение ядерных взрывов в атмосфере в период 1949 –1962 годы.

2 этап – проведение подземных ядерных взрывов в период 1961 –1989 годы.

Подземные ядерные взрывы проводились как в вертикальных (133 взрыва в скважинах), так и в горизонтальных (215 взрывов в штольнях и штреках) выработках заложения взрывных устройств *(таблица 1.1)*.

Один подземный взрыв был проведен в рамках советско-американского эксперимента (SAE) в 1988 году как калибровочный с осуществлением контроля методом CORRTEX.

Помимо ядерных взрывов на полигоне выполнено 175 взрывов с применением химических взрывчатых веществ. Из них 44 заряда – весом более 10 тонн, которые были выполнены на поверхности земли и могли приниматься посторонними наблюдателями за ядерные.

Последним этапом деятельности Семипалатинского испытательного полигона (СИП) следует считать период с 1989 по 1991 гг. В 1989 году была проведена заключительная серия взрывов, состоящая из 7 подземных ядерных испытаний. С 1989 года на территории полигона не произведено ни одного взрыва ядерного устройства.

29 августа 1991 года Указом Президента Республики Казахстан № 409 Семипалатинский испытательный ядерный полигон был закрыт.

15 мая 1992 года, на базе комплекса бывшего Семипалатинского испытательного полигона и соответствующих научных организаций и объектов, расположенных на территории Республики Казахстан, Указом Президента Республики Казахстан № 779 создан Национальный ядерный центр Республики Казахстан (НЯЦ РК). В состав НЯЦ РК вошли расположенные в городе Курчатове Институт атомной энергии, Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований и Региональный лечебно-диагностический центр, а также Институт ядерной физики, находящийся в поселке Алатау (вблизи г. Алматы).

Таблица 1.1. *Основные характеристики ядерных испытаний, проведенных в 1949-1989 гг. на Семипалатинском полигоне*

Вид испытания	Количество испытаний (взрывов)	Тротиловый эквивалент, Мт	Количество радионуклидов, выброшенных в атмосферу в период испытаний, МКи		
			^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239,240}Pu$
Наземные	30	0,6	0,056	0,035	0,006
Воздушные	86	6,0	0,200	0,120	0,020
Подземные в том числе: в штольнях, в скважинах	340 (500) 212 (307) 128 (193)	11,1	~0,020	~0,010	~0
ИТОГО	**456 (616)**	**17,7**	**~0,28**	**~0,17**	**~0,026**

Примечания:
1. При подземных взрывах количество испытаний не равно числу взорванных ядерных зарядов, т.к. в одном испытании часто одновременно подрывалось несколько (до пяти) ядерных зарядов.
2. В общее количество подземных ядерных испытаний включено 7 испытаний (9 взрывов), осуществленных в интересах народного хозяйства для отработки технологических задач и самих промышленных зарядов с минимальным энерговыделением за счет реакции деления (до 5 %).

Полигон стал собственностью нового независимого государства – Республики Казахстан. Войсковая часть 52605, проводившая работы на полигоне, выведена в Россию, и территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона передана в ведение Национального ядерного центра Республики Казахстан.

Период с 1992 по 1994 гг. можно назвать периодом перехода от разрушения всех структур полигона к созданию на его территории научной базы, основным звеном которой стал НЯЦ РК. С созданием этого центра на полигоне начали решать новые весьма сложные задачи, связанные с оценкой последствий его деятельности, а также с поиском возможностей использования его территории в народнохозяйственных целях. Одним из важнейших и первоочередных этапов явились работы по ликвидации инфраструктуры ядерного оружия.

ГЛАВА 1. СОЗДАНИЕ, ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЗАКРЫТИЕ

Главное требование, которым руководствовались при выборе места для строительства испытательного ядерного полигона, заключалось в том, чтобы это был практически безлюдный район, обширный по площади и без сельскохозяйственных угодий. Кроме того, этот район должен был иметь поблизости хотя бы минимум транспортных артерий, а также возможность обустройства на его территории местной взлетно-посадочной полосы для приема транспортных самолетов, поскольку предстояло, кроме перевозки большого количества грузов, наладить постоянно действующую оперативную связь [1, 2]. По предварительным расчетам диаметр необходимой для полигона территории должен был составлять не менее 200 км. После долгих поисков, с учетом главного требования, такой район был найден в степях Семипалатинской области Казахстана.

1.1 Общие сведения о территории полигона

География. Район Семипалатинского испытательного полигона располагается в левобережье реки Иртыш на стыке трех областей: Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской и занимает площадь примерно 18300 квадратных километров.

Город Курчатов расположен от Семипалатинска в 120 км вниз по течению реки Иртыш и связан с ним железной и автомобильной дорогами. Территория полигона простирается от реки Иртыш в юго-западном направлении на 180 км.

Гидрология. Располагаясь в восточной части Казахского мелкосопочника в условиях засушливого климата, район полигона не имеет рек с постоянным течением, кроме реки Иртыш, которая ограничивает территорию полигона с северо-востока. Среди мелкосопочника отмечаются долинообразующие понижения, с которыми связано большое количество солончаков, солёных озер, сухих русел мелких рек и пересыхающих рек. Наиболее крупными из них являются Тундык на западе и Шаган с притоком Ашысу на востоке территории полигона. Паводковые воды реки Шаган достигают Иртыша, а река Тундык впадает в соленое бессточное озеро.

Геоморфология. Геоморфологические элементы сменяют друг друга в направлении с северо-востока на юго-запад. Основным морфообразующим элементом, определяющим общий геоморфологический план, является Кулундинская равнина с долиной реки Иртыш, переходящая через денудационную равнину в направлении на юго-запад в Казахский мелкосопочник с холмисто-грядовыми и конусовидными формами рельефа. В восточном направлении Казахский мелкосопочник сменяется горными образованиями Алтай-Тарбагатайской складчатой страны. На юго-западе территории выделяется низкогорье, среди которого отмечаются горные массивы с высотными отметками, превышающими 1000 метров. Высотные отметки уменьшаются в направлении долины реки Иртыш до 200 и менее метров.

Климат. Среднемесячные температуры июля от +19 до +22 и января от -14 до -18 градусов по Цельсию характеризуют климат в регионе как резко континентальный. В то же время здесь наблюдается смена климатических поясов от сухого (вдоль долины реки Иртыш со средними годовыми температурами от +0,6 до +5 градусов по Цельсию и среднегодовым количеством осадков 250-300 мм) до умеренно-влажного (в горном обрамлении региона, где среднегодовые температуры меняются от +1 до -4 градусов по Цельсию, а среднегодовое количество атмосферных осадков достигает 400-600 мм). Максимум атмосферных осадков выпадает в мае – июне и октябре – ноябре. Очень сложна картина распределения направлений и силы ветра в регионе. Часто отмечается перемена направления и скорости ветра даже в течение одного дня. Тем не менее, можно отметить, что зимой и осенью преобладают ветры юго-восточного, реже западного, направления при средней скорости 4-5 м/с, а летом – северного направления при средней скорости 3-4 м/с.

Почвы. На площади полигона зональность почв заметно выражена и подчинена геоморфологической и климатической зональности с изменчивостью в юго-западном направлении. Каштановые и светло-каштановые почвы долины реки Иртыш сменяются в направлении Казахского мелкосопочника солонцами с каштановыми солонцеватыми почвами, а затем каштановыми и светло-каштановыми малоразвитыми и неполно развитыми щебнистыми образованиями с участками низкогорных каштановых почв.

Ландшафт. Территория полигона представлена равнинным ландшафтом сухостепного и полупустынного типа. В пределах равнины выделяется несколько ландшафтных зон, характер которых также обусловлен геоморфологической и климатической зональностью. Вдоль реки Иртыш располагается равнина с разнотравной типчаково-ковыльной растительностью. Долина реки Шаган представлена аллювиально-пролювиальной равниной с кустарниково-полынно-злаковой растительностью. Далее в юго-западном направлении денудационная холмистая равнина с кустарниково-тырсово-ковыльной растительностью сменяется мелкосопочником.

Население. Район полигона характеризуется крайне редким населением – менее 1 человека на квадратный километр. Непосредственно на площади полигона постоянных поселений нет. В 30-60 километрах от границ полигона имеется несколько поселков, население которых не превышает 10 000 жителей. Основное занятие сельского населения – животноводство. Крупные промышленные центры отстоят от границ полигона на 100-200 километров.

1.1.1 Особенности геологического строения района

Геологическое строение района полигона весьма сложно и изучено менее детально, по сравнению с окружающими территориями, из-за меньшей доступности площади для изучения на протяжении значительного периода деятельности полигона.

Тектоника. Сложность геологического строения региона определяется положением его в области сочленения двух крупных разновозрастных складчатых систем: Чингиз-Тарбагатайской - каледонской и Зайсанской – герцинского возрастов. Названные складчатые системы разделяются мощным Калба-Чингизским разломом, выраженным в виде зоны разрывных структур шириной от первых сотен метров до первых километров. Калба-Чингизский разлом является областью интенсивных тектонических движений на протяжении всей геологической истории региона. Кроме Калба-Чингизского в отложениях обеих складчатых систем отмечается целый ряд крупных разломов, ориентированных, в основном, в северо-западном направлении и разделяющих структуры с различной геологической историей. Наиболее крупным из них является Главный Чингизскии разлом.

Структуры и литология. Наиболее крупной и наиболее древней структурой в регионе является Чингиз-Тарбагатайский антиклинорий, занимающий всю центральную часть площади полигона. Породы антиклинория представлены яшмо-диабазовой, андезитодиабазо-базальтовой, вулканогенно-терригенной формациями кембрия карбонатно-терригенными, вулканогенно-терригенными и континентальными терригенными отложениями силура-ордовика. Кембрийская формация слагается базальтовыми и диабазовыми порфиритами, спилитами и горизонтами андезито-базальтов, красно-бурых яшм, глинистых алевролитов, реже песчаников, известняков, конгломератов. Отложения формации силура-ордовика, в основном, представлены кремнистыми, известково-кремнистыми алевролитами, кварц-полевошпатовыми песчаниками, а также андезито-дацитовыми и андезитовыми пор-фиритами, их туфами и лавобрекчиями.

Главный Чингизский разлом отделяет от Чингиз-Тарбагатайского ангиклинория другую крупную структуру – Абралинский синклинорий, отложения которого слагают юго-западную часть региона. Здесь более распространены породы формации силура-ордовика и менее – кембрийской формации. По вещественному составу кембрийские отложения Абралинского синклинория аналогичны породам кембрийской формации Чингиз-Тарбагатайского антиклинория. Отложения силура-ордовика выполняют осевую часть Абралинского синклинория и представлены туфами и лавами андезитовых, базальтовых порфиритов с прослоями песчаников, алевролитов, конгломератов.

В северо-восточной части территории полигона, примыкая к Чингиз-Тарбагатайскому мегаантиклинорию, располагается Жарминский синклинорий и Чарская складчатая зона, сложенные осадочными и осадочно-вулканогенными породами среднего, верхнего девона (андезитовые порфириты и их туфы, песчаники, алевролиты, яшмы, базальтовые порфириты) и карбона (полимиктовые и кварц-полевошпатовые песчаники, конгломераты, гравелиты, углисто-глинистые, углисто-кремнистые и кремнистые алевролиты, известковые песчаники, известняки).

В результате интенсивных тектонических движений отложения обеих складчатых систем смяты в разнообразные, часто в крутые, складки с многочисленными разрывными нарушениями и проявлениями интру-

зивной деятельности, что привело к формированию блоков пород преимущественно северо-западной ориентировки с анизотропией физико-механических свойств.

Магматизм. Район характеризуется широким развитием эффузивного и интрузивного магматизма. Интрузивный магматизм наиболее проявлен в пределах Чингиз-Тарбагатайского антиклинория, где сформированы крупные массивы (до 2,5 тысяч квадратных километров) силурийского, девонского и пермского возрастов. Представлены они широким рядом пород от габбро до граносиснитов, а в основном, это граниты и гранодиориты.

Покровные отложения. В северо-восточной части района палеозойские образования перекрываются неоген-четвертичными и палеогеновыми песчано-глинистыми отложениями южной краевой части Прииртышской впадины и повсеместно – четвертичными суглинками и песками. Мощность четвертичных отложений в понижениях рельефа достигает 10-20 метров, мощности неоген-палеогеновых горизонтов возрастают в северо-восточном направлении (вглубь Прииртышской впадины) до десятков и сотен метров.

1.1.2 Гидрогеология

Район Семипалатинского полигона находится в области распространения пресных и солоноватых вод с минерализацией до 3 г/л, реже – больше. Подземные воды региона делятся на напорные воды неоген-палеогеновых отложений, грунтовые воды четвертичных и трещинно-жильные воды палеозойских образований.

Напорные воды. Северо-восточная часть региона является южной окраиной Ишим-Иртышского артезианского бассейна, ограниченного на юге Казахским мелкосопочником, а на востоке – Алтай-Тарбагатайской горной складчатой областью. Палеоген-неогеновые и неоген-четвертичные отложения с пластовыми напорными водоносными горизонтами слагают район долины реки Иртыш, языками налегая на палеозойские образования и выполняя долины рек Тундык и Шаган. Водоносные горизонты палеогеновых отложений представлены мелкозернистыми песками мощностью от 5 до 30 метров, залегающими на глубинах до 50-60 метров. Дебит скважин достигает 10-20 л/с. Воды, в основном, пресные, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые с минерализацией до 1 г/л. В неоген-четвертичных отложениях песчано-гравийные водоносные горизонты мощностью до 10-25 метров залегают на глубинах до 30-40 метров и имеют дебиты скважин до 2-15 л/с. Воды пресные (0,5 г/л), гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого состава.

Трещинно-жильные воды. Палеозойские образования на обнажённых участках, особенно в юго-западной части площади, характеризуются довольно широким распространением трещинно-жильных вод гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 1 г/л. Дебиты родников достигают 0,2-0,5 л/с. Основные области питания подземных вод располагаются в зонах горного обрамления региона. Общее направление потока подземных вод – северо-восточное, вглубь Ишим-Ир-

тышского артезианского бассейна. Местными же очагами разгрузки и дренирования являются небольшие озёра и восходящие источники в понижениях рельефа, которые, вследствие испарительных процессов, часто превращаются в солонцы.

Грунтовые воды. Четвертичные отложения, вмещающие горизонты грунтовых вод, распространены по всей площади региона и содержат горизонты песков мощностью до 10-15 метров с пресными водами и дебитами до 1 л/с.

1.2 Основные этапы строительства и оборудования полигонных объектов

С момента первых геодезических изысканий в выбранном районе начался второй период создания ядерного щита СССР, хотя определение момента, естественно, – условно, поскольку подготовка к испытанию первого ядерного заряда началась фактически одновременно с разработкой самого заряда. В соответствии с Постановлением Совета Министров СССР и ЦК КПСС, вышедшего в августе 1947 г., полигон стал именоваться «Горная сейсмическая станция (ГСС) – «Объект-905» для натурных испытаний ядерного оружия».

Проектные работы по оборудованию Опытного поля полигона, а также других объектов, необходимых для успешного его функционирования, выполнялись по техническим заданиям Института химической физики в специальном проектном институте Первого главного управления (ПГУ) при Совете Народных Комиссаров – ГСПИ-11. В ИХФ работали такие выдающиеся ученые, как Д.А. Франк-Каменецкий, Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, А.Ф. Беляев, А.Я. Апин, Б.М. Степанов и другие.

В соответствии с проектом полигон должен был представлять собой сложную разветвленную структуру со всеми необходимыми элементами жизнеобеспечения, с отвечающей требованиям того времени научно-технической базой, с большим количеством зданий и сооружений, расположенных на различных площадках полигонной территории. Работы по строительству полигона были начаты инженерными войсками Вооруженных Сил. Первая группа строителей – офицеры 36-го Управления оборонительного строительства – прибыла в безлюдную степь на территорию будущего полигона в сентябре 1947 г. Формирование воинских частей, проведение изыскательских работ и проектирование объектов полигона – все это осуществлялось одновременно.

В 1948 г. «Объект-905» был переименован и получил название Учебный полигон № 2 Министерства Вооруженных Сил СССР, позже он стал называться ГосЦНИИП-2 – Государственный центральный научно-исследовательский испытательный полигон № 2, а затем Семипалатинский испытательный полигон (СИП).

Полигон подчинялся непосредственно Спецотделу Генштаба Вооруженных Сил. Следует отметить, что к проектированию объектов полигона привлекались различные специализированные организации. Так, возведение технологических и приборных сооружений на Опытном поле, обустройство

площадок для размещения подопытных животных, создание системы энергоснабжения приборных сооружений, лабораторий и комплекса жилого городка, энергообъектов, водоснабжения и строительство дорог – весь этот комплекс работ выполнял специальный проектный институт в Ленинграде (ГСПИ-11). Опытные фортификационные сооружения проектировало специальное проектно-конструкторское бюро Инженерных войск, аэродромные сооружения – Центральный проектный институт ВВС.

Руководство работами на площадках полигона, приемку к эксплуатации сооружений осуществляли командование полигона и его подразделения. Первым начальником полигона был назначен гвардии генерал-лейтенант артиллерии Рожанович Петр Михайлович, командовавший в годы Отечественной войны артиллерийским корпусом.

Участники ядерных испытаний знают, что полигон являлся крупным и сложным объектом, включавшим в себя три основные зоны: Опытное поле, штабную площадку и административный центр. Опытное поле, на котором были размещены различные испытательные площадки и приборные сооружения, представляло собой, как можно видеть, почти правильный круг диаметром 20 км. Вокруг Опытного поля располагалась зона безопасности площадью около 45 тыс. кв. км. На расстоянии 14 км от центра Опытного поля в северо-восточном направлении была обустроена площадка «Ш» (штабная площадка) *(рисунок 1.1.)*, которая предназначалась для временного размещения испытателей, выдачи средств индивидуальной защиты, дозиметров, проведения санитарной обработки и дезактивационных работ.

На берегу реки Иртыш, на расстоянии примерно 60 км на северо-восток от Опытного поля, одновременно со строительством площадок для испытаний началось возведение жилого и административного центра полигона (площадка «М»), который в последующем стал городом Семипалатинск-21, а в настоящее время – это город Курчатов. На одной из окраин жилой зоны начала возводиться площадка «А», впоследствии ставшая военным городком, где размещались многочисленные воинские части со складами, автопарками и другими необходимыми для их деятельности объектами. На окраине жилой зоны, по дороге на Опытное поле, было начато строительство площадки «О» – опытно-научной части полигона (сектор № 5) с лабораторными корпусами. В настоящее время на этой территории находится Национальный ядерный центр Республики Казахстан и его филиал - Институт радиационной безопасности и экологии, который входит в состав НЯЦ РК. Недалеко от площадки «О» был построен полевой аэродром с грунтовой взлетно-посадочной полосой, на котором стали базироваться самолеты транспортной авиации и вертолеты.

На площадке «М» на берегу реки Иртыш было построено здание штаба полигона, двухэтажный коттедж для начальника полигона, в котором всегда в период пребывания на полигоне останавливался Л.П. Берия со своей охраной, Дом офицеров, гостиницы и другие объекты жизнеобеспечения солдат, офицеров и их семей, а также участников испытаний.

В период проведения ядерных испытаний и в атмосфере, и под землей центральной зоной полигона всегда оставалась площадка «М» – город Курчатов, поскольку это было место расположения руководства поли-

Рисунок 1.1. *Схема расположения объектов Семипалатинского испытательного полигона*

гона, опытно-научной базы, жилого и казарменных комплексов. Общая площадь города составляла 3200 га.

Около Опытного поля по восточному его радиусу была оборудована площадка «Н», откуда хорошо просматривались сооружения Опытного поля, поэтому на этой площадке было решено обустроить командный пункт (КП), а также разместить некоторые объекты разработчиков ядерного заряда.

Научное руководство всеми вопросами по подготовке полигона к испытаниям ядерного оружия, начиная с 1948 г., осуществлял заместитель директора ИХФ Академии наук СССР Михаил Александрович Садовский.

В суровые месяцы зимы 1947-1948 гг. численность военных строителей (ОУС-310) превышала 9000 человек. Принципиальная схема организации строительства и размещения ряда подсобных баз и мастерских выглядела следующим образом:

- базовый склад располагался на окраине г. Семипалатинска вблизи станции Жана-Семей, на которую прибывали составы с оборудованием, готовыми конструкциями, материалами, продовольствием и др. Там же были построены подсобные цехи по изготовлению арматуры и опалубки, столярных изделий и шлакоблоков, что позволяло привлекать из Семипалатинска квалифицированных рабочих;
- база механизации, ремонтные мастерские, автобаза и само управление строительством размещались в зоне жилого строительства полигона (площадка «М»);
- установки для приготовления бетона и строительного раствора монтировались на каждой площадке полигона;
- предусматривалось использование судоходной реки Иртыш для транспортирования крупногабаритных конструкций и тяжелых грузов из базового склада на площадку «М», где были установлены причальные и разгрузочные приспособления;
- круглогодично в любую погоду основные грунтовые дороги поддерживались в проезжем состоянии, что требовало значительных усилий со стороны строителей.

Большой объем работ, связанный со строительством сложных и разнообразных сооружений, отсутствие поблизости производственной базы и квалифицированной рабочей силы делали поставленную перед руководством полигона и строителями задачу чрезвычайно трудной. Условия работы строителей были очень тяжелые, особенно в первую зиму 1947-1948 гг. Решение всех вопросов нужно было начинать буквально с нуля. Бескрайние пустынные степи, открытые ураганным ветрам и свирепым буранам зимой, суховеи и пыльные бури летом, резкая смена погоды и температуры, недостаток качественной питьевой воды, особенно на Опытном поле, где работало до 50 % строителей, полное отсутствие вблизи всех объектов (площадок) полигона магистральных дорог, линий электропередач и связи существенно снижало темпы строительства.

Зимой немало солдат и офицеров обмораживалось, были случаи ампутации пальцев рук и ног. Почти два года солдаты и офицеры размещались в палатках и землянках. На всех площадках строители работали в две и три смены. Одним словом, условия жизни мало чем отличались от фронтовых: такие же землянки, походное однообразное котловое питание, вещевые и продовольственные аттестаты, отрыв от семьи, строгие условия режима. На каждом письме ставился штамп «Проверено военной цензурой». Поэтому строительство полигона, на которое в твердых довоенных ценах было затрачено 183 млн. рублей, можно без колебаний поставить в ряд народных подвигов.

С наступлением весны 1948 года строительство развернулось одновременно на всех площадках полигона, и темпы работ существенно возросли. Особенно ускорилось строительство крупных сооружений на Опытном поле – основном объекте полигона.

Очень напряженными были летние месяцы 1949 года. На Опытном поле заканчивалось строительство всех сооружений, и одновременно шел монтаж оборудования, приборов. Командование полигона заканчивало формирование подразделений и обучение личного состава правилам эксплуатации приборных сооружений. Кроме того, оно обязало специалистов-эксплуатационщиков контролировать строительство различных сооружений, а также участвовать в предварительной их приемке от строителей и опробовании технологических систем, оборудования и т.д.

Для определения безусловной готовности испытательных площадок к назначенному сроку испытаний (август 1949 г.) на полигон прибыла комиссия во главе с руководителем Спецотдела Генерального штаба А.А. Осиным. Комиссия совместно с Отделом капитального строительства и руководством строителей (ОУС-310) пересмотрела объем работ по строительству первоочередных сооружений и определила твердый пусковой минимум. Были сокращены объемы строительства казарменных помещений, жилых зданий, ограничились созданием дорог без твердых покрытий (грунтовых), а также были приняты другие упрощения и ограничения. Видимо, в этой конкретной обстановке такое решение было оправданным. Пусковой минимум утвердил находившийся в то время на полигоне Маршал инженерных войск М.П. Воробьев. Он установил твердый график и очередность сдачи сооружений заказчику, в первую очередь это касалось сооружений Опытного поля.

На момент закрытия Семипалатинский испытательный полигон являлся сложным научно-исследовательским комплексом. Структурно он состоял из следующих объектов:

«Опытное поле» (П) – площадка на северо-западе полигона с общей площадью около 300 км². Использовалась для проведения испытаний ядерных зарядов в атмосфере (воздушные и наземные взрывы). Основные работы проводились в интересах совершенствования ядерного оружия, исследований аварийных режимов работы ядерного оружия, а также исследований поражающих факторов ядерного оружия;

«Дегелен» (Д) – площадка на юге полигона для проведения подземных испытаний в штольнях (горизонтальных горных выработках), в границах горного массива Дегелен общей площадью 331 км². Использовалась, как правило, для проведения испытаний небольшой мощности (не более десятков килотонн) в интересах совершенствования ядерного оружия, исследований аварийных режимов работы ядерного оружия, а также с целью решения вопросов материаловедения, радиационной стойкости материалов, изучения вопросов взаимодействия излучения с веществом, отработки методик регистрации параметров ядерного взрыва и т.д.;

«Балапан» (Б) – опытная площадка на юго-востоке полигона на левобережье реки Чаган. Общая площадь площадки – 100 км². Использовалась для проведения подземных испытаний в скважинах (вертикальных

горных выработках) мощностью до 120 кт и отдельных единичных испытаний мощностью до 150 кт. Основные работы на этой площадке проводились в интересах совершенствования ядерного оружия;

«Сары-Узень», «Муржик» (С) – площадка в степи на юго-западе полигона. Общая площадь – 500 км². Использовалась для проведения подземных испытаний в скважинах;

«Телькем» (Т) – площадка на юге полигона. Использовалась для проведения подземных испытаний в скважинах;

Площадка «10» – реакторный комплекс «Байкал» (об.300);

Площадка «Ш» – реакторный комплекс ИГР (об.100).

Жилые поселки и технические комплексы для обслуживания и хранения техники:

Пункт «М» – город Курчатов, бывший административно-хозяйственный центр СИП, место расположения опытно-научной части;

Пункт «Г» – базовый поселок испытателей, горных и строительно-монтажных организаций, обеспечивающих работы на площадке «Дегелен»;

Пункт «Новый Балапан» – базовый поселок испытателей, буровых и строительно-монтажных организаций, обеспечивающих работы на площадке «Балапан»;

Пункт «Ш» – жилой поселок для размещения участников атмосферных испытаний на Опытном поле и персонала реакторного комплекса ИГР;

Жилой поселок персонала реакторного комплекса «Байкал»;

Пункт «Н» – комплекс стационарных сооружений для размещения измерительной аппаратуры и аппаратуры управления для проведения испытаний в атмосфере;

Технические комплексы для сборки и хранения ядерных зарядов были расположены в пунктах «М», «Г», «Новый Балапан» и «Н»

Аэродром – в пункте «М» (г. Курчатов).

Полигон имел развитую инфраструктуру: железную дорогу, соединяющую город Курчатов с городом Семипалатинском и площадкой «Балапан», сеть асфальтированных дорог, водоводов, линий электропередачи и связи.

1.3 Основные испытательные площадки и объекты

Наземные и воздушные испытания проводились на территории площадки «Опытное поле» [3].

Подземные ядерные испытания, первое из которых было проведено 11.10.1961 г. и последнее – 19.10.1989 г., осуществлялись в основном на трех рабочих площадках полигона:

- площадка «Дегелен», общая площадь которой в границах горного массива Дегелен составляла 33100 га, использовалась для проведения подземных взрывов в штольнях (горизонтальных горных выработках);
- площадка «Балапан» общей площадью около 100000 га использовалась для проведения подземных взрывов в скважинах;

- площадка «Сары-Узень» («Муржик») – это была вспомогательная площадка для проведения подземных взрывов в скважинах.

1.3.1 Испытательная площадка «Опытное поле»

Опытное поле было первой испытательной площадкой Семипалатинского полигона и предназначалось для проведения наземных и атмосферных испытаний в период с 1949 по 1962 годы. Площадка представляла собой равнину диаметром примерно 20 км, окруженную с трех сторон – южной, западной и северной – невысокими горами. На востоке этой своеобразной долины находились небольшие холмы [4]. Площадь Опытного поля составляла около 300 км^2, периметр – 64 километра (*рисунок 1.2*). Первое испытание ядерного устройства на этой площадке было проведено 29 августа 1949 года в 07 часов утра местного времени. 12 августа 1953 года было испытано первое термоядерное устройство, 22 ноября 1955 года – водородная бомба.

Опытное поле представляло собой крупномасштабный комплекс инженерно-строительных сооружений, предназначенных для проведения испытаний и регистрации параметров ядерного взрыва в усло-

Рисунок 1.2. *Площадка «Опытное поле» (атмосферные ядерные взрывы)*

виях натурного эксперимента. До настоящего времени сохранились отдельные фрагменты приборных и фортификационных сооружений со следами от воздействия ядерного взрыва. В центре Опытного поля расположено место проведения ряда испытаний, в том числе и самого первого – эпицентр. Первое ядерное устройство было размещено на 30-метровой железной вышке. Мощность ядерного заряда в пересчете на эквивалент обычного взрывчатого вещества (тринитротолуола) составляла 20 килотонн. В дальнейшем в этом же месте были проведены еще 2 испытания – 24 сентября 1951 года и 12 августа 1953 года.

Последнее ядерное испытание на площадке было проведено 24.12.1962 г. – это был наземный взрыв мощностью всего 28 тонн ТЭ, произведенный в интересах исследования возможных аварийных режимов, которые могут возникать при использовании ядерного оружия. Кроме ядерных испытаний, на Опытном поле проводились и модельные неядерно-взрывные (гидроядерные и гидродинамические) эксперименты. Последнее такое испытание было осуществлено 12.08.1965 г. на технической площадке П-2Г Опытного поля. В последующем все гидроядерные эксперименты были перенесены на другие площадки [5, 6]. Так фактически было прекращено использование Опытного поля для проведения на нем различных ядерных экспериментов. Схема расположения основных испытательных площадок Опытного поля и условные координаты представлены ниже *(рисунок 1.3, таблица 1.2)*.

Следует отметить, что с самого начала функционирования Опытного поля его территория была ограждена проволочными заграждениями и охранялась личным составом четырех рот, объединенных в специальный батальон охраны. Вокруг поля по его периметру располагалось 12 застав, около каждой находился постоянный пост. В дневное время охрана осуществлялась с двух наблюдательных вышек, куда была протянута телефонная связь и установлены полевые телефоны. В ночное время в обе стороны от заставы выходили парные патрули, которые обязаны были, внимательно наблюдая за проволочным ограждением, пройти до границы с соседней заставой и обменяться там жетонами с патрулями этой заставы. Контроль за работой патрулей осуществляли офицеры рот. Около застав имелась круговая оборона с вырытыми в полный рост траншеями. Все солдаты и офицеры жили в землянках [2,8].

Таблица 1.2. *Условные координаты испытательных площадок Опытного поля [7]*

Координаты	Количественная характеристика координат площадок относительно П5, км						
	П5	П1	П2	П3	П6А	П7	Н
x	0	4,2	4	-2,3	11,5	5,7	14
y	0	-2,2	-9	-4,2	-8	-8,6	-1,6

Сведения о масштабах и степени радиоактивного загрязнения регионов, находящихся в зоне влияния ядерных испытаний, стали доступны только в начале 90-х годов [9, 10 и др.].

Сохранившиеся на Опытном поле следы выпадений из образовавшегося после взрыва радиоактивного облака являются площадными источниками ионизирующих излучений. На этих следах оборудованы площадки для калибровки радиометрических приборов авиационного базирования, используемые для исследований в области охраны окружающей среды в Республике Казахстан и странах СНГ.

Всего на Опытном поле было проведено 30 наземных и 86 воздушных ядерных взрывов.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- *испытательные площадки;*
- *приборные сооружения;*
- I *- северо-восточная линия приборных сооружений;*
- II *- юго-восточная линия приборных сооружений;*
- *- ограждение опытного поля.*

Рисунок 1.3. *Основные испытательные площадки и приборные сооружения Опытного поля*

1.3.2 Испытательная площадка «Дегелен»

На площадке «Дегелен», расположенной в одноименном горном массиве, подземные испытания проводились в горизонтальных горных выработках – штольнях *(рисунок 1.4)*.

В горном массиве Дегелен к 1991 году была построена 181 штольня с поперечным сечением от 9 до 25 квадратных метров и длиной от 300 и более метров. Ядерные испытания были проведены в 163 выработках.

Ядерный заряд размещался в конце штольни в специально оборудованном боксе. Для предотвращения выхода продуктов деления на дневную поверхность в штольне сооружался специальный забивочный комплекс, представляющий собой сочетание цементных пробок и щебеночной засыпки. Контрольно-измерительная аппаратура размещалась или внутри штольни, или на припортальном участке перед входом в штольню.

Рисунок 1.4. *Горный массив Дегелен (подземные ядерные взрывы в штольнях)*

Всего в штольнях горного массива Дегелен в период с 1961 года по 1989 год было проведено 213 ядерных испытаний (295 подземных ядерных взрывов).

1.3.3 Испытательная площадка «Балапан»

На площадке «Балапан» проводились подземные ядерные взрывы в скважинах *(рисунок 1.5)*. Скважина – это вертикальная выработка, частично имеющая обсадку трубами различного диаметра, ниже – открытый ствол диаметром до 900 мм и реже более. Глубина скважин изменялась от 240 до 500-600 метров.

Рисунок 1.5. *Площадка «Балапан» (подземные ядерные взрывы в скважинах)*

Испытываемый заряд опускался в нижнюю часть скважины на специальной спускной колонне. Одновременно с зарядом в скважину опускалась приборная подвеска с датчиками измерения параметров взрыва. Контрольно-измерительная аппаратура располагалась на поверхности в передвижных комплексах на безопасном удалении от боевой скважины.

После спуска заряда производилась забойка скважины на всю глубину. Конструкция забивочного комплекса представляла собой сочетание силовых и технологических элементов: цементных пробок и участков щебеночной засыпки.

В 1965 г. на площадке «Балапан» в месте слияния рек Чаган и Ащи-Су в результате выброса грунта при подземном ядерном взрыве мощностью 140 кт ТЭ было образовано искусственное водохранилище, названное местным населением «Атомное озеро» [2].

В соответствии с Договором между СССР и США «Об ограничении подземных испытаний ядерного оружия от 03 июля 1974 года», 17 августа 1988 года на полигоне Невада в США и 14 сентября 1988 года на Семипалатинском полигоне (площадка «Балапан») были произведены подземные ядерные взрывы с целью выработки эффективных мер контроля за исполнением Договора между СССР и США. Впервые были получены взаимно контролируемые эталонные значения параметров подземных ядерных взрывов.

Всего в скважинах площадки «Балапан» было проведено 105 ядерных взрывов. Последний подземный ядерный взрыв на Семипалатинском полигоне был проведен в одной из скважин площадки «Балапан» 19 октября 1989 года.

Подземные ядерные испытания проводились также на площадках «Сары-Узень», «Муржик» и «Телькем».

На площадке «Сары-Узень» в период с 1965 по 1980 гг. были проведены подземные ядерные взрывы в 24 скважинах. В непосредственной близости от площадки «Сары-Узень» был осуществлен еще один ПЯВ на площадке «Муржик». На площадке «Телькем» было проведено два подземных ядерных испытания с выбросом грунта: одиночный взрыв «Телькем-1» и групповой - «Телькем-2».

Всего в скважинах на Семипалатинском полигоне в период с 1968 по 1989 годы проведено 131 ядерное испытание (196 подземных ядерных взрывов).

1.4 Особенности последнего этапа деятельности и закрытие полигона

Последним этапом деятельности Семипалатинского испытательного полигона следует считать период с 1989 по 1991 гг.

Несомненный интерес могут представлять сведения о заключительной серии испытаний на Семипалатинском полигоне в 1989 г., когда Казахстан еще был в составе Советского Союза.

В 1989 г. подземные ядерные испытания в Советском Союзе проводились только на Семипалатинском полигоне, Новоземельский полигон «молчал». В серии из 7 испытаний в штольнях на площадке «Дегелен» и в скважинах

на площадке «Балапан» СИП было подорвано 11 ядерных зарядов, мощности которых по данным официального каталога находятся в диапазоне от 0,001 до 150 кт. В *таблице 1.3* представлены данные, характеризующие подземные ядерные испытания, проводившиеся на СИП в 1989 г. [13].

Таблица 1.3. *Краткая характеристика ядерных испытаний, проведенных на СИП в 1989 г. – последнем году его деятельности*

Номер ядерного испытания по каталогу [1] и дата его проведения	Место проведения	Мощность, кт ТЭ	Примечание
708, 22.01.1989 г.	«Балапан», скв. 1328	0,001-20 20-150	
709, 12.02.1989 г.	«Балапан», скв. 1366	20-150	Излучение от «струи» радиоактивных газов было зафиксировано в поселках Чаган, Комсомольский. Это вызвало негативную реакцию у общественности Семипалатинского региона.
710, 17.02.1989 г.	«Дегелен», шт. 139	0,001-20	Это испытание стало причиной еще большего негативного отношения к проведению ядерных испытаний на СИП.
711, 08.07.1989 г.	«Балапан», скв. 1352	20-150	На испытании присутствовали представители антиядерного движения «Невада-Семипалатинск» и прессы.
712, 02.09.1989 г.	«Балапан», скв. 1410	0,001-20 0,001-20	Представители движения «Невада-Семипалатинск» возмущены фактом проведения испытания, назвав его «подарком» школьникам, севшим за парты после летних каникул.
713, 04.10.1989 г.	«Дегелен», шт. 169/2	0.001-20	По факту этого испытания Минобороны СССР провело пресс-конференцию в Москве с отечественными и зарубежными журналистами.
714, 19.10.1989 г.	«Балапан», скв. 1365	20-150 0,001-20 0,001-20	ТАСС сообщило об этом испытании мощностью от 20 до 75 кт как о последнем на СИП в 1989 г. Это испытание и стало последним на СИП за всю историю его деятельности.

1.5 Ядерное наследие Республики Казахстан: ядерное оружие, Семипалатинский полигон и «атомная конверсия» [11-14]

Распад Советского Союза стал уникальным событием в истории международных отношений в целом и нераспространения ядерного оружия – в частности. Впервые произошел распад ядерного государства, поэтому складывающаяся после такого неординарного события обстановка и в стране, и в мире была сложной и характеризовалась рядом факторов, в частности:

- отсутствием у постсоветских государств реальных силовых противоречий и в отношениях между собой, и в отношениях с другими государствами мира, требовавших использования военной силы, что лишало ядерное оружие значения инструмента поддержания стабильности в межгосударственных отношениях;
- высокой степенью участия развитых промышленных государств в процессе дележа «советского наследия» в ядерной области, что касалось не только судьбы собственно ядерного оружия, но и технологических знаний, накопленных в ядерно-оружейном комплексе;
- наличием постоянного переговорного процесса по вопросам юридического статуса ядерной инфраструктуры, оборудования и различных объектов, находящихся за пределами Российской Федерации.

Необходимо отметить, что в течение 1992-1994 гг. постоянно существовал и даже увеличивался риск широкого распространения ядерного оружия вследствие происходящих в бывшем СССР процессов дезинтеграции. Лишь на рубеже 1994-1995 гг. такой риск стал уменьшаться; во многом этому способствовало налаживание национальных систем контроля над ядерным экспортом в Казахстане, Украине и Белоруссии, а также принятие этими странами гарантий МАГАТЭ.

Еще до распада СССР советские военные, как бы предвосхищая возможность такого события, сгруппировали основные тактические ядерные боеприпасы на территориях России, Украины и Белоруссии, что позволило в значительной степени снизить угрозу ядерного распространения. Однако не все проходило спокойно: некоторые политические силы пытались силой воспрепятствовать процессу нераспространения ядерного оружия. Так, в 1990 г. вывоз ядерных боеприпасов с территории Азербайджана после известных событий в г. Баку был резко осложнен попыткой некоторых сил, связанных с Народным фронтом Азербайджана, воспрепятствовать этому процессу. Взлетно-посадочная полоса одного из военных аэродромов оказалась заблокированной группой лиц, которые мешали взлету самолетов. Обстановка была такой напряженной, что экипажам пришлось применять оружие. К счастью, после выстрелов толпа рассеялась, все обошлось без жертв, самолеты смогли взлететь.

Однако основной проблемой было наличие стратегического ядерного арсенала бывшего СССР на территориях таких вновь образованных суверенных государств, как Россия, Белоруссия, Казахстан и Украина. Судьба этого оружия была в центре внимания политических кругов большинства стран мира и, прежде всего, США и России. Возникала масса самых разных вопросов. Вот часть из них:

- как обеспечить безопасность ядерного оружия;
- как осуществить непрерывность учета и контроля ядерных материалов в соответствии с мировыми стандартами;
- как исключить расширение «ядерного клуба» и обеспечить присоединение Казахстана, Украины и Белоруссии к Договору о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО);
- как предотвратить утечку связанной с ядерным оружием «чувствительной информации» за пределы ядерных государств;

- как обеспечить полную и безусловную преемственность обязательств бывшего СССР в сфере нераспространения оружия массового поражения (ОМП) и, в частности, ядерного оружия;
- как обеспечить распространение гарантий МАГАТЭ на ядерные объекты, расположенные на территории СНГ.

В 1992 г. девять государств СНГ (Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан и Украина) официально сообщили о том, что поддерживают участие России в ДНЯО как государство, обладающее ядерным оружием, и что они готовы присоединиться в этому Договору в качестве неядерных государств. Вот так «юридически» был решен вопрос правопреемства, а Российская Федерация стала полноправным правопреемником СССР в части владения ядерным оружием.

Сколько же ядерного оружия было на территории Казахстана? Документы свидетельствуют, что к декабрю 1991 г., когда была провозглашена независимость Республики Казахстан, на ее территории находилось 1410 ядерных боеголовок стратегического класса, установленных на различных носителях, в том числе и на 104 ракетах шахтного базирования РС-20 (по американской классификации это СС-18), размещенных на ракетных базах в Жангиз-Тюбе и Державинске. Кроме того, в поселке Чаган располагалась группировка стратегических бомбардировщиков Ту-95, оснащенных ядерными крылатыми ракетами.

В 1994 г. Республика Казахстан стала полноправным членом ДНЯО с неядерным статусом. Безопасность работы всех объектов гражданской ядерной инфраструктуры, в которую входят исследовательские ядерные реакторы и другие гражданские объекты, гарантирована МАГАТЭ. К апрелю 1995 г. из Казахстана на территорию России была вывезена последняя ядерная боеголовка.

Следует отметить, что принятые руководством Республики Казахстан меры по нераспространению ядерного оружия практически полностью исключили угрозу, которую мог создать для системы международных отношений неконтролируемый распад когда-то мощного советского ядерного оружейного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 1

1. Ядерные испытания СССР. Том 1. / Кол. авторов под рук. В. Н. Михайлова. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1997.
2. Советский атомный проект. / Кол. авторов под рук. Е. А. Негина. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1995. - 205 с.
3. Семипалатинский полигон: обеспечение общей и радиационной безопасности ядерных испытаний. / Кол. авторов под рук. В. А. Логачева. - М.: 2-ая тип. ФУ «Медбиоэкстрем», 1997. - 319 с. + илл.
4. Алексеев В.В. Во имя ядерного щита страны. В кн.: Курчатовский институт История атомного проекта. Выпуск 3.- М.: ГНЦ-КИ, 1995. - С. 57-102.
5. Дубасов Ю.В., Зеленцов С.А., Красилов Г.А., Логачев В.А., Матущенко А.М., Смагулов Г.С., Цатуров Ю.С., Цырков Г.А., Чернышев А.К. Хронология ядерных испытаний в атмосфере на Семипалатинском полигоне и их радиационная характе-ристика. Вестник научн. прогр. «Семипалатинский полигон – Алтай», 1994.- № 4.
6. Ядерные испытания СССР. Гидроядерные эксперименты. Инвентаризация затрат плутония. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1998.
7. Материалы по вопросам радиоэкологического состояния территории Семипалатинского полигона в результате воздействия значимых ядерных испытаний. / Кол. авторов. - Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1994.
8. Жучков В.П. На страже первой атомной. В кн.: Курчатовский институт. История атомного проекта. Выпуск 2.- М.: ГНЦ-КИ, 1995.- С. 143-158.
9. Логачев В.А., Степанов Ю.С., Михалихина Л.А., Хохлов В.Ф. Анализ данных о медико-биологических исследованиях и оценка здоровья критических групп населения Алтайского края и Горно-Алтайской республики, проживающих в районах радиационных воздействий. Инф. бюлл. Центра общ. инф. по атомной энергии (ЦНИИатоминформ), 20 января 1993.- Спецвыпуск, С.2-22.
10. Логачев В.А., Михалихина Л.А., Степанов Ю.А., Матущенко А.М. и др. К вопросу об оценке доз облучения населения вследствие проведения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Доклад на 2-м семинаре по международной программе РАДТЕСТ, г. Барнаул, 5-10 сентября 1994 г.- 18 с.
11. Семипалатинский испытательный полигон. Создание, деятельность конверсия. Монография под редакцией профессора В.С. Школьника.
12. Батырбеков Г.А., статья «Нам досталось тяжелое наследство», научно-публицистический журнал «Человек, энергия, атом», №1 (19) 2013.
13. Batyrbekov E.G. Development of Nuclear Sciences and Technologies in Kazakhstan, International Conference “Nuclear Science and its Application”, Samarkand, Uzbekistan, 25-28 September, 2012, p.28
14. Батырбеков Э.Г. Научно-техническая поддержка политики Правительства Казахстана в области мирного использования атомной энергии, Вестник НЯЦ РК, вып. 1, 2016, с. 5-13

ГЛАВА 2. ЛИКВИДАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

2.1 Начало работ по демилитаризации Семипалатинского полигона

24 сентября 1993 г., согласно содержанию совместного Протокола о намерениях Правительства США и Правительства Республики Казахстан, была сформирована группа из специалистов этих стран для проведения работы по предварительному изучению ущерба, нанесенного населению и экономике Казахстана ядерными испытаниями на бывшем Семипалатинском полигоне. В город Курчатов, где находилась Генеральная дирекция НЯЦ РК, 09.11.1993 г. прибыла группа специалистов из США во главе с бывшим начальником Невадского ядерного полигона Д. Лингером, который высказал пожелание, чтобы в данной работе приняли участие и российские специалисты. Такое предложение было принято. Группу специалистов из России, в состав которой вошли эксперты Ю. В. Дубасов, В. А. Логачев, А. М. Матущенко, А. К. Чернышев и другие специалисты – участники ядерных испытаний на этом полигоне, возглавил академик РАН Ю. А. Трутнев из РФЯЦ-ВНИИЭФ.

В ходе такой трехсторонней встречи в НЯЦ РК были заслушаны доклады и сообщения бывших сотрудников Семипалатинского полигона, а также экспертов России, Казахстана и США. Эта встреча стала началом дальнейшего взаимодействия трех сторон по всему комплексу вопросов, связанных с деятельностью Семипалатинского ядерного полигона, включая его демилитаризацию и уничтожение (стирание) так называемой «чувствительной информации».

Вскоре после присоединения в конце 1993 г. Казахстана к Договору о нераспространении ядерного оружия им были подписаны пять отдельных соглашений с США, в соответствии с которыми последние обязались предоставить Алма-Ате 85 млн. долларов в виде помощи на ядерное разоружение. А в Российской Федерации Министр обороны П. Грачев подписал 17.12.1993 г. директиву № 314/4/01363 о расформировании воинских частей, которые входили в состав бывшего Семипалатинского полигона.

2.1.1 Организация работ по ликвидации инфраструктуры проведения испытаний ядерного оружия

Ликвидация инфраструктуры испытаний ядерного оружия на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне проводилась в рамках межправительственного Соглашения между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки, Программы «Совместное Сокращение Угрозы» (CTR), разработанной США для оказания содействия Казахстану, России, Украине и Белоруссии, а также Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики

Казахстан «О контейнерах «Колба» и специальном технологическом оборудовании, находящихся на территории бывшего Семипалатинского полигона» от 28 марта 1997 года.

24 сентября 1993 года Соединенные Штаты Америки и Республика Казахстан подписали Совместное заявление о намерениях, в котором США обязались предоставить помощь Республике Казахстан для оценки последствий советских ядерных испытаний на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне. Совместное заявление было подписано послом Гудби, главным посредником США по вопросам безопасности демонтажа ядерного оружия, и начальником отдела международной безопасности и контроля над вооружением Министерства иностранных дел РК Б.Х. Нургалиевым.

11-14 ноября 1993 года состоялся визит экспертной группы из США с целью предварительной оценки влияния программы испытаний ядерного оружия в Советском Союзе на Семипалатинском полигоне на окружающую среду и здоровье населения. Эти результаты должны были дать оценку радиологической ситуации на территории бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона в интересах Республики Казахстан, Российской Федерации и Соединенных Штатов Америки.

Республика Казахстан и Соединенные Штаты Америки 13 декабря 1993 года подписали Соглашение об уничтожении шахтных пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, ликвидации последствий аварийных ситуаций и предотвращении распространения ядерного оружия.

03 октября 1995 года было подписано Соглашение между Департаментом Обороны Соединенных Штатов Америки (US DOD) и Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан об уничтожении ядерной инфраструктуры.

Оборонное Ядерное Агентство (DNA) (позднее Агентство специальных видов вооружения (DSWA), ныне Оборонное Агентство по сокращению Угрозы (DTRA)) отвечает за анализ и распространение информации по последствиям ядерных испытаний, включая последствия ядерных испытаний на испытательных полигонах бывшего Советского Союза. В соответствии с обязанностями и опытом DNA, Департамент Обороны США назначил DNA исполнительным агентом Программ Штолен горного массива Дегелен.

Соединенные Штаты Америки взяли обязательства оказать необходимую помощь для безопасного уничтожения инфраструктуры ядерного оружия путем предоставления необходимых услуг и оборудования, а также обучения персонала для безопасной и полной консервации ядерно-испытательного штольневого комплекса, находящегося в горном массиве Дегелен бывшего Семипалатинского испытательного полигона.

По условиям Соглашения, Министерство науки и новых технологий Республики Казахстан (МННТ) (затем Министерство науки и высшего образования РК (МНВО РК), а позже Министерство энергетики, индустрии и торговли (МЭИТ РК)), имеет полномочия назначить исполнительного агента этой программы со стороны Республики Казахстан. МННТ назначило Национальный ядерный центр исполнительным агентом этой программы [1].

До осуществления Программы ликвидации штолен горного массива Дегелен, DNA выделило несколько контрактов для Национального ядер-

ного центра Республики Казахстан в целях реализации Совместного Заявления о Намерениях от 24 сентября 1993 года:

- «Технические требования для данных и анализа радиационной ситуации на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне Республики Казахстан». Национальный ядерный центр провел анализ известных источников радиологических данных и предоставил несколько отчетов, включая детальные контурные карты.
- «Создание базы данных Казахстана, содержащей радиологические данные по оценке и использованию для очистки и рекультивации». Национальный ядерный центр провел работы по созданию национальной базы данных для поддержки будущих проектов по оздоровлению.
- «Казахстанские полевые измерения, полевые отборы проб и лабораторные анализы для 10 площадок, находящихся на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне Республики Казахстан». Эксперты Национального ядерного центра провели измерения гамма-активности совместно с командами из США и Российской Федерации во время совместной наземной съемки на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне в июле 1994 года [2].

После инициации Соглашения между Департаментом Обороны Соединенных Штатов Америки и Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан об уничтожении ядерных инфраструктур, 03 октября 1995 года DNA подписало контракт DNA001–95–C–0179 с Национальным ядерным центром Республики Казахстан под названием «Программа Характеризации Штолен Горного Массива Дегелен». Согласно этому контракту Национальный ядерный центр Республики Казахстан должен был провести необходимую геологическую и радиологическую характеризацию каждой штольни горного массива Дегелен. После выполнения этих работ и с учетом полученных данных последовательно были заключены и выполнены следующие контракты:

- Подготовка инфраструктуры и демонстрационного закрытия одной из штолен горного массива Дегелен (контракт DNA001-96-C-0067 от 06 февраля 1996 года). В результате исполнения этого этапа работ была подготовлена инфраструктура на площадках «Г» и «Байкал» бывшего Семипалатинского полигона для деятельности персонала, выполняющего работы по закрытию штолен и полевой команды DSWA, обеспечивающей контроль выполнения работ непосредственно на бывшем полигоне. Результатом работ явилось демонстрационное закрытие штольни № 192, успешно выполненное 02 апреля 1996 года в присутствии посла США в Республике Казахстан, официальных представителей Департамента Обороны и DSWA США и членов Правительства Республики Казахстан.
- Работы по закрытию 58 штолен горного массива Дегелен (контракт DNA001-96-C-0099 от 02 апреля 1996 года), в процессе выполнения которых к 31 января 1997 года полностью ликвидированы, по согласованным и утвержденным методам закрытия, 58 штолен (первый этап).
- Работы по закрытию 64 штолен горного массива Дегелен (контракт DSWA01-97-C-0027 от 09 января 1997 года), в процессе которых полностью ликвидированы 64 штольни в соответствии с согласованными и утвержденными методами закрытия.

В результате проведенных в 1996 и 1997 годах работ были закрыты порталы 124 штолен.

Порталы оставшихся 57 штолен планировалось закрыть в 1998 году в ходе выполнения Постановки Работ от 20 ноября 1997 года к контракту DSWA01-98-C-0016 от 28 ноября 1997 года. Однако ряд поправок к Постановке Работ внесли некоторые коррективы в ход закрытия оставшихся порталов штолен. По состоянию на 29 июля 2000 года в контракт DSWA01-98-C-0016 от 28 ноября 1997 года было внесено 14 поправок (модификации P0001 – P0014).

Модификации предусматривали проведение сейсмических калибровочных экспериментов в некоторых из оставшихся штольнях, проведение работ по экспериментальному закрытию порталов, работы по обеспечению стока вытекающих из штолен вод, вскрытие одной из ранее закрытых порталов и ряд сопутствующих работ, выполнение которых обеспечило безопасное производство всего комплекса исследований.

Завершающей стадии работ по ликвидации оставшихся порталов штолен предшествовали:

- Работы по закрытию оставшихся порталов штолен в горах Дегелен, включая исследования по закрытию штолен (контракт DSWA01-98-C-0016 от 28 ноября 1997 года с последующими модификациями), в процессе которых закрыты 56 штолен (в том числе и 9 штолен, закрытых экспериментальным методом) и проведен 100-тонный сейсмический калибровочный эксперимент «Омега» в штольне № 214 с использованием химического ВВ.
- Работы по проведению 100-тонного сейсмического калибровочного эксперимента в штольне № 160 с использованием химического ВВ, пост-экспериментальная геологическая съемка штольни № 214 и экспериментальный повторный вход в ранее закрытую штольню (контракт DSWA01 98 C 0016 от 28 ноября 1997 года с последующими модификациями). 25 сентября 1999 года успешно проведен сейсмический калибровочный эксперимент «Омега-2». В результате эксперимента закрыта штольня № 160-B, пройденная специально для закладки ВВ. Произведено повторное закрытие портала штольни № 190, открытой для экспериментального входа.
- Работы по проведению 100-тонного сейсмического калибровочного эксперимента в штольне № 160 с использованием химического ВВ (контракт DSWA01-98-C-0016 от 28 ноября 1997 года с последующими модификациями (P0008 от 21 сентября 1999 года)). 29 июля 2000 года проведен сейсмический калибровочный эксперимент «Омега-3». В результате эксперимента закрыта штольня № 160-C, пройденная специально для закладки ВВ [3].

В результате проведенных работ 26 августа 2000 года был закрыт портал последней штольни горного массива Дегелен.

13 августа 1996 года Правительство Казахстана официально утвердило (Указ №1002) статус Национального ядерного центра Республики Казахстан касательно всех программ уничтожения инфраструктуры ядерного оружия, проводимых на Семипалатинском полигоне, включая

программы по закрытию штолен горного массива Дегелен и скважин испытательной площадки «Балапан».

После одобрения программы по площадке «Балапан» Министерство Обороны США DSWA составило контракт DSWA01-97-C-0015 для Национального ядерного центра Республики Казахстан «Программа характеризации площадки Балапан» с целью проведения необходимой геологической и радиологической характеризации каждой неиспользованной скважины этой площадки.

Вскоре после этого DSWA заключило контракт DSWA01-97-C-0094 по закрытию первых трех испытательных скважин к декабрю 1997 года. Закрытие оставшихся испытательных скважин на площадке «Балапан» и экспериментальные калибровочные взрывы в ходе закрытия выполнялись в рамках контракта DSWA01-98-0064.

К выполнению работ Национальный ядерный центр привлек свои институты:

- Институт радиационной безопасности и экологии (город Курчатов);
- Институт геофизических исследований (город Курчатов);
- Институт ядерной физики (город Алматы);

и следующих субподрядчиков:

- Региональный лечебно-диагностический центр (город Курчатов);
- ТОО «Дегелен»;
- Казахский государственный научно-производственный центр взрывных работ;
- Институт химических наук МНАН РК;
- Республиканское государственное предприятие «Казахвзрывпром»;
- ПКО-ТОО «Проектно-конструкторская организация».

Организационная структура выполнения работ приведена на схеме *(рисунок 2.1)*.

Рисунок 2.1. *Схема организации работ*

Работы проводились в тесном сотрудничестве со следующими казахстанскими министерствами и ведомствами:

- Министерством науки – Академией наук РК;
- Министерством экологии и природных ресурсов РК;
- Министерством обороны РК;
- Агентством по атомной энергии РК;
- Госгортехнадзором при Комитете РК по чрезвычайным ситуациям.

2.2 Закрытие штолен горного массива Дегелен

2.2.1 Изучение радиационной обстановки на территории бывшего Семипалатинского полигона [4]

Перед началом работ Национальным ядерным центром Республики Казахстан был составлен и согласован с DNA детальный план проведения исследований, организована группа менеджеров по направлениям, которая и вела основные работы. Группой был определен список организаций и частных лиц – владельцев радиоэкологической информации по СИП, и составлен список массивов радиоэкологической информации по каждому держателю информации. Эта информация в дальнейшем была частично приобретена или передана Национальному ядерному центру Республики Казахстан. На основании полученной информации было составлено техническое задание на выполнение работ, разработана программа контрольных измерений и проведены контрольные измерения. Также было проведено сопоставление и предварительный анализ массивов данных по радиационной обстановке на СИП с учетом результатов измерений группы DOE с помощью высокочистого германиевого детектора. По полученным результатам были составлены предварительные карты изолиний по отдельным радионуклидам, уточнены географические координаты мест отбора проб.

В ходе проведения работ отработаны методики и критерии отбора и оценки достоверных данных, составлены карты уточненных данных, собраны нормативы, используемые при оценке радиационной обстановки, а также нормативы Республики Казахстан и бывшего СССР для СИП, проведено сравнение нормативов МАГАТЭ и нормативов США.

По результатам исследований составлены таблицы для анализа и установлены степени загрязнения, включая данные по плутонию.

Поиск радиологической информации по СИП проводился с целью выявления информации, полученной только исследователями Казахстана или по заказам казахстанских организаций, предполагая, что информация по отчетам, выполнявшимся по заданию Минобороны СССР, будет достаточно полно представлена Российской стороной.

Исследования Казахстана по территории СИП проводились, в основном, в 1993 году по заданию Минэкологии Республики и касались загрязнения преимущественно цезием-137 только почвы или донных осадков «Атомного озера», водостоков в горном массиве Дегелен и на озере Балыктыколь (у границы полигона). Определение степени загрязнения расте-

ний, сельскохозяйственной продукции изотопами ^{90}Sr, ^{137}Cs и ^{210}Pb проводились систематически в течение 10-15 лет Министерством сельского хозяйства РК в районах, прилегающих к СИП. Подобные исследования проводились по всей Республике, но группой Национального ядерного центра собрана информация только о районе СИП. Кроме того, в ноябре 1993 года миссией МАГАТЭ проведено определение примерно 7 радионуклидов в 34 пробах почвы, воды, продуктов питания с СИП. Систематическое наблюдение за радиоактивностью воздуха за последние 30-35 лет проводились Гидрометеослужбой Республики, однако все данные передавались в Гидрометеослужбу СССР и в архивах РК отсутствуют.

Исследовательская группа Минэкологии выполнила сбор и анализ материалов по радиационной обстановке на территории СИП, имевшихся в данном Министерстве. Было установлено, что в период с 1960 по 1993 годы на территории полигона проведены исследования, результаты которых изложены в отчетах (46 отчетов). По ссылкам в литературных источниках был установлен факт наличия таких отчетов. Часть из них была обнаружена при просмотре фондовых материалов в войсковой части 52605. Однако группа не имела этих отчетов полностью, а фактические материалы по радиационной загрязненности содержали лишь краткие выписки из них. В Министерстве имелось только 4 полных отчета.

Проводя исследовательскую работу, группа исходила из следующих задач:

- Распределить территорию полигона на радиоактивно загрязненные и чистые участки, которые можно использовать для народнохозяйственных целей без каких-либо ограничений.
- Для сокращения объемов площадных исследовательских работ проверить гипотезу о распределении искусственных радиоизотопов, образовавшихся в процессе ядерных испытаний, только в пределах их выпадения по следам радиоактивных облаков.
- Оценить достоверность аэрогеофизических работ для изучения радиоактивного загрязнения территории искусственными изотопами.

Для решения поставленных задач были проанализированы все материалы по полигону, имеющиеся в распоряжении исследователей. За базовый метод принята аэрогамма-спектрометрическая съемка, выполненная в 1990 году научно-производственным объединением «Аэрогеология». Составлены карты аномальных концентрации урана, тория, калия, цезия, стронция, плутония, мощности экспозиционной дозы и общей радиационной изученности всего полигона. Проведена оценка достоверности этих данных как с позиций абсолютных величин уровней радиационных загрязнений, так и с позиции точности использованных при измерениях методов. В полевой сезон 1994 года в пределах критических зон на СИП была проведена наземная гамма-спектрометрическая съемка [5], а в 1993 году – площадное изучение распределения искусственных радиоизотопов на части полигона в пределах Абралинского района.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, подтвердили данные ранее проведенной аэрогамма-спектрометрической съемки и позволили сделать вывод о том, что изучение искусственных альфа-

и бета-излучателей целесообразно проводить в пределах территории распространения цезия-137. Это позволило обоснованно наметить конкретные объемы будущих работ в этом направлении.

Для повышения эффективности работы с полученными результатами было решено одновременно начать разработку и наполнение автоматизированной базы данных.

Система радиоэкологической базы данных (РЭБД) предназначена для накопления, систематизации и обработки данных по радиационному мониторингу территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, распределению определенных изотопов на его территории, сведений по воздействию проведенных испытаний на здоровье населения района и влиянию их на окружающую среду. На основании обработки аккумулируемых данных производится подготовка ежегодных научных и статистических отчетов, анализ факторов воздействия последствий испытаний на окружающую среду и здоровье населения с учетом влияния геофизических, геологических и гидрогеологических факторов [6].

На момент выполнения работ данные находились в различных организациях Казахстана – Министерстве здравоохранения, Государственном комитете по землепользованию, Казгидромете, Министерстве сельского хозяйства и других. Большая часть данных по исследованию территории СИП находилась в научных и государственных организациях Российской Федерации.

По контракту DNA001-94-C-0031 был произведен сбор и предварительный анализ доступных данных для дальнейшего использования в работе.

Для успешной работы автоматизированной системы РЭБД были определены требования по техническому обеспечению, включая необходимые параметры и компоненты вычислительной техники.

В РЭБД предусмотрена возможность электронной коммуникации с другими организациями, имеющими автоматизированные системы контроля радиоэкологической ситуации, например, с Министерством здравоохранения РК, Министерством экологии и биоресурсов РК и др.

Тестирование было произведено с помощью операционной системы DOS 6.2 и Windows 3.1. Функции визуализации были реализованы на основе системы ArcView, являющейся рабочим модулем визуализации системы ППП ArcInfo. ArcView работает под Windows 3.1., которая также поддерживает другие программные модули.

Использовалась СУБД Clipper 5.01 (русскоязычная версия). Для работы с графическими функциями использовалась система Flipper. Были также использованы некоторые функции из пакета Clipper Tools2.

Цифровые карты построены на основании географических карт масштаба 1:100000, включавших 25 стандартных листов территории полигона.

Около 8500 ячеек карты были заполнены радиологическими данными. Размеры одной такой ячейки были выбраны по географической сетке, что соответствовало приблизительно 1-1,5 км на местности.

Все карты выводились на экран с помощью программы ArcView, работающей под ОС Windows v.3.1. При выводе данных по распределению производится раскраска карты в зависимости от уровня активности, содержания радионуклида или других данных.

2.2.2 Программа характеризации штолен горного массива Дегелен

Работы по характеризации штолен горного массива Дегелен на бывшем Семипалатинском испытательном ядерном полигоне выполнены в 1995-1996 годах НЯЦ РК на основании контракта DNA001-95-C-0179 от 03 октября 1995 года [7].

Исследования такого рода были необходимы для оценки предстоящего объема работ по закрытию штолен *(рисунок 2.2)* и послужили основанием для разработки проектно-технической документации и организации работ по закрытию штолен Дегелена.

Всего была выявлена и обследована 181 штольня (штольневых порталов), из них в 18 ядерные испытания не проводились (штольни №№ 011, 022, 126, 134, 147, 151, 158, 169, 170, 174, 178, 198, 207, 210, 212, 214, 420, 430).

В результате исследований были получены следующие основные данные, характеризующие каждую штольню:

- номер (условное наименование) штольни;
- координаты портала (маркера, установленного на расстоянии 20 м от входа в портал) с указанием широты, долготы и высоты над уровнем моря, измеренных с использованием GPS «Магеллан»;
- геометрические размеры портала (высота и ширина в метрах);
- год проведения ядерных испытаний и мощность ядерного взрыва (в тротиловом эквиваленте), проведенного в данной штольне;
- состояние портала штольни;

Рисунок 2.2. *Схема организации работ по ликвидации инфраструктуры*

- глубина обследования штольни в метрах от входа в портал;
- наличие сооружения вблизи портала, влияющих на выполнение работ по закрытию штольни;
- наличие креплений у портала, снаружи портала и во врезной траншее;
- приток воды, л/мин;
- максимальная мощность эквивалентной дозы γ-излучения, зарегистрированная в районе портала или в штольне, мкР/ч;
- максимальная плотность потока β-частиц, зарегистрированная в районе портала или в штольне, част./(мин×см^2);
- максимальная удельная активность цезия-137 в пробах грунта или мазков, отобранных в данной штольне, Бк/кг;
- максимальная удельная активность америция-241 в пробах грунта или мазков, отобранных в данной штольне, Бк/кг;
- максимальная удельная активность цезия-137 в пробах воды, отобранных в данной штольне, Бк/л;
- наличие и максимальная удельная активность трития в пробах воды, отобранных в данной штольне, Бк/л.

Отдельно были отмечены радиационно-опасные штольни, работа в которых требует принятия дополнительных мер по защите персонала.

На основании анализа результатов обследования штолен и с учетом обеспечения максимальной безопасности персонала, который будет выполнять работы по закрытию штолен, были разработаны схемы закрытия штолен горного массива Дегелен.

Для каждой из штолен с учетом ее индивидуальных особенностей разрабатывались методы закрытия, включающие в себя либо один из приведенных ниже методов, либо (как правило) их комбинацию. Изменение метода закрытия отдельных штольневых порталов производилось после согласования его с представителем DTRA в установленном Контрактом порядке.

В *таблице 2.1* приведены некоторые особенности применения и реализации утвержденных методов. Кроме того, закрытие двух специально пройденных для проведения экспериментов штолен – 160-В и 160-С – осуществлено взрывами 100 тонн ВВ во взрывных камерах этих штолен.

Каждый этап ликвидации портала штольни заканчивался засыпкой образовавшейся в результате взрывных работ траншеи или воронки и планировкой до естественного рельефа поверхности.

Таблица 2.1. *Некоторые особенности методов закрытия штолен*

№ п/п	Метод ликвидации	Условия применения	Основные виды выполняемых работ
1.	Экспериментальное закрытие	Возможность установки бурового станка у портала штольни с минимальными затратами, наличие «лба» над порталом	Подготовка участка портала, бурение 2-10 горизонтальных скважин диаметром 102 мм и длиной до 30 метров, подрыв скважинных зарядов ВВ

2.	Накладные заряды (обрушение входной части штольни накладными зарядами)	Неустойчивые породы в штольне, отсутствие или нарушенное крепление, радиоактивное загрязнение, рельеф склона не позволяет провести буровые работы	Подрыв накладных зарядов ВВ с заполнением естественных полостей рельефа над порталом
3	Бурение шпуров изнутри (буровзрывной метод с бурением шпуров изнутри штольни и обрушение взрывом свода и боковых стенок штольни на заданной длине)	Устойчивые породы в штольне, удовлетворительное состояние крепления, отсутствие радиоактивного загрязнения, большая мощность перекрывающих пород или невозможность проведения буровых работ с поверхности	Подготовка участка штольни, бурение шпуров в кровле и стенках штольни и подрыв шпуровых зарядов ВВ
4.	Бурение с поверхности (буровзрывной метод с бурением скважин с поверхности и обрушение свода штольни на заданной длине)	Неустойчивые породы в штольне, отсутствие или нарушенное крепление, значительный объем ремонтно-восстановительных работ в штольне, радиоактивное загрязнение, рельеф склона позволяет провести буровые работы	Подготовка участка поверхности, бурение шпуров или скважин диаметром 102 мм над кровлей штольни, в том числе и в «лоб» портала, подрыв скважинных зарядов
5.	Установка бетонных пробок (создание монолитной бетонной (железобетонной) пробки на заданной длине штольни)	Радиоактивное загрязнение штольни, наличие металлической крепи или труб большого диаметра, наличие ранее установленных бетонных перемычек, невозможность провести буровые работы с поверхности или большая мощность перекрывающих пород, значительные затраты при подготовке работ по бурению шпуров внутри штольни	Подготовка участка штольни, возведение бетонной пробки
6.	Комбинированный: поверхностные заряды и бетонная пробка	Радиоактивное загрязнение штольни, наличие металлической крепи, значительные затраты при подготовке работ по бурению шпуров внутри штольни, наличие многочисленных заколов в кровле, наличие значительного притока воды	Бурение шпуров и скважин с поверхности, в том числе и в «лоб» портала, подрыв скважинных зарядов ВВ, возведение бетонной пробки
7.	Комбинированный: бурение изнутри и бетонная пробка	Отсутствует радиоактивное загрязнение штольни, наличие металлической крепи или бетонирования стенок и кровли, невозможность провести буровые работы с поверхности или большая мощность перекрывающих пород, наличие значительного притока воды	Подготовка участка штольни, бурение шпуров в кровле и стенках штольни, подрыв шпуровых зарядов ВВ, возведение бетонной пробки
8.	Проведение эксперимента, 100 тонн ВВ	Проведение эксперимента	Подрыв 100 тонн ВВ в камере взрыва штольни

2.2.3 Создание инфраструктуры для закрытия штолен горного массива Дегелен и демонстрационное закрытие штольни № 192 [8]

Несмотря на довольно подробную информацию, характеризующую состояние штолен, и тщательную проработку технических проектов их закрытия, перед специалистами стояли вопросы, ответить на которые мог только эксперимент. Необходимо было:

- убедиться, что выбранные методики закрытия штолен позволяют надежно закупорить возможные проходы в полости штолен;
- оценить безопасность и стоимость работ по консервации штолен;
- создать инфраструктуру, необходимую для консервации всех штолен и позволяющую выполнить работы максимально эффективно, оперативно и экономично.

С точки зрения специалистов, наиболее подходящим объектом для решения поставленных задач являлась штольня № 192. В этой штольне, пройденной в 1961 году, было проведено 2 ядерных взрыва: первый – в октябре 1975 года (мощностью до 20 Кт) и второй – в ноябре 1979 года (мощностью до 20 Кт).

Постановка Работ к контракту по демонстрационному закрытию штольни включала следующие задачи:

- разработку плана и программы работ, обеспечивающих консервацию штольни № 192;
- разработку схемы координации и управления работами по консервации штолен;
- приобретение материалов, необходимых для производства работ по консервации штольни № 192 (взрывчатка и др.) и обеспечение их безопасного хранения;
- выполнение демонстрационной консервации штольни № 192;
- подготовку временных жилых, медицинских и административных помещений на выделенных рабочих площадках;
- обучение персона безопасным методам работы.

Специалистами НЯЦ РК с привлечением казахстанских участников проекта были выполнены следующие работы:

- подготовлены план и график проведения демонстрационной консервации штольни 25 марта 1996 года. Непосредственная дата демонстрации была окончательно определена DNA. План детально описывал основные работы по подготовке демонстрационной консервации штольни №192, включая выбор типа и количества материалов консервации (взрывчатки и др.);
- выполнена подготовка проектно-конструкторской документации, включая оформление разрешений на производство работ, требуемых для проведения консервации штольни №192;
- подготовлены жилые и медицинские помещения, предназначенные для технических менеджеров DNA и казахстанских специалистов, участников работ на площадке «10» («Байкал») и в рабочем лагере площадки «Г». В дальнейшем эти помещения использовались полевыми командами в период выполнения сезонных работ;

- субподрядчик со стороны НЯЦ РК – предприятие Дегелен закупило необходимые взрывчатые вещества и материалы, выполнило монтажно-строительные и взрывные работы, используя собственное оборудование предприятия (буровые установки, генераторы, вентиляционные системы, системы освещения, грузовики и бульдозеры и т.д.).

В течение трех дней после закрытия штольни методом взрыва *(рисунок 2.3)* участок портала восстановлен до естественного рельефа местности *(рисунок 2.4)*.

Рисунок 2.3. *Штольня № 192 (взрыв)*

Рисунок 2.4. *Штольня № 192 (после засыпки портала)*

2.2.4 Закрытие штолен горного массива Дегелен

Работы по закрытию штолен горного массива Дегелен можно разделить на 3 этапа:

- закрытие первых 58 штолен (контракт DNA001-96-C-0099 от 02 апреля 1996 года [9]), в процессе выполнения которого были ликвидированы 58 штолен;
- закрытие 64 штолен (контракт DSWA01-97-C-0027 от 09 января 1997 года [10]), в ходе выполнения которого было ликвидировано 64 штольни;
- закрытие оставшихся штолен (контракт DSWA01-98-C-0016 от 28 ноября 1997 года с последующими модификациями [11]), в процессе выполнения которого ликвидированы оставшиеся порталы штолен и выполнен значительный объем экспериментальных работ.

Основным документом, определяющим объемы и виды работ по каждому контракту, являлась Постановка Работ – Приложение №1 к конкретному контракту. Все изменения, вносимые в содержание Постановки Работ после подписания контракта, оговаривались и оформлялись модификациями к основному финансовому документу – контракту.

Постановками Работ и их модификациями было определено, что НЯЦ РК проводит работы, необходимые для полной консервации штолен горного испытательного комплекса «Дегелен» на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне.

Постановка Работ состояла из ряда разделов, часть и содержание некоторых приведены ниже.

Подготовительные работы по закрытию штолен горного масси-

ва Дегелен и проведению экспериментов включали в себя разработку планов-проектов закрытия штолен и проведения экспериментов, подготовку инфраструктуры и поддержку технических менеджеров DSWA на полигоне, подготовку и поддерживание инфраструктуры для рабочей казахстанской команды на площадке «Г», подготовку планов по технике безопасности выполнения всех работ по контракту, разработку технической документации, проведение технической и экологической экспертиз по проектам закрытия каждой из штолен и каждого эксперимента, а также подготовку персонала, оборудования, закупку и доставку оборудования и материалов, необходимых для проведения работ по контракту.

План-проект закрытия штолен. Исходя из количества штолен, подлежащих закрытию, и принятых методов их закрытия, а также учитывая работы по проведению экспериментов, разрабатывались планы-проекты закрытия штолен горного массива Дегелен, в том числе по калибровочным экспериментам, по экспериментальному закрытию ряда штолен, открытию и последующему повторному закрытию одной из штолен, ликвидации штолен 160-В, 160-С, пройденных для закладки ВВ при экспериментах «Омега-2» и «Омега-3». В планах были указаны основные этапы работы и их содержание, участники работ, включая субподрядчиков, а также сроки выполнения каждого из этапов работы, исходя из требований контракта – завершить закрытие всех штолен к моменту окончания сейсмических калибровочных экспериментом серии «Омега».

Проектные планы определяли содержание и этапы работ (включая работы субподрядчиков), график поставок оборудования и материалов, места их хранения и использования, меры обеспечения физической безопасности персонала и безопасности хранения оборудования и материалов, места расположения временных жилых, столовых, медицинских помещений, и другие аспекты.

Поддержка технических менеджеров DSWA. Команда технических менеджеров DSWA обеспечивала контроль закрытия штолен, подготовки и проведения экспериментов непосредственно на горном массиве Дегелен практически в течение всего времени выполнения работ.

Команде технических менеджеров DSWA, по ее требованию, был обеспечен доступ ко всей имеющейся технической документации и к любой информации, имеющей отношение к выполнению работ по контракту.

Для технической команды DSWA были предоставлены жилые помещения в городе Курчатове, жилые и административные помещения на площадке «10» («Байкал»), жилые помещения на площадке «Г», а также медицинское обслуживание в городе Курчатове и на площадках.

В распоряжение команды технических менеджеров DSWA круглосуточно был предоставлен наземный транспорт с водителем (сопровождающим) и обеспечен самостоятельный доступ ко всем штольням горного массива Дегелен, к рабочему лагерю на площадке «Г», к жилому городку на площадке «10» и беспрепятственный проезд в городе Курчатове. Национальный ядерный центр Республики Казахстан также организовал получение и транспортировку на полигоне оборудования, продуктов и личных вещей команды технических менеджеров, обеспечил их сохранность в период отсутствия членов команды.

Подготовка планов по технике безопасности. По каждому из видов работ разрабатывались детальные планы по технике безопасности при выполнении работ по закрытию порталов штолен, подготовке и проведению калибровочных экспериментов по контракту, которые представлялись в DSWA в виде отдельных отчетов.

Планы по технике безопасности включали:

- детальное описание процесса работ;
- имена руководителей работ;
- меры для предотвращения или избегания тех или иных опасностей;
- меры наказания за нарушение правил;
- перечень лиц, отвечающих за обучение персонала правилам по технике безопасности;
- описание процесса уведомления об аварии;
- перечень лиц, ответственных за ликвидацию аварии;
- перечень регламентирующих правил и нормативных документов.

Подготовка инфраструктуры для рабочей команды Дегелена. На весь период производства работ были подготовлены и функционировали жилые, столовые и офисные помещения для рабочей команды на площадке «Г». Круглосуточно работал медицинский пункт, укомплектованный необходимым персоналом, медицинским оборудованием, медикаментами и автомобилем скорой помощи.

Обеспечено бесперебойное водо-, электро- и теплоснабжение всех помещений на площадке «Г».

Организовано питание персонала, а также его передвижение наземным транспортом между городом Курчатов и площадкой «Г»; между площадкой «Г» и объектами работ – штольнями в течение всего периода работ.

Техническая документация и экспертизы. Все работы по закрытию штолен производились на основании «Типового проекта закрытия штолен горного массива Дегелен», разработанного в соответствии с разделом Постановки работ. «Типовой проект» прошел Государственную техническую экспертизу в Департаменте по государственному надзору за чрезвычайными ситуациями, надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору Государственного комитета по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан (бывший Госгортехнадзор) и Государственную экологическую экспертизу в Министерстве Экологии и Биоресурсов Республики Казахстан (город Алматы).

На основании «Типового проекта», с учетом особенностей каждой штольни, были разработаны Рабочие проекты закрытия каждого из порталов, которые прошли техническую экспертизу в Центральном округе Департамента (г. Степногорск), а также экологическую экспертизу в Семипалатинском областном управлении экологии и биоресурсов Республики Казахстан (г. Семипалатинск) или в Министерстве Экологии и Биоресурсов Республики Казахстан (г. Кокчетав).

Для каждой штольни разрабатывался индивидуальный проект консервации в соответствии с решениями, принятыми на совместных технических конференциях. При необходимости, по согласованию с ответственными исполнителями обеих Сторон, технический проект консервации мог быть изменен или дополнен. Описание технического проекта и изменения фик-

сировались в «Отчетном листе инспекции подготовительных работ». Планы и графики выполнения Программы по закрытию штолен Дегелен, а также инженерные анализы, подготовленные Национальным ядерным центром, утверждались Техническим Представителем Контрактного Офицера (COTR).

Особенности технологии, условий и результаты закрытия каждой штольни оформлялись в виде специального отчетного листа, как это предписывалось условиями контрактов. Каждый отчетный лист подписывался главным менеджером проекта от НЯЦ РК и руководителем команды технических менеджеров DSWA и передавался главному менеджеру проекта от DSWA как документ, подтверждающий закрытие данной конкретной штольни.

Закрытие штолен, подготовка и проведение калибровочных сейсмических экспериментов контролировалось на месте представителями команды технических менеджеров DSWA.

Ежемесячные отчеты по состоянию дел, включающие графики работ, список порталов штолен, закрытых на данный период, детальное описание статуса проекта, ход работ и возникающие проблемы обсуждались на рабочих встречах специалистов от НЯЦ РК и экспертов от DTRA. При необходимости, проводились внеплановые рабочие встречи и заседания.

Каждый этап работ оформлялся в виде отчета о выполненной работе.

Подготовка оборудования и материалов. До начала работ по закрытию порталов штолен, подготовки и проведения экспериментов подготавливалось существующее оборудование, а также закупалось недостающее оборудование и необходимые для работ и поддержания инфраструктур материалы, в том числе взрывчатые вещества.

Подробные перечни оборудования и материалов, необходимые для проведения конкретных работ по отдельным контрактам, с указанием стоимости, представлялись в DSWA в виде отчетов по этапам.

Фото и видео документация. В процессе закрытия штолен, а также проведения иных работ, предусмотренных Контрактами, в соответствии с требованиями производилось фотографирование и видеосъемка наиболее характерных моментов, отражающих технологические особенности и документально подтверждающие факт закрытия каждой штольни *(рисунок 2.5)* или проведения какой либо работы в рамках Контрактов.

Ремонт подъездных дорог. Для обеспечения безопасной транспортировки персонала, оборудования и материалов был выполнен ремонт поврежденных участков дороги между городом Курчатовым и площадкой

до закрытия

подготовительные работы

фрагмент взрыва

Рисунок 2.5. *Фрагменты фотоотчетов*

«Г». Общая длина отремонтированных участков составила более 1,0 км. Кроме этого, постоянно велись работы по поддержанию грунтовых дорог между площадкой «Г» и порталами штолен.

Ликвидация штолен. Работы по подготовке штолен (строительство) и закрытию штолен (уничтожение) были осуществлены той же казахстанской рабочей командой, которая непосредственно занималась постройкой штолен горного комплекса Дегелен (предприятие «Дегелен»). Агентство Специальных Типов Вооружений Министерства Обороны США (DSWA) оставляло за собой право на присутствие на местах представителей команды технических менеджеров для проверки подготовительных работ и успешного закрытия и для предоставления помощи в работах по закрытию штолен на принципе невмешательства.

Метод закрытия конкретной штольни определялся Постановками Работ к контрактам.

Результаты ликвидации штольневых порталов и даты закрытия приведены в *таблице 2.2*.

Таблица 2.2. *Результаты закрытия штолен горного массива Дегелен*

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
1	192	+	+			02.04.96
2	132	-	15	-	5	04.11.96
3	162	-	15	-	5	21.11.96
4	169/1	-	15	-	5	27.10.96
5	709	30	-	-	-	23.12.96
6	181	15	15	-	-	24.11.96
7	902	-	-	-	15	04.10.96
8	34	-	15	-	5	27.10.96
9	707	30	-	-	-	11.12.96
10	158	-	15	-	-	25.01.97
11	174	-	15	-	5	13.12.96
12	163	-	25	-	-	18.11.96
13	168	-	15	-	5	11.11.96
14	901	-	17	-	5	27.10.96
15	806	-	-	-	15	13.09.96
16	186	-	-	-	15	06.10.96
17	195	40	-	-	-	13.01.97

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
18	608	-	-	-	5	24.10.96
19	147	15	15	-	-	02.11.96
20	807	50	-	-	-	05.01.97
21	164	-	-	-	15	18.07.96
22	803	-	15	-	5	07.12.96
23	187	-	15	-	5	14.01.97
24	705	30	-	-	-	14.09.96
25	K2/1	-	-	-	15	28.09.96
26	133	-	15	-	5	28.12.96
27	607	-	40	-	-	12.01.97
28	172	-	13	-	5	20.10.96
29	179	-	-	-	15	01.08.96
30	190	-	15	-	5	23.01.97
31	NCR/2	-	18	-	-	08.12.96
32	NCR/1	-	15	-	-	24.12.96
33	24	20	-	-	-	12.12.96
34	103	-	-	5	-	25.07.96
35	25	-	15	-	-	05.01.97
36	215	-	15	-	-	25.12.96
37	605	-	-	-	14	20.10.96
38	606	16,5	-	-	-	19.11.96
39	119	-	15	-	5	10.11.96
40	708	15	-	-	-	27.12.96
41	803	10	-	-		10.12.96
42	141	-	-	-	15	22.07.96
43	173	-	-	-	15	27.07.96
44	706	25	-	-	-	10.01.97
45	204	15	-	-	5	26.09.96
46	205	-	15	-	-	25.11.96
47	201	15	-	-	-	08.10.96
48	208	-	15		5	06.11.96
49	101	30	-	-	-	15.08.96

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
50	710	15	-	-	-	15.08.96
51	193	-	-	-	15	22.10.96
52	К2/2	-	-	12	-	24.07.96
53	196	28	-	-	5	24.09.96
54	194	20	-	-	-	20.09.96
55	704	-	15	-	5	11.11.96
56	129	15	15	-	-	10.01.97
57	510	15	-	-	-	17.09.96
58	***802***	-	15	-	-	08.01.97
59	203	-	15	-	5	01.11.96
60	А-4		15			25.10.97
61	А-5			+		25.04.97
62	А-6	15				20.06.97
63	А-7			+		24.04.97
64	А-8			+		24.04.97
65	Б-2/80-1			+		13.05.97
66	Б-2/80-2			+		11.05.97
67	Ж-3			+		21.05.97
68	Ж-4			+		21.05.97
69	3-1	15				08.07.97
70	3-5			+		02.08.97
71	3-6			+		27.11.97
72	1	15				04.10.97
73	022		15		5	07.07.97
74	106		15			26.06.97
75	107	20				17.10.97
76	110	15				10.07.97
77	011		15		5	04.08.97
78	151		15			09.08.97
79	152		15			28.05.97
80	***156***	15				17.06.97
81	120	10				19.10.97

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
82	Е-1	15				14.11.97
83	Е-2	15				05.11.97
84	3-3	Камерные заряды сверху штольни				16.11.97
85	111	Бурение шпуров в «лоб» портала				31.10.97
86	143	11				07.12.97
87	170	15				20.06.97
88	130		21			27.07.97
89	134				10	19.07.97
90	135	20				29.07.97
91	136	15				29.07.97
92	139				10	17.08.97
93	148/1		15		5	05.08.97
94	148/2		15			25.05.97
95	148/5		15			25.05.97
96	150		15		5	09.08.97
97	157	Засыпаны провалы				18.06.97
98	169	Засыпана				19.06.97
99	178		15		5	28.08.97
100	420				15	12.09.97
101	505				15	24.07.97
102	507	30				24.09.97
103	603		15			26.05.97
104	604	15				17.10.97
105	703		15		5	11.08.97
106	801		15			29.09.97
107	113		15			27.09.97
108	114		15			21.09.97
109	115	15				02.10.97
110	122		15			23.06.97
111	123		15		5	01.07.97
112	126				15	09.09.97
113	127		15			03.11.97

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
114	128	15				06.07.97
115	156-Т		15			14.06.97
116	504	15				31.07.97
117	506	20				24.08.97
118	3-2		15			26.10.97
119	138		15			29.11.97
120	***511***		15			03.12.97
121	Ж-1	7				05.12.97
122	Ж-2	10				04.12.97
123	140	3				06.12.97
124	149				15	29.08.97
125	8			+		19.06.98
126	11	4				28.09.98
127	13	Эксперимент - 20				08.10.98
128	14		15			25.06.98
129	17	5				13.07.98
130	18	Эксперимент - 35				06.08.98
131	19	5				11.07.98
132	21	Эксперимент - 22		+		06.10.98
133	***104***		15		5	10.08.98
134	105	Эксперимент - 35				21.08.98
135	108	Эксперимент - 31				26.07.98
136	109			+		05.06.98
137	***165***		15			22.06.98
138	169/2-1				5	28.09.98
139	169/2-2			+		17.06.98
140	169/2-Т		15			19.06.98
141	175	15				04.07.98
142	***176***	Эксперимент - 35				02.08.98
143	***177***		15		5	08.08.98
144	180		15		5	04.10.98
145	184	15				09.07.98

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
146	185		15		5	01.10.98
147	191		15			17.07.98
148	207	15				13.06.98
149	210	Эксперимент - 35				07.08.98
150	216				10	22.08.98
151	430		15		5	05.09.98
152	501	15				11.10.98
153	502	15				11.10.98
154	503	Эксперимент - 25				20.07.98
155	508			+		28.06.98
156	509	Эксперимент - 35				10.08.98
157	601			+		08.06.98
158	609	15				08.10.98
159	610	Эксперимент - 25				21.08.98
160	611	5				20.07.98
161	701	Эксперимент - 25				22.07.98
162	809	5				26.09.98
163	810	15				05.07.98
164	А			+		04.06.98
165	А-1			+		03.05.98
166	Б			+		03.06.98
167	Г			+		16.04.98
168	К-85				10	01.09.98
169	Метро			+		10.05.98
170	198		15		5	19.08.98
171	200АСМ-Л				10	29.05.98
172	200АСМ-П			+		15.05.98
173	200М-бис				10	19.08.98
174	200М-А				10	25.08.98
175	Метро-Х			+		11.05.98
176	NCR3	8				30.05.98
177	В-1				10	12.09.98

№ п/п	№ штольни	Результаты закрытия				Дата закрытия
		длина обрушения в метрах от портала			длина бетонной пробки, м	
		при бурении и взрыве снаружи	при бурении и взрыве изнутри	при взрыве накладным зарядом		
178	В-2			+		06.06.98
179	160-В	Эксперимент «Омега-2»				25.09.99
180	212	24				30.04.00
181	214	Эксперимент - 30				15.04.00
182	160-С	Эксперимент «Омега-3»				29.07.00
183	160	12				26.08.00
	190 (повторно)	Эксперимент - 30				10.10.99

Примечания: *Датой закрытия штольни считается дата завершения работ по засыпке портала.* ***Курсивом*** *выделены штольни, в которых отмечено водопроявление после их закрытия.*

На фотографиях *(рисунок 2.6)* показаны некоторые из основных методов ликвидации штольневых порталов.

Бурение - взрыв изнутри

Бурение - взрыв снаружи

Бетонная пробка

Накладной заряд

Рисунок 2.6. *Методы закрытия штолен горного массива Дегелен*

Рисунок 2.7. *Схема расположения штолен*

Схема расположения штольневых порталов горного массива Дегелен представлена на *рисунке 2.7.*

При закрытии штолен методом строительства бетонной пробки проводился дополнительный (независимый) контроль качества закладываемого бетона.

Образцы бетона из каждой бетонной пробки направлялись в Семипалатинский центр стандартизации, метрологии и сертификации Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации при Кабинете Министров Республики Казахстан. Копии протоколов независимых испытаний контрольных образцов бетона и сводная таблица результатов экспресс-анализа образцов бетонной смеси прилагались к отчетам.

Штольня №160

Штольня №214

Рисунок 2.8. *Вид порталов штолен до и после засыпки*

Каждый этап ликвидации портала штольни заканчивался засыпкой образовавшейся в результате взрывных работ траншеи или воронки и планировкой до естественного рельефа поверхности *(рисунок 2.8)*.

Водный мониторинг. В процессе выполнения работ по ликвидации штолен горного массива были организованы и проводятся по настоящее время работы по водному мониторингу.

В октябре 1999 года был запечатан портал последней водоносной штольни №609. С этого времени наблюдения за потоками проводились около порталов запечатанных штолен.

Перед порталами 10 штолен, характеризующиеся постоянным притоком воды, были сооружены фильтры: у бывших порталов штолен №№156-Т, 504 и 503 на вырытые площадки размерами 30х30 метров был насыпан щебень, который затем был спланирован *(рисунок 2.9)*, а у штолен №№А-1, 165, 176, 177, 609, 511 и 104 вырыты траншеи, уложены дренажные трубы, которые затем заполнены крупной фракцией щебня, а поверхность спланирована *(рисунки 2.9 и 2.10)*.

Рисунок 2.9. *Вид на участок штольни №503*

Рисунок 2.10. *Сооружение фильтра у портала штольни №176*

Обследование этих штолен в сентябре 2000 года показало, что на 5 порталах фильтры обеспечивали полное поглощение воды в отвале горных пород. Увеличение мощности перекрытия припортальных участков щебнем позволило полностью изолировать потоки из штолен №№А-1, 156-Т и 165.

На порталах штолен, где интенсивность потока превышает 200 л/мин, вода промывает русла и достигает ближайшей долины. При высокой интенсивности потока вода быстро напитывает отвал породы, в результате чего вокруг отвала образуются заболоченные участки (штольня №504). Для полной изоляции потоков необходимо дополнительно перекрыть грубо обломочным материалом большие участки.

После закрытия всех водоносных штолен продолжается выход воды сквозь запечатывающие конструкции. Установлено 7 штолен с постоянным притоком *(таблица 2.2)*.

Потоки воды из штолен в разной степени загрязнены радиоактивными изотопами, которые выносятся на поверхность.

Установлено загрязнение тритием вод регионального бассейна, который был опробован у подножья внешних склонов гор, и параметры распространения этого загрязнения за пределы площадки «Дегелен» остаются невыясненными.

Также отмечено аналогичное загрязнение тритием поверхностных и грунтовых вод во всех долинах на выходе за пределы горного массива.

Загрязнение вод регионального бассейна и грунтовых вод долин цезием-137 не отмечено, что свидетельствует о высокой изолирующей способности геологических структур Дегелена.

2.3 Проведение серии калибровочных экспериментов сети мониторинга ядерных испытаний «Омега»

Применение химического ВВ с целью получения контрольных данных и калибровки сейсмических датчиков является, возможно, единственным способом получения необходимой информации для эффективного выполнения условий Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ). Данная технология нужна для различных геологических сред и условий во всем мире, где могут проводиться несанкционированные ядерные испытания, и чрезвычайно важна в деле нераспространения. В данной главе описаны предпосылки и важность для усовершенствования технологий проверки выполнения условий ДВЗЯИ.

Предпосылки. 22 сентября 1993 года Департамент энергетики при поддержке DTRA провел подрыв 1,2 миллиона кг низко-чувствительной взрывной смеси в штольне Райньер Меса на Невадском испытательном полигоне в ходе первого крупномасштабного эксперимента, направленного на изучение многочисленных аспектов проверки выполнения условий ДВЗЯИ. Результаты данного испытания нераспространения формируют множество контрольных баз данных по оценке технических аспектов, связанных с проверкой соблюдения условий договора, однако результаты данного испытания применимы только для единственной геологической среды – туффов Невадского испытательного полигона. Большой интерес по мнению специалистов представляли также другие геологические среды, в частности, твердые породы, типичные для проведения горных работ во всем мире.

Цель таких экспериментов – предоставить возможность испытать и (или) улучшить проверочные технологии в поддержку Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, обеспечить региональную (телесейсмическую) калибровку, улучшить исследования по обнаружению низкочастотных ЕМР, предоставить возможность проведения инспекции на местах.

Общей задачей программы является проведение сквозной оценки возможности идентифицировать, определять место проведения и характеризовать подозреваемое несанкционированное ядерное испытание, используя химическое ВВ с целью имитации ядерного взрыва. Конкретные задачи, составляющие данную сквозную оценку, описаны ниже.

В рамках контракта DSWA01-98-C-0016 и его модификаций (P0001, P0006 и P0008), в штольнях горного массива Дегелен было проведено три сейсмических калибровочных эксперимента с подрывом в каждом опыте 100 тонн химического взрывчатого вещества – гранулотола. Данная серия опытных взрывов получила название «Омега» [11].

- «Омега» – проведен 22 августа 1998 года в штольне №214;
- «Омега-2» – проведен 25 сентября 1999 года в штольне №160-B;
- «Омега-3» – проведен 29 июля 2000 года в штольне №160-C.

Для всех сейсмических калибровочных экспериментов были применены однотипные взрывчатые материалы.

2.3.1 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега»

Исследовательская программа подготовки эксперимента «Омега» в штольне №214 *(рисунок 2.11)* включала комплекс работ по геологическому, геофизическому и гидрогеологическому обследованию штольни с целью оценки вмещающей среды калибровочного взрыва, а так же разработку устройства заряда, отвечающего требованиям проведения взрыва.

Подготовительные работы завершились операциями по зарядке камеры ВВ, размещением измерительной аппаратуры в штольне и на поверхности и созданием бетонных пробок *(рисунок 2.11)*.

Перед проведением эксперимента Национальный ядерный центр Республики Казахстан выполнил следующие подготовительные операции:

- восстановил вентиляционную и осветительную системы штольни с целью обеспечения безопасной рабочей атмосферы;
- произвел ремонт железнодорожной линии штольни, чтобы во время подготовки эксперимента иметь возможность безопасно ввозить и вывозить из штольни тяжелое оборудование и материалы;
- выполнил геологическое картирование штольни №214, от пикета 600 м до конца штольневого комплекса, с проведением сейсмической томографии участка заложения измерительных приборов;
- приобрел и обеспечил безопасное хранение необходимого количества ВВ;
- заложил ВВ в заранее выбранный, уже имеющийся экспериментальный альков внутри штольни, расположенный не менее чем на 100 м под дневной поверхностью;
- провел все необходимые работы с конструкцией заряда для обеспечения полного и одновременного подрыва всего ВВ;
- для обеспечения максимального взаимодействия (каплинга) энергии взрыва с породой произвел работы по возведению бетонной перемычки общей длиной 15 метров. Кроме того, в целях безопасности соорудил 5-метровую бетонную пробку около пикета 600 м;
- произвел подрыв заряда;
- выполнил работы по безопасному вхождению в штольню после взрыва;
- произвел повторные исследования состояния штольни.

Подрыв заряда взрывчатых веществ был осуществлен 22 августа 1998 года.

Портал штольни № 214

Схема проведения взрыва

Рисунок 2.11. *Штольня № 214*

2.3.2 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега 2»

Экспериментальные калибровочные эксперименты «Омега-2» и «Омега-3» были проведены в районе штольни №160, расположенной в западной части горного массива Дегелен в 13 км к югу от рабочего поселка ТОО «Дегелен».

Изолированное положение штольни №160 является благоприятным обстоятельством для проведения здесь серии экспериментальных взрывов *(рисунок 2.12)*.

Рисунок 2.12. *Вид на участок штольни № 160*

Штольня № 160 сооружена у северного подножья горы.

Проходка штольни закончилась в 1985 году. Выработка пройдена в трещиноватых базальтах. Кровля и стенки штольни до пикета 129,5 м закреплены металлической крепью, находящейся в удовлетворительном состоянии. Высотная отметка устья штольни – 636,97 м. Предельная мощность перекрывающих пород – 109 м, а на забое основной штольни – около 97 м. Основная штольня пройдена в направлении на юго-запад. Длина прямой штольни 380 метров Непосредственно под хребтом, на интервале 347-350 м в прямой стенке пройден штрек длиной 166,3 м в западном направлении.

Испытания ядерного оружия в штольне №160 не проводились. В 1985 и 1987 годах на поверхности штольни были проведены взрывы химического ВВ массой по 500 тонн.

Все работы по проведению 100-тонного сейсмического калибровочного эксперимента в штольне № 160 с использованием химического ВВ проведены в соответствии с «Проектом подготовки и проведения экспериментального калибровочного химического взрыва мощностью 100 тонн ВВ в штольне №160-В горного массива «Дегелен» Семипалатинского испытательного полигона».

Проект прошел Государственную техническую экспертизу в Департаменте по государственному надзору за чрезвычайными ситуациями, безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (г. Алматы) 08 января 1999 года и Государственную экологическую экспертизу в Комитете охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (г. Кокшетау Северо-Казахстанской области) 19 апреля 1999 года. Проект был переработан по замечаниям государственной экологической экспертизы от 25 февраля 1999 года в части увеличения глубины заложения камеры ВВ и с условиями:

- информирования населения Семипалатинского региона о предстоящем взрыве через средства массовой информации и по административным каналам;
- обеспечения государственным контролем в области охраны окружающей среды Восточно-Казахстанского областного управления охраны окружающей среды и НЯЦ РК надзора за проводимыми работами.

В соответствии с проектом выполнены следующие горно-подготовительные работы:

- восстановлена штольня № 160 до ПК 300м;
- пробурено девять вертикальных приборных скважин диаметром 190 мм из штольни № 160 по направлению к заряду в штольне №160-В;
- пройдена горизонтальная выработка – №160-В;
- выполнена камера под заряд 100т ВВ;
- уложено ВВ в камеру заряда;
- произведен подрыв заряда;
- подготовлена штольня для пост-взрывных исследований.

Штольня №160-В сооружена в 20 м выше кровли штольни №160. Точка врезки имеет абсолютную высотную отметку 660,8 м. Обе штольни расположены в одной вертикальной плоскости. Координаты камеры взрыва: 49°46'54,68″ северной широты и 77°57′58,68″ восточной долготы.

На всём протяжении штольни №160-В прослеживаются однообразные базальты. С 24 метров до забоя (133 метра) породы весьма устойчивые, несмотря на значительное количество первичных трещин.

По окончанию сооружения штольни №160-В была проведена томографическая съемка массива пород между штольнями. Результаты обработки материалов подтвердили наличие тектонических зон вблизи ранее проектируемой камеры взрыва и необходимость большего удаления камеры взрыва, чем было принято решение.

По результатам геолого-геофизических исследований массива штолен №160 и №160-В было принято решение о переносе местоположения камеры взрыва на отметку 257 метров (центр камеры) в массив наиболее монолитного блока пород, нарушенного минимальным количеством тектонических трещин.

Заряд гранулотола в количестве 100 тонн с боевиками был размещен в специально построенной камере взрыва размерами 4,8х4,8х4,8 метров как в упаковке, так и россыпью. Общий объем камеры составил 110 м^3. При закладке в камеру взрыва взрывчатого вещества одновременно шла установка датчиков измерения скорости детонации. В тело заряда ВВ на трех измерительных кабелях было установлено 39 кристаллов.

Схема подрыва заряда при эксперименте была исполнена по схеме из 6 боевиков в один ряд. В схему подрыва был включен токовый зонд, который привел в действие (запустил) измерительную аппаратуру DTRA.

Штольня №160 была использована для изучения влияния горных пород на распространение различных волн. В связи с этим в ней был установлены различные приборы и датчики, а кровля и стенки штольни раскрашены в различные цвета по 4-м зонам для определения порядка обрушения их при взрыве.

Вся измерительная аппаратура располагались в специально подготовленном измерительном бункере. Кабели, соединяющие датчики в штольнях с измерительной аппаратурой в бункере, были уложены в траншею и засыпаны грунтом.

100-тонный сейсмический калибровочный эксперимент в штольне №160 с использованием химического взрывчатого вещества был осуществлен 25 сентября 1999 года в 12 часов 05,98 секунд местного времени.

В результате проведенного эксперимента штольня №160-В ликвидировалась.

2.3.3 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега 3»

Все работы, связанные с подготовкой горной выработки и проведением в ней взрыва, а также работы по инженерному обеспечению различных измерений в ходе калибровочного эксперимента, выполнены в соответствии с «Проектом подготовки и проведения экспериментального калибровочного взрыва мощностью 100 т ВВ в штольне №160-С горного массива «Дегелен» Семипалатинского испытательного полигона».

Рабочий проект выполнен на основании Распоряжения № 05 5/295 Председателя Межведомственной комиссии по исполнению Соглашения между Министерством наук и новых технологий РК и Министерством Обороны США по ликвидации инфраструктуры ядерного оружия от 03.10.95 г.; Протокола технического совещания по вопросу организации работ по ликвидации штолен в горном массиве «Дегелен» на бывшем СИП от 12.04.96 г.; Договора по выполнению дополнительных работ по закрытию (ликвидации) 57 объектов в горном массиве «Дегелен», с поправками и изменениями, предусмотренными контрактом DSWA01 98 C 0016 P0008 от 21 сентября 1999 года в соответствии с нормами проектирования, требованиями правил безопасности, действующими инструкциями и нормативными документами Республики Казахстан.

Проект, разработанный Казахским Государственным научно-производственным центром взрывных работ (КГЦВР) и утвержденный 24 ноября 1999 года, прошел техническую экспертизу в Департаменте по государственному надзору за чрезвычайными ситуациями, техническому и горному надзору 23 ноября 1999 года (Протокол технического совещания) и экологическую экспертизу в Департаменте государственной экологической экспертизы и мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды 9 декабря 1999 года (Заключение государственной экологической экспертизы №2 3/726).

В процессе подготовки и проведения эксперимента, в соответствии с проектом были выполнены следующие горно-подготовительные работы:

- восстановлена штольня №160 до ПК 235 м;
- пробурено семь наклонных приборных скважин ∅190мм из штольни № 160 по направлению к центру камеры ВВ;
- пройдена горизонтальная выработка – №160-С;
- выполнена камера под заряд 100 тонн ВВ;
- уложено ВВ в камере заряда;
- произведен подрыв заряда;
- подготовлена штольня для пост-взрывных исследований.

Штольня №160-С сооружена параллельно штольне №160. Центр камеры взрыва находился на пикете 230 м в 25,96 м выше нее и в 26,0 м к востоку от оси штольни *(рисунки 2.13 и 2.14)*. Точка врезки имела абсолютную высотную отметку 660,8 м. Истинный азимут направления оси штолен – 182°. Длина штольни вместе с взрывной камерой – 94,3 м.

Рисунок 2.13. *Схема расположения исследовательских штолен*

Рисунок 2.14. *Портал штольни 160-С*

Координаты камеры взрыва: 49°46′55,39″ северной широты и 77°57′59,97″ восточной долготы. Абсолютная отметка центра камеры ВВ составляла 665,15 м в Балтийской системе высот.

Заряд гранулотола в количестве 100 тонн с шестью промежуточными детонаторами-боевиками был размещен как в упаковке, так и россыпью, в специально построенной камере взрыва, имеющей в нижней части полусферу *(рисунок 2.15)*. Радиус полусферы составил 3 метра. Размеры камеры при проходке составляли 4,8×4,8×4,8метра.

При закладке в камеру взрыва взрывчатого вещества одновременно шла установка датчиков измерения скорости детонации *(рисунок 2.16)*.

С целью получения направленного взрыва в сторону штольни №160 промежуточные детонаторы-боевики были расположены перпендикулярно оси направления скважин №1 и №2 *(рисунок 2.17)*. Закладка про-

Рисунок 2.15. *Вид камеры взрыва*

Рисунок 2.16. *Вид камеры взрыва с измерительными датчиками, боевиками и шаблоном*

межуточных детонаторов-боевиков в заряд производилась по специально изготовленному шаблону, предварительно установленному в камере взрыва. Для одновременного подрыва всей массы взрывчатого материала промежуточные детонаторы-боевики с ускорителями из детонирующего шнура располагались равномерно в заданной плоскости по кругу, радиусом, равным одному метру.

Детонирующий шнур, на равном от всех боевиков расстоянии в 1,3 метра, был уложен в песчаную подушку для исключения разновременного подры-

Рисунок 2.17. *Схема заряда в разрезе*

ва на этих отрезках и собран в один пучок – магистральную линию, к которой за 40 минут до взрыва были присоединены 10 электродетонаторов. Вся измерительная аппаратура располагались в специально подготовленном измерительном бункере. Кабели, соединяющие датчики в штольнях с измерительной аппаратурой в бункере, были уложены в траншею и засыпаны грунтом. Минная станция располагалась в 2300 метров от центра заряда.

29 июля 2000 года в 13 часов 10 минут 04,250 секунд местного времени был произведен 100-тонный калибровочный эксперимент в штольне №160 – «Омега-3».

В результате взрыва штольня №160-С, где располагалась взрывная камера, была практически полностью обрушена и ликвидировалась. Штольня №160 частично обрушилась с пикета 215 метров и полностью – с пикета 218 метров.

Суть сейсмических калибровочных экспериментов серии «Омега» позволила провести ряд измерений параметров взрыва. Так, по всем экспериментам были организованы и проведены:

- наблюдения по временным сейсмическим сетям, расположенным в ближней зоне, во время взрыва;
- наблюдения по временным сейсмическим сетям, расположенным в ближней зоне, после взрыва;
- наблюдения по станциям сейсмологической сети НЯЦ РК;
- наблюдения за инфразвуковым излучением во время взрыва.

При проведении эксперимента «Омега-2» добавились:

- наблюдения за параметрами воздушной ударной волны в ближней зоне.

При проведении эксперимента «Омега-3»:

- наблюдения по профилю в направлении штольня №160 – сейсмостанция «Маканчи» во время взрыва;
- наблюдения по профилю в направлении штольня №160 – Быстровский вибросейсмический полигон СО РАН (г. Новосибирск) до, во время и после взрыва;
- доплеровское радиозондирование ионосферы во время взрыва.

Сейсмические наблюдения в ближней зоне и наблюдения за афтершоками во время проведения всех калибровочных экспериментов проводились по одной и той же сети временно установленных сейсмических станций – по шести станциям типа «REFTEC DAS» с короткопериодными сейсмодатчиками L4 C 3D, модели 72A 08, и одной станцией оснащенной акселерометром типа FBA *(рисунок 2.18)*.

По данным экспериментов «Омега-2» и «Омега-3» была проведена локализация источника по записям станций ближней зоны S1-S7, а также по станциям Национального ядерного центра и Казахстанской стационарной сейсмической сети. Полученные результаты локализации хорошо согласуются с реальными координатами места взрыва и временем взрыва.

Характер изменения амплитуд по двум взрывам «Омега-2» и «Омега-3» в целом подобен, но абсолютные значения амплитуд по последнему взрыву систематически меньше, чем по предыдущему.

По данным сейсмических станций Национального ядерного центра Республики Казахстан, средний энергетический класс взрыва «Омега-3» меньше, чем для взрыва «Омега-2» (по S5 на 0.30, по MAKZ на 0.73).

Рисунок 2.18. *Фрагмент записи акустического сигнала по точке №7*

Магнитуды (mb) последнего взрыва оказались на 0,28 меньше предыдущего. При этом магнитуда, при сравнении с данными международной сети наблюдений, представляется завышенной, что свидетельствует о том, что кривая V-C на региональных расстоянии не подходит для данного района.

Данные станций Казахстана подтверждает и вывод Международного центра данных (IDC) о том, что сейсмический эффект от взрыва «Омега-3» значительно меньше, чем от взрыва «Омега-2». Так, «Омега-2» был зарегистрирован рядом станций и сейсмических групп, входящих в систему IMS, на земном шаре. Взрыв «Омега-3» – только станцией ZAL (Zalesovo) и сейсмической группой HFS. В результате этот взрыв не попал в каталог REB, поскольку число зарегистрировавших его станций IMS меньше 3.

Подготовленный и успешно проведенный 29 июля 2000 года сейсмический калибровочный эксперимент «Омега-3» выполнил поставленную перед ним задачу.

При проведении эксперимента присутствовали руководители министерств Казахстана и высокопоставленные лица США *(рисунок 2.19)*.

Рисунок 2.19. *Министр Школьник В.С. и бывший руководитель Невадского полигона Д. Лингер*

Таким образом, в результате проведенных в период с 1996 по 2000 год работ были полностью ликвидированы и запечатаны порталы 181 штольни горного массива Дегелен. Кроме того, используя энергию взрывов химических взрывчатых материалов, было проведено три сейсмических калибровочных эксперимента.

Программа ликвидации штолен полностью завершена.

2.4 Закрытие скважин испытательной площадки «Балапан»

2.4.1 Программа характеризации площадки «Балапан». Выявление и обследование неиспользованных скважин, предназначенных для проведения ядерных испытаний

По контракту DSWA01-97-C-0015 [12], Национальным ядерным центром Республики Казахстан проведено обследование неиспользованных скважин и ШПУ СС-18, подлежащих закрытию, на испытательной площадке «Балапан» бывшего Семипалатинского испытательного полигона.

Всего было обнаружено и обследовано 13 неиспользованных скважин *(рисунок 2.20)*, расположенных в различных частях испытательной площадки размерами 30×12 км, в различных геологических и гидрогеологических условиях. При характеристике геологического строения, гидрогеологических особенностей и физико-механических свойств горных пород были использованы материалы прошлых лет.

Рисунок 2.20. *Размещение неиспользованных скважин и ШПУ СС-18*

Координаты неиспользованных скважин, определенных GPS, приведены в *таблице 2.3*.

Таблица 2.3. *Координаты испытательных скважин*

Номер скважины	Координаты (по GPS)	
	Северной широты	Восточной долготы
1071-бис	49°58'51,7"	78°45'21,6"
1074	49°55'24,6"	78°45'06,8"
1327	49°55'53,3"	78°47'13,7"
1330	49°54'46,4"	78°44'55,6"
1343	49°54'31,1"	78°51'21,9"
1383	49°52'20,6"	78°38'52,0"
1386	49°52'48,5"	78°41'31,4"
1389	49°52'42,8"	78°45'36,4"
1409	50°02'08,4"	79°00'41,1"
1419	50°03'27,2"	78°56'19,3"

Обследование неиспользованных скважин заключалось в выполнении следующих работ:

- полевые радиометрические измерения на приустьевых участках скважин;
- обследование современного состояния скважин, описание конструкции оголовков и замеры пространственного положения объектов (GPS);
- проведение каротажных исследований в скважинах: кавернометрии, инклинометрии, электрокаротажей и гамма каротажа;
- гидрологические исследования в скважинах: проведение откачки воды, наблюдения за дебитом притока и отбор проб воды;
- гамма-спектрометрические и радиохимические анализы грунта и анализ проб воды на ^{137}Cs и тритий.

Полученная при обследовании информация позволила разработать и рекомендовать методы запечатывания каждой неиспользованной скважины и разработать меры безопасного производства работ.

Подробная характеристика площадки «Балапан» – геологическое строение, гидрогеологические условия и радиологическая ситуация в районах закрываемых скважин, а также конструкции данных скважин, состояние стволов на период исследований, приведены в «Обобщающем отчете по всем тринадцати неиспользованным скважинам и результатам обследования ШПУ СС-18».

Для геологического строения участка характерно широкое развитие глин неогена, которые чехлом мощностью от первых метров до 70-80 метров перекрывают отложения фундамента.

Региональная система подземных вод на площадке «Балапан» связана с зоной экзогенной трещиноватости палеозойских и мезозойских пород.

Особенность геологического строения (развитие водоупорных глин, которые имеют переменную мощность в связи с неровной поверхностью палеозойского фундамента) определяет глубину залегания кровли водоносного горизонта: от первых метров до 70-80 метров.

Водоносный горизонт, приуроченный к зоне экзогенной трещиноватости, вскрывается всеми скважинами. Фильтрационная способность пород водоносного горизонта оценивается как низкая и очень низкая: от 2,8 х 10^{-10} до 3,5 х 10^{-7} м/сек.

По химическому составу подземные воды в основном калий-натриевого-сульфатно-хлоридного состава, с крайне низким содержанием аниона гидрокарбоната.

В результате длительного нахождения скважин в открытом состоянии при незначительной циркуляции подземных вод (из-за наличия обсадных труб) происходит два основных процесса изменения состава воды.

Первый процесс связан с проникновением в скважины большого диаметра (около 10 м) с открытым устьем атмосферных осадков и опреснением воды в верхней части.

Вторым существенным процессом изменения состава воды является интенсивное увеличение общей минерализации в нижних частях скважин из-за практически отсутствия циркуляции вод в интервалах ниже 100-150 метров.

Поверхность территории площадки «Балапан» равнинная с общим уклоном в северо-восточным направлением.

Долина реки Шаган, являющейся левым притоком реки Иртыш, хорошо выражена в рельефе. Отмечается система бессточных впадин с высохшими озерами. На юге участок Балапан ограничен грядой холмов, возвышающихся до 100-120 м над окружающей местностью.

Неиспользованные экспериментальные скважины на площадке «Балапан» были пробурены в разные годы на различную глубину и в различных геологических и гидрологических условиях, поэтому каждая скважина имеет свои конструктивные особенности. Современное состояние скважин также неоднозначно.

Скважины представляют собой сооружения практически вертикальных подземных горных выработок круглого сечения диаметром от 820 мм и глубиной до 640 метров, предназначенные для проведения в них испытаний ядерных устройств.

Начальный диаметр большинства скважин (7 скважин) равен 1640 мм. Пять скважин имеют начальный диаметр 1440 мм и одна скважина (1071 бис) – 2100 мм. Конечный диаметр скважин – 1020 мм и 840 мм. Скважина 1071 бис, пробуренная на глубину 240 м, имеет конечный диаметр 1440 мм.

Предусматривалось бурение строго вертикальных скважин, но наиболее глубокие имеют незначительные отклонения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Установлено 5 таких скважин, инклинометрия одной из них (№1383) приведена ниже *(рисунок 2.21)*. До глубины 380 метров ствол скважины отклоняется в юго-восточном направлении, а затем разворачивается на юго-запад. Общее отклонение в вертикальной плоскости составляет 10,8 метров.

Рисунок 2.21. *Диаграммы инклинометрии скважины №1383*

Остальные скважины имеют практически вертикальный ствол. В горизонтальной плоскости отклонения имеют различные направления и величину – от 3,05 до 7,8 метров от вертикали.

Для придания устойчивости скважине использовались стальные трубы диаметром 2100 мм с толщиной стенок 16 мм, 1640 мм с толщиной стенок 14-15 мм, 1440 мм с толщиной стенок 12-14 мм, 1020 мм и 820 мм с толщиной стенок 10-12 мм.

Все обсадные трубы выведены на поверхность и образуют оголовки скважин *(рисунок 2.22)*. Межтрубные пространства заполнены цементным раствором.

Скважина № 1389

Скважина №1071-бис

Рисунок 2.22. *Вид оголовков скважин площадки «Балапан»*

Современное состояние скважин также отличается разнообразием. Только 5 скважин из 13 оказались доступными для обследования на глубину, близкую к первоначальной. Нижние части большинства скважин были заилены осевшим буровым раствором и заполнены посторонними

предметами, а скважина №1074 заполнена посторонним мусором и щебнем до уровня 38 метров. В скважине №1343 оставлена колонна бурильных труб, на нижнем конце которых находится стальной шаблон, перекрывший доступ в скважину на глубине 210 метров. В скважине №1389 был оставлен гидрологический снаряд, предназначенный для отбора технической воды, который в настоящее время поднят и демонтирован.

2.4.2 Радиационная обстановка площадки «Балапан»

Радиологическое обследование участков неиспользованных скважин включало полевые измерения уровня радиационного загрязнения и аналитические работы. Полевые исследования включали:

- определение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на высоте 1 метр над поверхностью маркера GPS и в 10 точках в радиусе 100 метров вокруг каждой скважины с шагом 50 м;
- определение плотности потока бета-частиц на поверхности в этих же точках;
- измерение активности альфа-излучающих радионуклидов в точке с максимальным загрязнением, определённым при измерении β-, γ-активности, и отбор пробы почвы для радиохимического анализа;
- отбор пробы грунта на расстоянии до 5 метров от устья скважины для гамма-спектрального анализа;
- отбор пробы воды после откачки на анализ ^{137}Cs и трития.

Максимальная мощность экспозиционной дозы варьировала в пределах 21-29 мкР/час, а максимальная плотность потока α-частиц не превышала 0,1-0,5 част/(мин×см^2). Небольшие по интенсивности β-излучения отмечены на площадках около скважин №1343 и №1389. Гамма-спектральным анализом также не зафиксировано превышение предельной активности природных радионуклидов.

Максимальное значение активности изотопа урана-238 (^{238}U) – 46 Бк/кг – отмечено у скважины №1330 (при норме 57 Бк/кг).

Загрязнение грунта радионуклидами техногенного происхождения выше предельно допустимого отмечалось в отдельных разрозненных точках. Значимые величины удельной активности установлены для изотопов ^{137}Cs, ^{90}Sr и ^{239,240}Pu *(таблица 2.4)*.

Как видно из таблицы, практически около всех скважин превышены значения удельной активности по плутонию-(239,240), а в районе скважины №1419 – и по стронцию-90.

Согласно «Временным критериям по ограничению облучения населения при передаче в хозяйственное пользование земель (КПРЗ-97)», ограничений по работам на приустьевых площадках нет.

Гамма-каротаж скважин показал отсутствие высоких значений гамма активности. Она соответствует природной активности пород.

Радиохимические исследования подземных вод, проведенные в 1997 и 1998 годах, показали значительное превышение ПДК трития и стронция-90 лишь по пробе воды, отобранной из скважины №1419 *(таблица 2.5)*.

Таблица 2.4. *Результаты лабораторных исследований грунтов приустьевых площадок*

№ скважины	Содержание в грунте, Бк/кг					
	^{40}K	^{232}Th	^{238}U	^{137}Cs	$^{239,240}Pu$	^{90}Sr
1071-бис	781,0	33,0	22,0	<6,0	9,0	23,4
1074	531,0	20,0	25,0	10,0	<1,0	6,8
1327	504,0	13,0	38,0	24,0	11,2	7,9
1330	779,0	24,0	46,0	7,0	23,0	14,2
1343	556,0	15,0	35,0	13,0	17,2	7,8
1383	611,0	22,0	25,0	20,0	14,1	9,6
1386	536,0	20,0	28,0	<6,0	11,2	2,8
1389	496,0	24,0	30,0	7,0	2,3	7,7
1409	695,0	26,0	33,0	25,0	20,7	9,1
1419	675,0	27,0	24,0	13,0	38,4	59,7
ПДК	1130,0	61,0	57,0	370,0	3,7	37,0

Таблица 2.5. *Результаты радиохимических исследований подземных вод*

№ скважины	Год	Удельная активность радионуклидов		
		^{137}Cs, Бк/л	^{90}Sr, Бк/л	^{3}H, кБк/л
1330	1998	4±40	104±16	<4
	1997		2±100	<1,3
1383	1998	<4	0,14±27	<4
	1997		2±100	<1,3
1386	1998	<4	43±16	<4
	1997		<2	<1,3
1409	1998	2±90	1,7±19	<4
	1997		<2	<1,3
1419	1998	3±50	1990±16	1850±12
	1997	<2	255	1076

Исходя из обстановки, выявленной по результатам предварительного обследования состояния стволов скважин и приустьевых площадок, при выборе способа уничтожения были учтены следующие факторы:

- отсутствие ограничений по работам на приустьевых площадках;
- наличие в стволах скважин №1074 и №1343 буровых труб;
- наличие на забое скважин слабых илистых грунтов – осадков;
- значительное содержание в подземных водах скважины №1419 радиоактивных элементов стронция и трития.

2.4.3 Ликвидация испытательных скважин

Работы по ликвидации неиспользованных испытательных скважин на площадке «Балапан» выполнены Национальным ядерным центром Республики Казахстан совместно с Казахским государственным научно-производственным центром взрывных работ и ТОО «Дегелен» в два этапа:

- закрытие и полное запечатывание трех скважин
  – Контракт № DSWA-0094 [13];
- закрытие и полное запечатывание десяти скважин
  – Контракт № DSWA 0064 [14].

Первой основной задачей данной работы являлось закрытие и полное запечатывание неиспользованных скважин, а второй – проведение экспериментов по взрыву 25 тонн взрывчатого материала в четырех уничтожаемых скважинах.

Работы выполнялись в соответствии с «Проектом опытных взрывов для закрытия испытательных скважин на площадке «Балапан» Семипалатинского полигона» и «Проектом производства взрывов на закрытие оставшихся испытательных скважин на опытной площадке «Балапан» (Семипалатинский испытательный полигон)».

Проекты производства взрывов на закрытие испытательных скважин на опытной площадке «Балапан» разработаны Казахским государственным научно-производственным центром взрывных работ, утверждены департаментом по государственному надзору за чрезвычайными ситуациями, безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору Комитета Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям и прошли экологическую экспертизу.

В 1997 году закрытию с проведением калибровочных экспериментом подлежало три скважины – №№1311, 1349 и 1381.

В 1998 году закрытию подлежало десять испытательных скважин: №№1071-бис, 1074, 1327, 1330, 1343, 1383, 1386, 1389, 1409 и 1419, с проведением калибровочного эксперимента в скважине №1071-бис.

Калибровочные эксперименты. Исходя из состояния стволов скважин перед проведением опытных работ и учитывая необходимость дальнейшего проведение экспериментов по изучению работоспособности взрывчатых материалов в природных условиях, а также технологии формирования зарядов, была принята следующая последовательность работ по калибровочным экспериментам по согласованию с представителем DSWA:

1. Опытный взрыв в скважине №1311 на глубине 50 метров.
2. Опытный взрыв в скважине №1381 на глубине 300 метров.
3. Опытный взрыв в скважине №1349 на глубине 550 метров.
4. Опытный взрыв в скважине 1071-бис на глубине 28 метров.

Конструкции зарядов в скважинах показаны на схеме *(рисунок 2.23)*.

В связи с последствиями взрывов, установка бетонных заглушек на скважинах была заменена (по согласованию с представителями DSWA) засыпкой образовавшихся воронок вывалами грунта из скважины и местными природными материалами.

а) Скважина № 1311 *б) Скважина № 1381* *в) Скважина № 1349*

1. *гравийная засыпка*
2. *бетонное перекрытие*
3. *основной заряд гранулотола*
4. *контейнер с инициирующим зарядом*
5. *боевики (два)*
6. *ДШУ-33М (детонирующий шнур)*
7. *трос*
8. *трубки для спуска ДШУ-33М*
9. *ролик для спуска контейнера с боевиками*
10. *кумулятивная полость в контейнере*
11. *уровень воды в скважинах*

Рисунок 2.23. *Схема конструкции зарядов в скважинах*

Скважина №1311. При подготовке скважины к опытному взрыву ствол до отметки – 51,0 метр от поверхности земли засыпан местным природным материалом – суглинком, песком с гравием и щебнем. Затем при помощи бурового агрегата была установлена цементная пробка мощностью 1,0 метр, основание которой находилось на засыпанном грунте.

Формирование основного заряда гранулотола массой 22 000 кг произведено 2 августа 1997 года, за 24 часа от расчетного времени подрыва заряда. Формирование и спуск контейнера с боевиками на основной заряд осуществлен 3 августа за 3 часа до взрыва. Подрыв заряда в скважине №1311 произведен 3 августа 1997 года в 15 часов 07 минут 20,04 секунд местного времени.

В результате взрыва образовалась воронка глубиной 9,48 метра от поверхности земли с навалами грунта до 3,2 метра. Максимальный диаметр воронки по отметке поверхности земли составил 45 метров, а по навалу грунта – 55 метров. Объем выброшенной породы составил 1250 м^3. Фрагмент трубы обсадной колонны длиной 10,5 метра отлетел в результате взрыва на 115 метров от центра бывшей скважины.

Ликвидация воронки и планировка площадки произведена путем ее засыпки при помощи бульдозера выброшенным из скважины грунтом, в соответствии с утвержденным проектом закрытия. Дата окончательной ликвидации 20 октября 1997 года.

Скважина №1381. При подготовке скважины к опытному взрыву ствол до отметки 301,0 метр от поверхности земли засыпан местным природным материалом – щебнем. Затем при помощи бурового агрегата была установлена цементная пробка, мощностью 1,0 метр, основание которой находилось на засыпанном грунте.

Формирование основного заряда гранулотола массой 22 000 кг произведено 30 августа 1997 года, за 24 часа от расчетного времени подрыва заряда. Формирование и спуск контейнера с боевиками на основной заряд осуществлен 31 августа за 2 часа до взрыва.

Конструкция заряда в скважине приведена на *рисунке 2.23* Подрыв заряда в скважине №1381 произведен 31 августа 1997 года в 14 часов 08 минут 39,179 секунд местного времени.

Рисунок 2.24. *Скважина №1381 после взрыва*

Рисунок 2.25. *Скважина №1349. Закладка ВВ*

В результате взрыва образовалась воронка максимальной глубиной 3,1 метра от поверхности земли. Максимальный диаметр воронки по отметке поверхности земли составил 10 метров, объем выброшенной породы – 20 м^3. Фрагмент трубы обсадной колонны длиной 15 метров упал в результате взрыва на воронку в 1,5 метров от центра бывшей скважины *(рисунок 2.24)*.

Ликвидация воронки и планировка площадки – запечатывание скважины – произведены путем ее засыпки при помощи бульдозера местным природным грунтом. По результатам взрыва представителями DSWA было принято решение об изменении проекта ликвидации: засыпать образовавшеюся воронку местным грунтом с планировкой участка бывшей скважины. Дата окончательной ликвидации – 21 ноября 1997 года.

Скважина №1349. При подготовке скважины к опытному взрыву ствол до отметки 551,0 метр от поверхности земли засыпан местным природным материалом-щебнем. Затем при помощи бурового агрегата была установлена цементная пробка мощностью 1,0 метр, основание которой находилось на засыпанном грунте.

Формирование основного заряда гранулотола массой 22 000 кг *(рисунок 2.25)* произведено 27 сентября 1997 года, за 24 часа от расчетного времени подрыва заряда. Формирование и спуск контейнера с боевиками на основной заряд осуществлен 28 сентября за 2 часа до взрыва. Конструкция заряда в скважине приведена на *рисунке 2.23*.

Подрыв заряда в скважине №1349 произведен 28 сентября 1997 года в 14 часов 30 минут 15,126 секунд местного времени.

В результате взрыва образовалась воронка глубиной 10 метров от поверхности земли с навалами грунта до 3,1 метра. Максимальный диаметр воронки по отметке поверхности земли составил 20 метров. Выброс грунта из скважины произошел направленно, в северо-западном направлении. Объем выброшенной породы составил 260 м^3. Фрагменты труб обсадной колонны длиной от 1,5 до 11,6 метров разлетелись в результате взрыва до 40 метров от центра бывшей скважины.

Ликвидация воронки и планировка площадки – запечатывание скважины – произведено при помощи бульдозера путем засыпки местным природным грунтом. Дата окончательной ликвидации – 11 ноября 1997 года.

Скважина №1071-бис. Основание заряда располагалось на отметке 28 метров *(рисунок 2.26)*. Основание боевика, сформированного из 24 кг шашек-детонаторов Т-400Г, 16 кг аммонита №6ЖВ, 2400 метров детонирующего шнура ДШЭ-12 и 1000 кг гранулотола, расположено на глубине 23 метров (на отверстии). Боевик был заложен в специально изготовленный контейнер длиной 8,0 метров и диаметром 1,0 метр.

Всего масса заряда составила 25 040 кг взрывчатых веществ. Мощность столба воды над зарядом составила 14 метров. Подрыв заряда осуществлен 17 сентября 1998 года в 07 часов 19 минут 40,551 секунд GMT.

В результате взрыва *(рисунок 2.27)* образовалась воронка с диаметром по верхней части навала до 55 и глубиной до 18 метров *(рисунок 2.28)*. Объем выброшенной породы составил более 6500 м^3. Обломки породы и куски обсадных труб разлетались на расстояние более 500 метров от эпицентра взрыва. Через двое суток воронка заполнилась грун-

1. *гравийная засыпка*
2. *бетонное перекрытие*
3. *основной заряд гранулотола*
4. *контейнер с инициирующим зарядом*
5. *боевики (два)*
6. *ДШУ-33М (детонирующий шнур)*
7. *трос*
8. *уровень воды в скважинах*

Рисунок 2.26. *Конструкция зарядов при ликвидации испытательных скважин*

товыми водами до отметки 4,0 метра от ранее существовавшей поверхности земли.

Ликвидация воронки и планировка площадки – запечатывание скважины – произведено при помощи бульдозера путем засыпки местным природным грунтом.

Дата окончательной ликвидации – 11 ноября 1997 года.

Рисунок 2.27. *Фрагмент взрыва*

Ликвидация оставшихся девяти испытательных скважин проведена способами, приведенными в *таблице 2.6*. Семь скважин закрыты с применением взрывчатых материалов.

Метод закрытия был выбран исходя из целей работ, характеристики и состояния ствола скважин, радиоэкологического состояния приустьевой площадки и подземных вод.

Конструкции зарядов приведены на *рисунке 2.26*.

Взрывы для уничтожения скважин проведены 13 и 14 июля, 14 и 15 августа 1998 года. 13 августа был проведен экспериментальный подрыв аммиачно-селитрового материала на поверхности земли у скважины 1383, а 14 августа –

Рисунок 2.28. *Воронка после взрыва на скважине №1071-бис*

в скважине 1383 на глубине 190 метров, 15 августа – полевой эксперимент (100 кг ВВ) и 17 сентября – опытный взрыв (25040 кг ВВ) в скважине 1071-бис. Некоторые характеристики взрывов приведены в *таблице 2.7.*

Таблица 2.6. *Методы закрытия испытательных скважин*

Номер метода	Описание метода	Номер ликвидируемой испытательной скважины
1	Обрезка обсадных и буровых труб, засыпка природным материалом с добавлением металлолома, планировка участка	1074, 1343
2	Засыпка скважины местным грунтом, разрушение обсадных труб методов взрыва изнутри скважины 2 тонн ВВ, планировка участка	1327, 1330, 1383, 1386, 1409
3	Обрезка обсадных труб методом взрыва, засыпка природным материалом, планировка участка	1389
4	Засыпка скважины гравием до отметки 20 метров, разрушение труб методом взрыва 2 тонн ВВ снаружи, засыпка скважины природным материалом с добавлением металлолома, планировка участка. В процессе работ не допускается излив подземных вод из скважины на поверхность земли.	1419

Практически все взрывы эффективно «сработали» на уничтожение стволов скважин. В результате взрывов образовались воронки, характеристики которых приведены в *таблице 2.8*.

Таблица 2.7. *Характеристика взрывов при уничтожении скважин*

№ скважины	Масса заряда ВВ, кг	Глубина заложения заряда, м	Дата взрыва	Время взрыва по GMT	Примечания
1327	2028	20	7/14/98	05.11.35,570	
1330	2028	20	7/14/98	08.19.39,296	
1383	223	190	8/14/98	07.44.11,545	Подрыв АСМ
	2024	14	8/15/98	02.40.59,116	
1386	2028	20	7/13/98	10.44.56,363	
1389	2024	9	8/15/98	05.05.11,156	
1409	2024	13	8/14/98	04.28.52,815	
1419	2024	2,5	8/14/98	05.39.24,970	

Таблица 2.8. *Характеристика воронок*

Номер скважины	Размеры воронки в метрах по верхней части навала		Объем выброшенной породы, м^3	Наличие подземных вод в метрах от поверхности земли
	диаметр	глубина		
1327	Воронка отсутствует			
1330	16,0	2,5	600	Нет
1383	12,0	3,0	550	Нет
1386	19,0	4,5	1350	3,5
1389	28,0	4,5	3000	2,0
1409	18,0	5,2	1760	Нет
1419	11,4	3,0	400	Нет

Взрыв ВВ в количестве 2028 кг, заложенный на глубине 20 метров в скважине №1327, разорвал обсадные трубы на глубине около 13 метров от поверхности земли. При этом обсадные трубы приподнялись на 0,7 метра над поверхностью земли, но воронка при взрыве не образовалась. Дальнейшая ликвидация обсадных труб была произведена при помощи газовой резки.

Полная ликвидация скважин – их запечатывание – осуществлено путем засыпки воронок местным грунтом, выброшенным взрывом, с добавление в них металлического лома, собранного с прилегающих к площадкам скважин территорий. Объем металлического лома не превышал при этом 5 % объема засыпки.

По окончанию засыпки воронки производилась планировка участка размерами 100×100 метров *(рисунок 2.29)*.

Для обеспечения безопасной транспортировки взрывчатых материалов и персонала были выполнены работы по грейдированию и строительству временных полевых дорог при помощи бульдозера.

Рисунок 2.29. *Внешний вид участка работ после планировки*

2.4.4 Сейсмологическое обеспечение работ

Учитывая, что скважины, при уничтожении которых использовались взрывчатые материалы, расположены на большой территории площадки «Балапан», и при этом возможен значительный охват просвечивания для томографического отображения скоростной характеристики полигона, все взрывы регистрировались сейсмическими станциями Национального ядерного центра Республики Казахстан совместно с Лос-Аламосской Национальной лабораторией Калифорнийского Университета.

Для фиксирования сейсмических сигналов на площадке «Балапан» была создана сеть из 8-ми временных трехкомпонентных сейсмических станций.

Сейсмические приборы располагались в горных выработках круглого сечения (дудках) диаметром 900 мм и глубиной до 0,8 метра. Дно выработки было залито 5-сантиметровым слоем цементного раствора.

Временная сейсмическая сеть была оборудована сейсмографическими станциями типа REFTEK, которые оснащены короткопериодными сейсмодатчиками L4-C-3D. На первой станции, расположенной вблизи опытной скважины (SE), был установлен акселерометр типа FBA.

Местоположение каждой станции на площадке выбрано специалистами DSWA.

Определение координат проводилась по системе GPS *(таблица 2.9)*.

За 1997-1998 гг. на площадке «Балапан» проведено 20 взрывов. Масса зарядов изменялась от 51,2 до 25040 кг, глубина заложения заряда ВВ – от 0,0 до 630,0 метров.

Основным взрывчатым веществом при закрытии служил гранулотол. Кроме того, в скважине №1383 на поверхности земли и на глубине 190 метров был успешно испытаны аммиачно-селитренные взрывчатые материалы – гранулит Э.

Таблица 2.9. *Координаты станций временной сейсмической сети*

Номер станции	Координаты по GPS	
	Северная широта	Восточная долгота
SE 1071-бис	49°58'54,9"	78°45'21,2"
SE 1327	49°56'06,9"	78°47'12,8"
SE 1330	49°56'58,0"	78°44'53,9"
SE 1383	49°52'17,4"	78°38'52,0"
SE 1386	49°52'51,4"	78°41'31,4"
SE 1389	49°52'39,7"	78°45'36,4"
SE 1409	50°02'22,5"	79°00'38,5"
SE 1419	50°03'50,0"	78°56'17,9"
S2	49°51'50,0"	78°52'12,4"
S3	49°56'58,0"	78°44'53,9"
S4	49°52'35,8"	78°45'49,0"
S6	49°49'18,5"	78°45'11,,2"
S7	49°51'09,4"	78°59'02,8"
S8	49°58'18,8"	78°45'32,4"
S9	49°58'18,8"	78°57'31,7"

В результате проведенных работ ликвидированы и запечатаны 13 неиспользованных испытательных скважин площадки «Балапан». Для их ликвидации использованы взрывы промышленных взрывчатых материалов, допущенные к применению в Республике Казахстан, разработана и впервые в мире применена технология заряжания и взрыва промышленных взрывчатых материалов в условиях гидростатического давления до 6,0 МПа в скважинах большого диаметра (более 1,0 м).

Сейсмические волны, вызванные взрывами для ликвидации скважин, зафиксированы сетью специально созданной на площадке «Балапан» временных сейсмических станций, а также сейсмическими станциями и обсерваториями Национального ядерного центра Республики Казахстан.

Каких-либо ухудшений экологической обстановки, в том числе и радиоэкологической, проведенными работами по закрытию испытательных скважин не произошло.

2.4.5 Ликвидация ШПУ на испытательной площадке «Балапан»

Во исполнение Соглашения между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки об уничтожении шахтных пусковых установок (ШПУ) межконтинентальных баллистических ракет (МБР), ликвидации последствий аварийных ситуаций и предотвращения рас-

пространения ядерного оружия от 13 декабря 1993 года, Соглашения между Департаментом обороны США и Министерством науки – Академии наук Республики Казахстан об уничтожении ядерных инфраструктур от 3 октября 1995 года (с учетом Поправки от 10 июня 1996 года) и в рамках контракта DNA 001-95-C-0179 от 19 октября 1995 года, заключенного между Национальным ядерным центром Республики Казахстан и Defence Nuclear Agency США, выполнялись работы по ликвидации шахтных пусковых установок МБР СС-18, находящихся на территории бывшего полевого сейсмического комплекса.

Полевой сейсмический комплекс (ПСК) размещается на юго-востоке территории бывшего Семипалатинского полигона в урочище Балапанжыра в 110 км от города Курчатов и в 8 км от долины реки Шаган – в центре района, где проводились подземные ядерные испытания.

ПСК занимает площадь около 2 км^2, его территория обозначена остатками защитного ограждения из колючей проволоки. В состав комплекса входят две группы сооружений, включающих по 6 ШПУ каждая, в свою очередь также обнесенных охранным ограждением *(рисунок 2.30)*.

Каждое сооружение, в отличие от типовой площадки ШПУ ракетных войск, где кроме ШПУ все сооружения наземные, состоит из собственно ШПУ и подземных бункеров из монолитного железобетона для размещения систем управления ракетой, жизнеобеспечения персонала в командном пункте и исследовательского оборудования. Бункера и установки соединяются подземными тоннелями длиной 20-50 м. Вокруг каждой шахты расположено 5-10 вертикальных железобетонных колодцев глубиной до 4 м.

Весь район ПСК представляет собой искусственную насыпь выбросов грунта высотой до 10 м, внутри которого на разной высоте от нулевой отметки расположены шахты, бункера, тоннели и воронки глубиной до 20 м и диаметром до 30 м, образовавшиеся в процессе испытаний ШПУ на прочность путем взрывных работ и при подрыве оголовков. На территории комплекса осталось около 5-7 км полуразрушенных насыпных дорог, ведущих к каждой шахте, и подземные противопожарные стальные хранилища запасов воды.

Большая часть ПСК загрязнена железобетонными и стальными обломками, образовавшимися от разрыва дополнительных технологических отражающих и концентрирующих конструкций при воздействии испытательных зарядов. Размер обломков от 0,05 до 2 м, вес отдельных конструкций достигает нескольких десятков тонн. Район расположения полевого сейсмического комплекса представлен на *рисунке 2.31*.

В непосредственной близости от комплекса находятся три боевые скважины: скважина «А» – на расстоянии 150 м, скважина №1005 – на расстоянии 200 м, а также просевшая после обрушения при взрыве газа через 17 лет после испытания скважина «Глубокая» – на расстоянии 450 м. Весь район находится в зоне вероятного радиоактивного загрязнения: в процессе предварительной разведки при подготовке установок к взрыву российскими войсками на ШПУ обнаружено «пятно» с мощностью дозы по гамма-излучению 150 мкР/час, по бета-излучению интенсивностью 90 част./(мин×см^2). Предварительная площадь «пятна» – 15 м^2, с глубиной содержание РВ увеличивается.

Топографическая карта размещения ШПУ СС-18.

Рисунок 2.30. *Карта размещения ШПУ на ПСК*

В Республике Казахстан практически нет информации о назначении и технологии экспериментов воздействия на данные ШПУ, оснастке и дополнительных подземных конструкциях шахт.

В связи с этим Национальным ядерным центром Республики Казахстан перед началом работ по ликвидации ШПУ в 1996-1997 гг. была проведена полная характеризация ШПУ и анализ радиационной обстановки на площадке ПСК, а также выработаны рекомендации по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ.

Подъезд со стороны сооружения 406

Общий вид сооружения 401

Оголовок сооружения 395

Остатки холодильного центра

Рисунок 2.31. *Вид района расположения полевого сейсмического комплекса*

Работы по демонтажу ШПУ проводились в три основных этапа:

1. предварительное радиологическое обследование территории площадок ШПУ;
2. демонтаж ШПУ и проведение ликвидации обнаруженных очагов территорий с радиоактивным заражением;
3. заключительное радиологическое обследование площадок ШПУ.

Радиологические обследования ШПУ включали в себя:

- проведение дозиметрических измерений на местности (альфа- и бета-активности на поверхности земли, измерения МЭД) по заранее разбитой сетке измерений (16 точек на каждой ШПУ);
- отбор проб грунта (отобрано 144 пробы при предварительном обследовании и 256 проб при проведении заключительного обследования);
- лабораторный анализ проб на содержание радионуклидов, в том числе стронция и плутония и тяжелых металлов.

При проведении предварительного радиологического обследования было установлено следующее:

- на площадках ШПУ 401 и 406 обнаружены остатки строительных конструкций, мощность экспозиционной дозы от которых достигает до 1,5 мР/ч, что классифицирует их по КПРЗ 97 как радиоактивные отходы, подлежащие захоронению. Фоновое значение мощности экспозиционной дозы для данной местности – 10-20 мкР/ч.

- обнаружено четыре загрязненных участка на площадках ШПУ 401 и 406:
  - участок 1 – остатки строительных конструкций (объем 42-50 м^3, мощность экспозиционной дозы до 1,4 мР/ч, загрязнение по бета-активным нуклидам до 2500 част/(мин×см^2));
  - участок 2 – территория, загрязненная ^{152}Eu (площадь около 100 м^2);
  - участок 3 – остатки строительных конструкций (объем 0,5 м^3, мощность экспозиционной дозы до 40 мкР/ч, загрязнение по бета-активным нуклидам до 20 част/(мин×см^2));
  - участок 4 – остатки строительных конструкций (объем 5 м^3, мощность экспозиционной дозы до 40 мкР/ч, загрязнение по бета-активным нуклидам до 16 част/(мин×см^2)).

В результате данных работ все ШПУ были полностью уничтожены, а рельеф выровнен до естественного.

После проведения реабилитационных работ и демонтажа ШПУ заключительное радиологическое обследование площадок ШПУ показало, что аномальных превышений альфа-, бета- и гамма-активностей на обследованной территории не обнаружено. Измеренные в контрольных точках активности находились в следующих пределах:

- по альфа-излучению – 0-1 част/(мин×см^2);
- по бета-излучению – 4-14 част/(мин×см^2);
- по гамма- излучению – 0,07-0,18 мкЗв/ч;
- отсутствие аномальных повышений активностей по всем радионуклидам для всех площадок ШПУ;
- отсутствие во всех пробах содержания металлов выше нормативных значений.

В настоящее время территория площадок ШПУ характеризуются наличием мест проседания грунта, вызванных, по всей видимости, наличием внутренних полостей. Форма провалов представляет собой округлые впадины, изборожденные глубокими трещинами, имеющими кольцевую и диаметральную направленность *(рисунок 2.32)*. Иногда в центре или по краям впадин встречаются небольшие (диаметром до полуметра) ямы, глубиной до 1 м. Размеры впадин различны диаметр от нескольких

Рисунок 2.32. *Один из типичных провалов в области расположения ШПУ*

Рисунок 2.33. *Кольцевой провал в месте расположения недостроенной ШПУ*

метров до нескольких десятков метров (обычно не более 30 м). В месте бывшего расположения недостроенной ШПУ имеется кольцевой провал глубиной несколько метров, ограниченный бетонными конструкциями стенок бывшей ШПУ *(рисунок 2.33)*.

Сложившаяся радиационная обстановка на территории расположения ШПУ не представляет радиационной опасности для окружающей среды и населения. Содержание радионуклидов и металлов в грунте находятся в пределах средних значений для района расположения площадок ШПУ.

2.5 Радиационное обследование СИП после окончания работ [15]

После проведения демилитаризационной деятельности на территории СИП было выполнено исследование радиационной обстановки и её изменение с целью исследования влияния на радиационную обстановку закрытия штолен на горном массиве Дегелен, ликвидации скважин и шахтных пусковых установок на площадке «Балапан».

В горном массиве Дегелен проведено радиационное обследование припортальных площадок 181 штольни, а также маршрутное обследование водотоков из штолен и основных ручьев горного массива. Несколько экспедиций было посвящено изучению воздействия ликвидации штолен на флору и фауну горного массива Дегелен.

В 1999 году на припортальных территориях были проведены радиометрические полевые измерения радиационных параметров: мощности экспозиционной дозы, плотности поверхностного загрязнения альфа- и бета-излучателей. В точках максимального загрязнения осуществлялся отбор проб грунта, которые анализировались для выявления радионуклидного состава.

Радиационное обследование припортальных площадок проводилось на площади 8000 м^2 по схеме, представленной на *рисунке 2.34*.

В качестве примера на *рисунке 2.35* приводятся карты-схемы значений МЭД для некоторых характерных штолен: № 504, Ж-1, 430.

Для оценки воздействия ликвидации военной инфраструктуры на окружающую среду в горном массиве Дегелен обработка результатов полевых измерений велась по средним величинам, определённым

Рисунок 2.34. *Схема обследования припортальных площадок штолен*

Штольня №504 до закрытия

Штольня №504 после закрытия

Штольня №Ж-1 до закрытия

Штольня №Ж-1 после закрытия

Штольня № 430 до закрытия

Штольня № 430 после закрытия

Рисунок 2.35. *Изменение МЭД на припортальных участках штолен в результате её закрытия*

по всем точкам измерения на припортальных участках. Это позволило ограничить влияние отдельных нехарактерных точек с максимальными значениями радиационных параметров на характер загрязнения всего исследуемого участка.

Степень радиоактивного загрязнения припортальных площадок штолен оценивалась по значению МЭД, наиболее характерному радиационному параметру.

На *рисунке 2.36* представлена гистограмма, характеризующая воздействия ликвидации штолен на природную среду по усредненным значениям для 181 штольни.

Рисунок 2.36. *Радиационные параметры до и после закрытия штолен*

Построенная гистограмма очень наглядно иллюстрирует улучшение радиационной обстановки на припортальных площадках штолен в горном массиве Дегелен.

Радиационное обследование на испытательной площадке «Балапан» проводилось на приустьевых площадках 13 скважин и 12 демонтированных шахтных пусковых установок и заключалось в площадном измерении радиационных параметров (МЭД, поверхностное загрязнение альфа- и бета- излучателями), отборе проб природной среды по заданным схемам для проведения лабораторных анализов с целью определения изотопного состава радиоактивного загрязнения.

Оценка воздействия ликвидационных работ проводилась путем сравнения значений радиационных параметров до и после закрытия штолен, скважин и ШПУ. Особое внимание уделялось изучению влияния гидрологического режима на окружающую среду горного массива Дегелен.

Анализ материалов полевых измерений, выполненных до и после ликвидации неиспользованных скважин, показал, что на приустьевых площадках значения радиоактивных параметров не превышали нормативы, принятые в Республике Казахстан. Вместе с тем, радиационный мониторинг показал, что ликвидационные работы обусловили уменьшение гамма-излучения, о чем наглядно свидетельствует гистограмма, построенная по усредненным значениям МЭД для всех исследованных скважин *(рисунок 2.37)*.

Результаты полевой радиометрии, полученные до и после ликвидации ШПУ, показали, что значения МЭД на исследованных территориях не превышали допустимого норматива, т.е. 0,6 мкЗв/ч. Величины плотности поверхностного загрязнения альфа- и бета-излучателями также

Рисунок 2.37. *Изменение МЭД после проведения ликвидационных работ*

не превышали установленных норм. Более того, в результате ликвидационных работ на всех приустьевых площадках произошло уменьшение гамма-излучения, о чем наглядно свидетельствуют гистограммы *(Рисунок 2.38)*, построенные по усредненным значениям МЭД для двух площадок, на которых были расположены ШПУ, и для одной отдельно стоящей ШПУ.

На основании анализа полученных результатов обследования припортальных территорий штолен на испытательной площадке «Дегелен» и приустьевых территорий скважин и ШПУ на испытательной площадке «Балапан» и их сравнения с результатами предыдущих исследований, можно сделать следующие выводы:

а – площадка 1 *б – площадка 2* *в – ШПУ № 395*

Рисунок 2.38. *Изменение МЭД до и после ликвидации ШПУ.*

1. Ликвидация штолен, в целом, обусловила улучшение радиационной обстановки в горном массиве Дегелен. Вследствие засыпки порталов штолен значения радиационных параметров значительно уменьшились. Вместе с тем, значения радиационных параметров на большинстве штолен превышают уровень глобального загрязнения для средних широт северного полушария.
2. Ликвидация скважин и ШПУ, в целом, не изменила радиационную обстановку на испытательной площадке «Балапан», так как в ликвидированных объектах ядерные взрывы не проводились. На приустьевых

площадках ШПУ и скважинах уровень радиоактивного загрязнения не превышает фоновых значений.

3. Засыпка порталов штолен и приустьевых площадок скважин и ШПУ, безусловно, сказалась на улучшении естественного рельефа местности.
4. Прекращение антропогенной деятельности на горном массиве Дегелен привело к увеличению численности некоторых популяций животных и расширению зоны их обитания. Отмечается появление в горном массиве животных и птиц, занесенных в Красную Книгу РК.
5. Исключена возможность проникновения в полости штолен людей и животных.
6. Проведение подземных ядерных испытаний привело к деградации растительного покрова горного массива Дегелен, что наблюдалось вначале и при засыпке порталов штолен. Однако через год наблюдалось восстановление растительности различной интенсивности в зависимости от состава засыпочного материала и количества атмосферных осадков. Следует отметить и отличие видового состава данной растительности и растительности прилегающих территорий. Появление разнотравья, характерного для прилегающих территорий, на припортальных площадках не исключается, но для этого необходим более длительный период восстановления. Флористический мониторинг не выявил ни одного случая изменений растительности на генетическом уровне.

Таким образом, ликвидационные работы, выполненные на испытательных площадках «Балапан» и «Дегелен» с 1995 по 1998 годы, оказали позитивное воздействие и привели к улучшению состояния окружающей среды. Вместе с тем исследования показывают, что в горном массиве Дегелен, где на окружающую среду огромное влияние оказывает водная система, ликвидация штолен с водопроявлениями не исключила в полной мере миграцию радионуклидов из полостей штолен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 2

1. Тухватулин Ш.Т., Такибаев Ж.С, Семипалатинский полигон: 10 лет после закрытия, XXI век – навстречу миру, свободному от ядерного оружия, Международная конференция, 29-30 августа 2001 г., г. Алматы
2. Кадыржанов К.К., Лукашенко С.Н, Семипалатинский испытательный полигон – проблема или национальное достояние Казахстана, Семипалатинский полигон: 10 лет после закрытия, XXI век – навстречу миру, свободному от ядерного оружия, Международная конференция, 29-30 августа 2001 г., г. Алматы
3. Беляшова Н.Н., Демин В.Н., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Смирнов А.А., Беляшов А.В., Германова Т.И., Аристова И.Л., Синева З.И., Калибровочные взрывы 1997-2000 гг. на Семипалатинском испытательном полигоне в интересах сейсмического мониторинга, Семипалатинский полигон: 10 лет после закрытия, XXI век – навстречу миру, свободному от ядерного оружия, Международная конференция, 29-30 августа 2001 г., г. Алматы
4. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-94-C-0031
5. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-94-C-0122
6. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-94-C-0032
7. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-95-C-0179
8. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-96-C-0067
9. Материалы итогового отчета по контракту DNA001-96-C-0099
10. Материалы итогового отчета по контракту DSWA01-97-C-0027
11. Материалы итогового отчета по контракту DSWA01-98-C-0016
12. Материалы итогового отчета по контракту DSWA01-97-C-0015
13. Материалы итогового отчета по контракту DSWA01-97-C-0094
14. Материалы итогового отчета по контракту DSWA01-98-C-0064
15. Материалы итогового отчета по контракту DTRA01-99-C-0023

ГЛАВА 3. СНИЖЕНИЕ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

3.1 Совместные работы Казахстана и России

После прекращения ядерных испытаний на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне остались объекты, содержащие «чувствительную» информацию о технологии проведения ядерных испытаний. К таким объектам относились контейнеры «Колба», отдельные штольни горного массива Дегелен и площадки, содержащие диспергированные отходы ядерной деятельности (ОЯД), а также другое специальное технологическое оборудование (СТО) испытаний и аппаратурные комплексы регистрации. Ведение на территории полигона хозяйственной деятельности, в том числе и несанкционированной, существенно повысило вероятность доступа к «чувствительной» информации и могло привести к нарушениям в области соблюдения положений Договора о нераспространении ядерного оружия, а также угрозе радиационного и ядерного терроризма [1].

Переговоры о демилитаризации полигона на уровне правительств двух стран – Республики Казахстан и Российской Федерации – начались 25 декабря 1993 г. в г. Алма-Ате, где состоялась встреча Председателя Правительства Российской Федерации В. С. Черномырдина и Премьер-министра Правительства Республики Казахстан С. А. Терещенко, на которой они договорились в течение января-февраля 1994 г. рассмотреть вопросы, связанные с проблемой *«...ликвидации последствий испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне»*, и подготовить по ним решения.

С этой целью, в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 18.01.1994 г. № АШ-П8-00315, руководство Министерства обороны РФ должно было провести переговоры с руководством Республики Казахстан по вопросам, определяющим конкретное участие и России, и Казахстана в реализации Программы оценки последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне [2].

Российская Федерация для решения этих вопросов представила свои предложения, суть которых заключалась в следующем:

- всю координацию действий российских министерств и ведомств при проведении переговоров по указанной проблеме поручить Минсотрудничеству и МИД РФ;
- концепция переговоров должна состоять в исключении в дальнейшем возможных претензий казахстанской стороны по поводу необъективности подходов к оценке последствий ядерных испытаний, а также учитывать, что финансирование Программы работ должно осуществляться преимущественно казахской стороной;
- Программа работ должна быть подписана обеими сторонами на межправительственном уровне и содержать пункт о необходимо-

сти решения такой важной проблемы, как демонтаж или уничтожение ядерного устройства, находящегося с 1991 г. в концевом боксе штольни 108-К. Проведение работ при решении этой проблемы должна финансировать российская сторона.

Следует отметить, что обе стороны были крайне заинтересованы в успешной реализации данной Программы.

Дальнейшее двустороннее сотрудничество проходило в рамках различных договоров и соглашений, таких как:

- Договор между Республикой Казахстан и Российской Федерацией об экономическом сотрудничестве на 1998-2007 годы от 12 октября 1998 года, содержащий Программу экономического сотрудничества РК и РФ на 1998-2007 годы (Программа ЭС);
- Соглашением между Правительствами государств – участников Содружества Независимых государств (СНГ) об основных принципах сотрудничества в области мирного использования атомной энергии от 26 июня 1992 года (Соглашение-92);
- Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии от 23 сентября 1993 г. (Соглашение-93);
- Перспективный план развития сотрудничества государств-участников СНГ в мирном использовании атомной энергии, повышении безопасности ядерных установок, утвержденного решением Совета глав Правительств СНГ от 27 января 1997 г. (Перспективный план);
- Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о контейнерах «Колба» и специальном технологическом оборудовании, находящихся на территории бывшего Семипалатинского полигона от 28 марта 1997 года (Соглашение «Колба»). Соглашением был предусмотрен комплекс работ с пятью испытанными (содержащими ОЯД) и одним неиспытанным контейнерами «Колба» и другим СТО, находящимся на территории бывшего СИП. Были определены процедуры выполнения охранных мероприятий и обеспечения радиационной и экологической безопасности при проведении работ.

Для реализации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан «О контейнерах «Колба» и специальном технологическом оборудовании, находящихся на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона» от 28 марта 1997 года (далее Соглашение «Колба») была сформирована Координационная группа (далее КГ). Для работы в участии КГ привлекались технические эксперты обеих Сторон Соглашения «Колба». Для подготовки предложений по решению «чувствительных» вопросов в рамках КГ действовала специальная группа научно-технических экспертов. Механизм использования такого инструмента, как КГ, впервые был успешно задействован при реализации работ по уничтожению последнего ядерного устройства, расположенного в штольне 108-К горного массива Дегелен бывшего СИП и был использован в дальнейших совместных работах по снижению рисков распространения на СИП [3].

В рамках Соглашения «Колба» взаимодействие осуществлялось с учетом одобренного и утвержденного Согласованного перечня объектов-носителей «чувствительной информации» при проведении работ на бывшем СИП. Перечень был разработан на основании Заключения рабочей группы экспертов РФ. Данный перечень содержит 29 позиций.

В период с 1997 по 2000 годы в рамках реализации Соглашения специалистами Росатома (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ») и РГП НЯЦ РК были выполнены работы по всем 29 позициям Перечня объектов-носителей «чувствительной» информации.

По ряду объектов, входящих в согласованный Перечень, работы финансировались Российской стороной (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»). В результате были выполнены:

- консервация на двух объектах горного массива Дегелен и площадке РБШ пяти испытанных контейнеров «Колба»;
- разрушение конструкции и консервация неиспытанного контейнера «Колба» на площадке РБШ;
- уничтожение в скважинах на площадке А-Б конструкции СТО, содержащего ОЯД;
- демонтаж и консервация активированного СТО, находившегося на объекте площадки А-Б;

Рисунок 3.1. *Рабочий момент «трёхстороннего» заседания Координационной группы*

- демонтаж и разукомплектование двадцати шести аппаратурных комплексов, предназначенных для регистрации физических параметров при проведении подземных ядерных испытаний, вывоз в Российскую Федерацию шести наиболее значимых аппаратурных комплексов.

Вместе с этим, выявление новых объектов – носителей «чувствительной информации», расположенных на территории бывшего СИП, потребовало дальнейшего продолжения работы КГ. Информация о новых объектах была получена от РФ при выполнении работ на трехсторонней основе (РК – РФ – США). При этом, принимая во внимание действие Договора о нераспространении, информация предоставлялась США для принятия решения. Работы финансировались США в рамках программы CTR и соответствующих дополнений к исполнительным Соглашениям зонтичного Соглашения между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки относительно уничтожения шахтных пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, ликвидации последствий аварийных ситуаций и предотвращения распространения ядерного оружия от 13 декабря 1993 года (далее – Соглашение ШПУ). В целях координации работ на трехсторонней основе и в соответствии с утвержденными решениями заседания Координационной группы и последующих трехсторонних договоренностей в заседании КГ периодически принимали участие представители Министерства обороны США. Договоренности, достигнутые на трехсторонней основе, оформлялись протоколами трехсторонних встреч технических экспертов и отмечались в протоколах КГ. Все Протоколы КГ подписывались членами КГ и утверждались официальными представителями Сторон Соглашения «Колба».

Соглашение «Колба» является действующим. Существует работающий механизм российско-казахстанской координационной группы, в состав которой входят представители министерств и ведомств обеих Сторон. Предлагается расширить действие Соглашения на вопросы, связанные с взаимодействием РК и РФ по СИП.

Казахстанско-Российская Координационная Группа рассматривает все вопросы, имеющие потенциальную опасность распространения «чувствительной» информации в связи с ведением работ на СИП (включая международные проекты на территории СИП с третьей стороной).

Совместные казахстанско-российские проекты определены специальным Перечнем «чувствительных» объектов, подлежащих ликвидации (консервации). К настоящему времени программа выполнения работ, подпадающая под Перечень, получила развитие в связи с возникновением новых задач, связанных с необходимостью недопущения распространения отходов ядерной деятельности (режим нераспространения и антитеррористическое противодействие).

Территория СИП сочетает комплекс проблем, связанных с вопросами нераспространения оружия массового уничтожения (ОМУ), ликвидацией последствий проведения ядерных испытаний и перспектив развития атомной энергетики (реакторная исследовательская база РГП НЯЦ РК, расположенная на СИП, перспективы развития научно-производственного комплекса г. Курчатова – ПЯТ, Токамак и т.д.) [4].

3.1.1 Ликвидация последнего ядерного заряда в штольне 108-К

28 марта 1994 г. между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации в Москве было заключено Соглашение о демонтаже ядерного устройства в штольне 108-К, которое подписали главы правительств С. А. Терещенко и В. С. Черномырдин.

На испытательной площадке «Дегелен» начались и продолжались целый год работы по вскрытию штольни 108-К и проходке обходного штрека к концевому боксу, где длительное время в нерегламентированных и сложных условиях находилось специальное ядерное устройство.

Следует отметить, что закрытие полигона и расформирование воинских частей нарушили традиционную схему подготовки, обеспечения и проведения на нем трудоемких экспедиционных работ. Поэтому для решения всех вопросов, связанных с демонтажем ядерного устройства на объекте 108-К, была сформирована целевая экспедиция из специалистов РФЯЦ-ВНИИТФ, которым предстояло действовать автономно, пользуясь поддержкой НЯЦ РК и таких его основных подразделений, как Институт атомной энергии (директор Ю. С. Черепнин) и Институт радиационной безопасности и экологии (директор С. Г. Смагулов). Наиболее тяжелые горные работы проводились с участием специалистов малого промышленного предприятия «Дегелен» (директор А. М. Климов).

Начальником экспедиции был назначен Г. П. Зырянов, руководителем работ – Б. А. Андрусенко. Оба из Российского Федерального Ядерного Центра – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики (РФЯЦ-ВНИИТФ) [3].

Проект под названием «Вскрытие объекта и уничтожение» был разработан за очень короткое время специалистами ВНИПИпромтехнологии под руководством Е. П. Козлова. Этим проектом предусматривалось взломать мощный забивочный комплекс в штольне, демонтировать сложную вакуумную физическую установку и пройти обходной штрек с целью проникновения в концевой бокс к ядерному устройству. Поскольку гарантийный срок эксплуатации этого специального устройства в соответствии с техническими условиями был небольшой, а оно уже почти четыре года находилось в условиях воздействия комплекса нештатных сложных факторов, включая затопление концевого бокса водой, то, естественно, при проведении работ по уничтожению устройства требовалась большая осторожность.

Подготовленный проект уничтожения спецустройства был представлен Минатомом РФ на экспертизу экологическим организациям Казахстана для оценки его радиоэкологической безопасности на длительный период времени. Кроме того, свое заключение, причем положительное, на этот проект представила Межведомственная экспертная комиссия по оценке радиационной и экологической безопасности неядерных экспериментов (МВЭК-НЭ), в состав которой входят независимые эксперты – представители Минатома РФ, Минздрава РФ, Госкомэкологии РФ, Росгидромета и Минобороны РФ. Соответственно каждому этому ведомству сопредседателями комиссии являются А.М. Матущенко, В. А. Логачев, А. Б. Иванов и Г. А. Красилов.

Для координации работ по уничтожению ядерного устройства была создана Координационная группа, в состав которой вошли специалисты различных организаций и ведомств Российской Федерации и Республики Казахстан.

Председателем Координационной группы был утвержден А. Н. Щербина (РФЯЦ-ВНИИТФ). От Российской Федерации членами КГ были Г. П. Зырянов, А. М. Матущенко и К. В. Харитонов (Минатом РФ), О. В. Комков (Минобороны РФ), В. Н. Федоров (МИД РФ), В. В. Кузнецов (МВД РФ) и В. Д. Фомичев (Госатомнадзор РФ); от Республики Казахстан – Т. М. Жантикин и С. В. Кречетов (Агентство по атомной энергии), С. Г. Смагулов и Ш. Т. Тухватулин (НЯЦ РК), Ю. Н. Леонтьев (Минобороны РК), Ю. Р. Абдукадыров и Б. Б. Садыков (МВД РК), В. И. Пичульский (Госгортехнадзор РК), С. П. Шевцов (Минэкологии и биоресурсов РК) и М. А. Тулешев (ГТУ при Минфине РК). Исполнительным секретарем КГ был назначен В. Г. Смирнов. Большой вклад в работу КГ внесли такие высококвалифицированные эксперты, как Ю. И. Ващинкин, А. А. Григорян, С.В. Демьяновский, Ю.И. Кузнецов, В.Н. Хлопунов, Н. С. Щербатюк, В.В. Ганжа, Р. А. Айтмаганбеков, А. М. Климов и др. [3].

В период проведения работ, определенных Проектом, состоялось семь заседаний КГ, на которых принимались ответственные решения по вопросам уничтожения ядерного устройства на объекте 108-К, координации взаимодействий на межправительственном и местном уровнях.

Необходимо отметить, что в процессе подготовки межправительственного соглашения в 1992-1994 гг. российская сторона неоднократно предупреждала о возможности уничтожения ядерного взрывного устройства, пролежавшего в концевом боксе около четырех лет при влажности более 80 %, в случае малейшего сомнения в безопасности проведения его демонтажа. Соглашением предусматривалось уничтожение устройства подрывом накладного заряда химических ВВ с полным исключением ядерного энерговыделения, что было обеспечено соответствующим контролем.

Одними из первых к работе на объекте 108-К приступили горнопроходчики. В то время, когда они пробивали в граните обходной канал, чтобы добраться до концевого бокса, в г. Снежинске специалисты РФЯЦ-ВНИИТФ определяли возможное состояние узлов и сборок ядерного устройства, которое длительное время находилось в неконтролируемых условиях и которое предназначалось для изучения действия проникающих излучений на образцы военно-космической техники. К началу работ уже было известно, что штольня в период консервации затапливалась, и, возможно, неоднократно подземными водами. Результаты расчетных, аналитических и экспериментальных исследований по определению состояния активных материалов и взрывчатых веществ в ядерном устройстве свидетельствовали о наличии нескольких факторов опасности, которые могли проявиться при демонтаже ядерного устройства.

После обсуждения всех возможных вариантов решения данной проблемы Научно-технический совет РФЯЦ-ВНИИТФ однозначно высказался за уничтожение ядерного устройства на месте его установки. Назначенная приказом министра Российской Федерации по атомной энергии В. Н. Михайлова комиссия специалистов во главе с директором этого

ядерного центра, профессором В. З. Нечаем, осмотрев концевой бокс и контейнер с ядерным устройством, приняла окончательное решение об уничтожении ядерного взрывного устройства без вскрытия и отделения контейнера с ним от физической установки.

31 мая 1995 г. ядерное устройство было уничтожено в концевом боксе с использованием специального накладного заряда химического взрывчатого вещества без ядерного энерговыделения.

Факт уничтожения устройства был зарегистрирован тремя независимыми методами дистанционного контроля. Однозначно были зафиксированы расчетный режим срабатывания, время и полнота детонации взрывчатого вещества в системе.

В забивочном комплексе для надежной локализации в зоне уничтожения устройства вредных и радиоактивных продуктов были использованы разработанные специалистами ВНИПИпромтехнологии Минатома России новые технологии, основанные на применении цементно-бентонитовых растворов.

По результатам радиационного контроля, проводимого в течение первых пяти суток после уничтожения ядерного устройства, было установлено, что наблюдаемые параметры радиационной обстановки как внутри штольни, так и на портале находились на уровне естественного фона.

Все работы на объекте 108-К были выполнены в полном соответствии с обязательствами и Российской Федерации о моратории на проведение ядерных испытаний, и Республики Казахстан при вхождении ее в Договор о нераспространении ядерного оружия. Проведенная по уничтожению ядерного взрывного устройства совместная работа двух стран, ранее входивших в единый СССР, вызвала большой международный интерес, о чем свидетельствует тот факт, что послы США и Японии в Республике Казахстан посетили штольню 108-К на следующий день после отъезда с этого объекта экспедиции РФЯЦ-ВНИИТФ и лично с помощью собственных дозиметров убедились в полной экологической чистоте выполненной работы.

Весьма полезной оказалась практика оперативного решения возникающих при выполнении межправительственного соглашения вопросов через Координационную группу, состоящую из специалистов различных министерств и ведомств, принимавших участие в реализации проекта «Вскрытие объекта и уничтожение». Кроме того, в ходе выполнения работ по ликвидации ядерного устройства в штольне 108-К была опробована модель взаимодействия и сотрудничества государств при решении сложной научно-технической задачи, модель, которая стала использоваться затем и для решения других имеющихся проблем.

За успешное выполнение межправительственного соглашения группе специалистов Российской Федерации и Республики Казахстан была присуждена Премия Правительства Российской Федерации 1995 г. в области науки и техники. Среди них: от РФЯЦ-ВНИИЭФ – Б. Андрусенко, А. Климов, Ю. Кузнецов, А. Музыря, Ю. Половинкин, Б. Рыбин, В. Смирнов, Х. Сулейманов, В. Филин, А. Щербина; от ВНИПИпромтехнологии – А. Григорян и Е. Козлов; от Минатома России – К. Харитонов; от ИРБЭ НЯЦ РК – С. Смагулов; от Агентства по атомной энергии РК – Т. Жантикин. Кроме того, Г. Зырянов и А. Матущенко были награждены Грамотой Президента РК Н. А. Назарбаева.

Выполненные работы стали примером конкретных и конструктивных действий обеих Сторон на территории неядерного государства, где ранее находился ядерный испытательный полигон, и где необходимо было строго выполнять все условия нераспространения «чувствительной информации».

3.1.2 Работы по консервации контейнеров «Колба»

Контейнеры «Колба» относятся к так называемым «суперконтейнерам», предназначенным для транспортировки и хранения особо опасных грузов, в том числе взрывчатых, высокотоксичных и радиоактивных веществ, при полной локализации в герметическом объеме продуктов несанкционированного взрыва ВВ максимальной мощностью до 50 кг тринитротолуола (ТНТ). Контейнеры закреплены на опорно-транспортных устройствах, но при необходимости могут сниматься с них.

Разработка, проектирование, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по контейнерам произведены специалистами Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (РФЯЦ ВНИИЭФ), представители которого принимают непосредственное участие в работах по консервации объектов.

Вся наружная поверхность стального корпуса закрыта слоем стеклопластика и эпоксидной смолы *(рисунок 3.2)*.

На территории бывшего СИП в двух наземных бетонных сооружениях на объектах РБШ и К-85 располагаются три отработанных контейнера «Колба». В двух контейнерах проводились испытания с использованием радиоактивных веществ, в них содержатся отходы ядерной деятельности и они представляют радиационную опасность и угрозу распространения. Один контейнер, так называемый «чистый», в 1999 году был испытан на воздействие взрыва ВВ. Три других контейнера размещены на объекте 200АСМ. Всего на территории СИП имеется шесть контейнеров.

Рисунок 3.2. *Макет контейнера «Колба»*

В 1997-2000 годах НЯЦ РК и РФЯЦ ВНИИЭФ РФ были проведены работы по консервации контейнеров в рамках ликвидации инфраструктуры ядерного полигона. Контейнеры, расположенные на объектах РБШ и К-85, были забетонированы непосредственно в наземных бетонных сооружениях, а сами сооружения дополнительно обвалованы грунтом. В 1998 году была выполнена консервация (гидроизоляция контейнеров и сооружение бетонных пробок с последующим закрытием штольни бетонной пробкой) трех отработанных контейнеров «Колба» в штольне 200АСМ горного массива Дегелен.

Основные цели проекта:

- снижение информативности объектов ядерных испытаний;
- ликвидация инфраструктуры ядерных испытаний;
- предотвращение несанкционированного доступа к объекту «Колба».

Выбор технического решения, применяемого при консервации испытанных контейнеров «Колба», основан на свойствах контейнера сохранять долговременную герметичность после его доработки специалистами РФЯЦ ВНИИЭФ.

3.1.2.1 Работы по консервации испытанного контейнера «Колба» на объекте К-85

Объект К-85 расположен в южной части горного массива «Дегелен». Испытанный контейнер «Колба» установлен на железнодорожной платформе в обвалованном бетонном сооружении (спецсооружении), находящемся на приустьевой площадке ≈ в 160 м от портала штольни *(рисунок 3.3)*.

Работы по консервации включали 3 этапа:

1. Вскрытие обваловки бетонного сооружения К-85 и обеспечение доступа к контейнеру «Колба»;
2. Подготовка контейнера к длительному хранению;
3. Заливка бетоном всего сооружения, в котором располагается контейнер «Колба» *(рисунок 3.4.)*.

Рисунок 3.3. *Вид спецсооружения, где размещён контейнер «Колба»*

Рисунок 3.4. *Заливка бетоном всего сооружения, в котором располагается контейнер «Колба»*

3.1.2.2 Работы по консервации испытанных контейнеров «Колба» на объекте РБШ

Местом проведения консервации испытанных контейнеров «Колба» на объекте РБШ *(рисунок 3.5)* принято обвалованное железобетонное сооружение «отстойник», расположенное на расстоянии около 90 км от г. Курчатов в пределах бывшего СИП. Работа по консервации двух испытанных контейнеров «Колба» проводилась в два этапа. На первом этапе выполнялась консервация контейнера «Колба», испытанного в опыте «Аттестат Колба ВВ». На втором этапе – консервация контейнера «Колба», находящегося в настоящее время в сооружении «отстойник».

Консервация контейнера «Колба», испытанного в опыте «Аттестат Колба ВВ». После проведения опыта «Аттестат Колба ВВ» и выполнения регламентных работ РФЯЦ ВНИИЭФ по обследованию состояния этого контейнера, консервация контейнера выполнялась в следующей последовательности:

- обустройство технологической площадки вблизи сооружения «отстойник»;
- вскрытие бетонной стенки, перекрывающей вход в «отстойник»;
- радиационное обследование «отстойника» и контейнера «Колба», находящегося в нем в настоящее время;
- перемещение контейнера «Колба», испытанного в опыте «Аттестат Колба ВВ», в «отстойник»;
- оборудование рабочих мест у горловин перемещенного контейнера «Колба»;
- выполнение регламентных работ РФЯЦ ВНИИЭФ герметизации горловин контейнера «Колба»;
- возведение опалубки и засыпка грунтом контейнера, испытанного в опыте «Аттестат Колба ВВ»;
- закрытие бетонной стенки «Б».

Консервация контейнера «Колба», находящегося в «отстойнике». Работы по консервации контейнера выполнялись в следующей последовательности:

- вскрытие бетонной стенки «А», перекрывающей вход в «отстойник»;
- перемещение внутри «отстойника» контейнера к месту консервации;

Рисунок 3.5. *Вид контейнера «Колба» на объекте РБШ*

– оборудование рабочих мест у горловин контейнера;
– выполнение регламентных работ РФЯЦ ВНИИЭФ герметизации горловин контейнера «Колба»;
– подготовка к бетонированию и бетонирование контейнера;
– закрытие бетонной стенки «А»;
– демонтаж оборудования технологической площадки;
– демонтаж плит бетонного сооружения у стенки «Б»;
– обваловка грунтом торцов сооружения «отстойник».

Схема расположения контейнеров « Колба» на объекте РБШ дана на *рисунке 3.6*.

Рисунок 3.6. *Схема расположения контейнеров «Колба» на объекте РБШ*

3.1.2.3 Работы по консервации испытанных контейнеров «Колба» на объекте 200АСМ

В 1998 году была выполнена консервация (гидроизоляция контейнеров и сооружение бетонных пробок с последующим закрытием штольни бетонной пробкой) трех отработанных контейнеров «Колба» в штольне 200АСМ горного массива Дегелен *(рисунок 3.7)*.

Метод и технология консервации контейнеров «Колба» регламентированы Техническими требованиями, составленными Российским и Казахстанским ядерными центрами, соответствующими техническими

Рисунок 3.7. *Вид контейнера «Колба» на объекте 200АСМ*

решениями по обеспечению долговременной устойчивости и герметичности изделия, прочности его корпуса и другими нормами, правилами, положениями и инструкциями.

Работы по консервации контейнеров «Колба» на объекте 200АСМ включали в себя следующие этапы:

- обустройство припортальной площадки (расчистка завала на портале штольни, вскрытие бетонной стенки, обследование штольни и оборудование рабочих мест);
- выполнение в боксе регламентных работ по герметизации контейнеров «Колба»;
- перемещение контейнеров в штольню;
- герметизация контейнеров «Колба», расположенных в штольне;
- закрытие (ликвидация) устья штольни;
- демонтаж оборудования на приустьевой площадке и засыпка устья штольни породой до естественного рельефа местности.

В результате работ, выполненных в рамках Соглашения, на объектах и площадках бывшего СИП созданы надежные защитные барьеры, исключающие несанкционированный (без применения промышленных средств) доступ к отходам ядерной деятельности (ОЯД), содержащимся в контейнерах «Колба».

3.1.3 Работы по демонтажу и консервации технологического оборудования на ряде объектов бывшего Семипалатинского испытательного полигона

Работы по ликвидации СТО проводились с целью комплексного решения задачи снижения информативности объектов бывшего Семипалатинского испытательного полигона, предусмотренной Соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о контейнерах «Колба» и специальном технологическом оборудовании, находящихся на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона от 27.03.97 г.

Скважины с СТО расположены на площадке А-Б, которая находится юго-западнее площадки «Г», на расстоянии 20 км в направлении селения Кайнар и на расстоянии 115 км от г. Курчатова. Территория объекта составляет примерно 0,25 км^2.

СТО представляют собой фрагменты контейнеров (в каждой скважине по одному контейнеру) с остатками взрывчатых веществ (ВВ) и радиоактивными отходами, суммарной активностью до 10 кюри в каждом, которые остались после проведения экспериментов 1975 года. В начальном состоянии экспериментальная сборка состояла из 3 кг ВВ и 100 грамм плутония.

До проведения эксперимента СТО представляло собой сборку, в которую входила шашка из взрывчатого состава, заключенная в герметичную алюминиевую оболочку с теплоизолирующим слоем пенопласта. Инициирование шашки осуществлялось электродетонаторами на основе бризантного ВВ.

СТО закладывалось в скважину для проведения экспериментов. Так как работы планировалось провести за короткий период времени, то необходимые меры для обеспечения длительного хранения СТО не применялись.

1. *бетонная плита (3 х 3 х 1 м)*
2. *песчано-цементная забивка на глубину 2,0 м*
3. *технологическая скважина 0300 мм*
4. *песчаная забивка*
5. *три нити ДШЭ-12*
6. *гранулотол*
7. *промежуточные детонаторы из патронов аммонита №6ЖВ*
8. *специальная скважина 0900 мм*
9. *спецконтейнер*
10. *песчано-гравийная забивка*
11. *песчаная забивка*

Рисунок 3.8. *Принципиальная технологическая схема ликвидации СТО*

Наибольшую опасность представляло образование водной прослойки вокруг заряда ВВ, содержащего тротил, с возможной щелочной реакцией. Взаимодействие ВВ в кислой среде приводит к постепенному разложению коллоксилина с образованием новых веществ с неизвестными взрывчатыми свойствами.

По всем имеющимся данным сделано предварительное заключение, что в случае реализации худших условий возрастает опасность в непосредственном обращении с СТО, поэтому операции по его демонтажу должны быть исключены.

Учитывая потенциальную опасность сочетания радиоактивных отходов и ВВ, относительно небольшую глубину заложения и возможность несанкционированного доступа, было принято решение о ликвидации СТО с использованием заряда промышленных ВВ. Заряды промышленных ВВ для подрыва контейнеров формировались в технологических скважинах, бурение которых осуществлялось в непосредственной близости от специальных скважин (расстояние между осями скважин на забое – не более 700 мм).

В технологической скважине в районе расположения контейнера (макета СТО) в специальной скважине был установлен инициирующий заряд ВВ массой 40 килограмм (10 килограмм патронов аммонита №6ЖВ и 30 килограмм гранулотола). Заряд размещался в контейнере специальной конструкции диаметром 280 мм. Инициирование заряда осуществлялось от трех ниток ДШЭ-12, взрываемых от двух электродетонаторов на поверхности.

Технологическая скважина, после установки в нее заряда, засыпалась песком, смоченным водой, и на глубину 2 метра от дневной поверхности заполнялась песчано-цементной смесью, после чего оголовок был закрыт металлической крышкой на болтах.

Детонирующие шнуры в специальной и технологической скважинах перед установкой зарядов покрываются двойным слоем изоляционной ленты или размещаются в полиэтиленовых (резинотканевых) рукавах.

Принципиальная технологическая схема ликвидации СТО представлена на *рисунке 3.8*.

Для контроля ликвидации СТО на расстояниях до 7,5 метров относительно обсадных труб были пробурены по ортогональным профилям по 4 исследовательские скважины диаметром 135 мм и глубиной, превышающей глубину размещения СТО до 5 метров соответственно. Сейсморазведочные исследования были проведены до и после проведения работ по ликвидации СТО.

В 1999 году специалистами РК И РФ в рамках Соглашения были выполнены работы по приведению СТО в двух скважинах в безопасное состояние (детонирование зарядов ВВ и уничтожение изделий) и их консервация *(рисунок 3.9)*.

Рисунок 3.9. *Консервация объекта 19/75 и объекта ТОР*

3.2 Совместные работы Казахстана, России и США

В 2000 году на объектах бывшего СИП в рамках реализации Соглашения на трехсторонней основе (Российская Федерация – Республика Казахстан – США) были начаты работы по исключению несанкционированного доступа и дополнительной защите ОЯД, находящихся на испытательных площадках и штольнях горного массива Дегелен. Целью работ было исключение угрозы распространения и терроризма. В мае 2000 года на одиннадцатом заседании КГ было принято решение использовать механизм КГ для координации этих работ. Финансирование работ обеспечивалось Американской стороной [4].

В период с 2000 по 2012 годы специалистами Росатома (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»), РГП НЯЦ РК и DTRA МО США были выполнены работы на 46 объектах бывшего СИП (в том числе

по 15 позициям Перечня объектов - носителей «чувствительной» информации), а именно:

- создание на объектах площадки А-Б обвалованных грунтом железобетонных сооружений, перекрывающих испытательные скважины, содержащие ОЯД;
- создание дополнительной бетонной защиты на объектах с контейнерами «Колба», заполнение внутренних полостей четырех испытанных контейнеров, содержащих ОЯД, и одного неиспытанного контейнера связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым (цементно-песчаный раствор с добавлением 50 % Fe_3O_4) растворами;
- извлечение и вывоз в Российскую Федерацию активированного СТО с двух объектов горного массива Дегелен;
- создание дополнительных бетонных и железобетонных защитных барьеров на сорока двух объектах горного массива Дегелен, заполнение на этих объектах внутренних полостей боксов, содержащих ОЯД, связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым растворами.

Работы по созданию дополнительных защитных барьеров и заполнению боксов с ОЯД на объектах горного массива Дегелен выполнялись по так называемым «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. При «горизонтальной» технологии производилось вскрытие портала штольни и восстановление горной выработки до бокса с ОЯД, заполнение полости бокса связующим раствором, установка бетонных или железобетонных барьеров, обрушение свода штольни и его маскировка под окружающий горный ландшафт. При «вертикальной» технологии заполнение связующим материалом полости бокса с ОЯД и создание бетонных защитных барьеров производилось через скважины, пробуренные вертикально с поверхности горного массива. Аналогичным «вертикальным» способом производилось заполнение связующим материалом внутренних полостей контейнеров «Колба».

По «горизонтальной» технологии были выполнены работы на 19 объектах горного массива Дегелен, по «вертикальной» – на 20 объектах, и на 2 объектах работы были выполнены одновременно по «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. В ходе выполнения этих работ на объектах были созданы дополнительные защитные барьеры общим объемом около 40 000 м^3 (бетон, горная порода, специальные растворы), что эквивалентно созданию дополнительной защиты протяженностью более 4 км (в среднем по 100 метров на штольню объекта). Всего в период работ с 2000 по 2012 годы на объектах СИП по Соглашению было создано дополнительных барьеров объемом около 90 000 куб. метров [4].

Перед началом и после завершения работ по дополнительной защите ОЯД на каждом из объектов специалистами НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» были проведены независимые радиоэкологические обследования территории. Результаты обследований показали, что после завершения работ экологическая обстановка на всех штольнях и площадках бывшего СИП улучшилась.

Помимо работ по дополнительной защите ОЯД на объектах горного массива Дегелен, НЯЦ РК были выполнены мероприятия по исключению

попыток несанкционированного проникновения в штольни – проведена засыпка существующих лазов в полость штольни. В период с 2008 по 2011 годы были ликвидированы лазы на 73 объектах. Финансирование этих работ также обеспечивалось американской стороной.

Основными исполнителями работ, выполненных в рамках Соглашения в 1997-2012 годах, со стороны Российской Федерации являлись Федеральные ядерные центры – ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», со стороны Республики Казахстан – РГП НЯЦ РК. Независимый радиоэкологический контроль выполнения работ осуществлял НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина».

В работах по ликвидации «чувствительной» информации, исключению угрозы распространения ОЯД с территории бывшего СИП вместе с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и другими организациями Государственной корпорации по атомной энергии Российской Федерации участвовали институты и организации РГП НЯЦ РК (Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований, Институт атомной энергии, Предприятие «Байкал», Предприятие «Казахский государственный научно-производственный центр взрывных работ»), а также подрядные организации Российской Федерации и Республики Казахстан (ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК, ТОО «Дегелен», ТОО «Восток-автопром»).

С 2000 года в работах на площадках и объектах бывшего СИП принимали участие представители третьей стороны – DTRA МО США.

В результате работ, выполненных в рамках Соглашения, на объектах и площадках бывшего СИП созданы надежные защитные барьеры, исключающие несанкционированный (без применения промышленных средств) доступ к ОЯД и «чувствительной» информации, находящейся на объектах проведения ядерных испытаний.

3.2.1 Предотвращению доступа к отходам ядерной деятельности, находящимся на площадке А-Б [5-7]

3.2.1.1 Операция «Сурок»

С целью предотвращению доступа к отходам ядерной деятельности (ОЯД), находящимся на отдельном участке СИП, с 12 августа 2000 года по 31 октября 2004 года были выполнены работы по реализации Проекта «Сурок».

Основные виды работ:

- сооружение временных мер защиты;
- сооружение постоянного физического барьера;
- повышение безопасности *(рисунок 3.10)*.

В сентябре-октябре 2000 года специалистами трех стран – Соединенных Штатов Америки, Российской Федерации и Республики Казахстан, в несколько этапов были выполнены следующие работы.

Этап 1. Проведено предварительное обследование площадки, определены ее размеры и границы; составлена детальная топографическая карта в масштабе 1:500, найдены по характерным признакам и привя-

Ид.	Название задачи	Длительность
2	**DSWA01-98-C-0016, этапы 1-3**	193 дней
3	подготовка работ	20 дней
4	этап 1 - радиоэкология и картирование	30 дней
5	этап 2 - отбор проб из опытных скважин и анализ проб	18 дней
6	этап 3 - временные меры по закрытию	10 дней
7	итоговый отчет	18 дней
8	отбор проб грунта из защитной траншеи	46 дней
9	этап 4 - подготовка документации к 4 этаму работ	21 дней
10	**DTRA01-02-C-0059, этап 4**	224 дней
11	корректировка плана работ	22 дней
12	топография	9 дней
13	радиоэкология	9 дней
14	основание сооружения	13 дней
15	строительство колпака	65 дней
16	засыпка сооружения	39 дней
17	итоговый отчет	13 дней
18	**HDTRA- 04 -C -0018, повышение защиты объекта**	120 дней
19	подготовка работ по повышению безопасности	10 дней
20	засыпка сооружения	88 дней
21	заключительный отчет	22 дней

Рисунок 3.10. *График выполнения отдельных основных видов работ по Проекту «Сурок»*

заны на топографический план 158 опытных скважин, в том числе 35 со значимым содержанием ОЯД.

Опытные скважины были ранее засыпаны и ничем не обозначены на местности. Для определения местонахождения экспериментальных скважин были выполнены работы по обследованию площадки и поиску характерных признаков нахождения скважин.

Для обнаружения отдельных скважин использовались следующие характерные признаки:

- выводы кабельных линий;
- следы несанкционированной деятельности (вскрытый грунт, остатки извлеченных из скважин кабелей);
- повышенные уровни радиационного загрязнения.

Опытная скважина считалась обнаруженной, если удавалось вскрыть кабельный вывод.

Этап 2. Подтверждено наличие значимых количеств ОЯД в пробах, взятых из трех опытных скважин в процессе бурения специальных скважин *(рисунок 3.11)*.

Рисунок 3.11. *Бурение специальных скважин на площадке А-Б*

Рисунок 3.12. *Проведение лабораторных исследований*

В процессе работ было подтверждено наличие ОЯД в разрезе исследуемых опытных скважин *(рисунок 3.12)*.

Этап 3. Реализованы временные меры по предотвращению несанкционированного доступа к скважинам, содержащим ОЯД. Учитывая наличие поверхностного радиационного загрязнения, выявленного в пределах рабочей площадки работами на 1 и 2 этапах, осуществлена засыпка участка расположения опытных скважин и загрязненных участков слоем чистого грунта, сооружена защитная траншея и ограждение площадки *(рисунок 3.13)*.

Этап 4. Целью работ данного этапа являлось безопасное сооружение физического барьера, который предотвратит или приостановит любые попытки извлечения ОЯД.

На основании анализа результатов исследований, исходя из основных требований – исключить несанкционированный доступ на неопределённо-длительный период времени и обеспечить радиационную и экологическую безопасности работ, было принято решение о строительстве железобетонного колпака, накрывающего часть опытных скважин, в том числе все 35 скважин, содержащих значимые количества ОЯД. Из нескольких вариантов строительства сооружения для локализации ОЯД по месту нахождения был выбран вариант с незначительным заглублением железобетонного колпака *(рисунок 3.14)*, исходя из того, что при этом не потребуются опасные, с радиационной и экологической точек зрения, земляные работы на прилегающих к участку «опытных скважин», загрязнённых ОЯД. Основная опасность выполнения работ

площадь засыпки скважинного поля

площадь засыпки радиоактивных "пятен"

защитная траншея

Рисунок 3.13. *Защитные сооружения на площадке А-Б*

для реализации варианта колпака – это минимизация его размеров с использованием зондирующих буровых работ.

Работы по строительству бетонного колпака были выполнены в следующей последовательности:

Рисунок 3.14. *Разрез планируемого сооружения*

- подготовка участка к работе;
- сооружение основания;
- сооружение дренажной системы;
- доставка плит на участок;
- доставка грунта на участок;
- укладка железобетонных плит в сооружение;
- устройство соединительных элементов;
- изготовление арматурных сеток для цементной стяжки;
- укладка тяжелого бетона в цементную стяжку;
- укладка рубероида;
- засыпка защитного слоя песка;
- возведение грунтовой насыпи;
- рекультивация участка;
- восстановление защитной траншеи и ограждения.

Подготовка участка к работе. Работы по строительству сооружения были начаты с подготовки участка работ для обеспечения и организации безопасного проведения всех работ на площадке.

В целях снижения влияния радиоактивного загрязнения отдельных локальных участков *(рисунок 3.15)* на персонал и разноса автотранспортом радионуклидов на другие площади, в пределах защитной траншеи проведена засыпка этих мест грунтом, мощностью до 0,5 метров.

Для организации хранения на участке плит и грунта для насыпи, вне пределов контролируемой зоны были устроены временные площадки

Рисунок 3.15. *Вид на участок работ с засыпанными загрязненными зонами*

хранения. К площадкам устроены отдельные подъездные пути вне пределов рабочей зоны.

Территории лагеря и участка работ были опаханы для противопожарных целей.

Подготовка основания сооружения. Поверхность участка работ представляла собой спланированную, с небольшим уклоном на восток, планомерно возведенную искусственную, уплотненную в процессе сооружения насыпь из смеси пластичных и полутвердых глин зеленого и красного цветов с песчаными и глинистыми грунтами пролювиально-делювиальных отложений. Мощность насыпного грунта в районе участка работ изменялась от 0,5 до 0,9 метров. В основании насыпи залегали, в основном, твердые глины красного цвета, перекрытые песчаными или дресвяными грунтами, незначительной мощности – до 0,1 метра.

При подготовке участка работ под устройство колпака была проведена геодезическая разбивка его углов в натуру.

Подготовка основания заключалась в выравнивании и уплотнении *(рисунок 3.16)* вновь завезенного грунта, необходимого для планировки основания. Площадь насыпи под основание сооружения после подсыпки грунта в места его отсутствия и для технологических целей составила 3700 квадратных метров.

Рисунок 3.16. *Планировка и уплотнение основания*

Сооружение дренажной системы. Для отвода возможных просачивающихся поверхностных вод (атмосферные осадки, талые воды), а также вод, образующихся за счет «барражного» эффекта под сооружением, устроена дренажная система.

На выровненной и подготовленной поверхности основания сооружения проведена укладка и сборка перфорированных труб для отвода вод из-под основания сооружения в защитную траншею.

Рисунок 3.17. *Укладка щебня в дренажную систему*

Для возведения системы дренажа *(рисунок 3.17)* и основания колпака из района отвала штольни №208 доставлялся щебень фракцией до 200 мм в объеме 1260 кубических метров.

После завершения работ по устройству дренажа, являющегося одновременно подушкой для укладки плит сооружения *(рисунок 3.18)*, проведена исполнительная геодезическая съемка площадки в плановом и высотном отношении.

Рисунок 3.18. *Общий вид площадки*

Укладка плит. Плиты дорожного настила *(рисунок 3.19)* изготовлены на предприятии ТОО Производственное объединение «Семипалатинский железобетон» в городе Семипалатинске. Размеры плиты – 6х2х0,14 метров. Площадь каждой плиты составляла 12 м^2, объем – 1,68 м^3, вес – 4200 кг. Расход бетона на изготовление 1 плиты составил в среднем 1,67 м^3.

Для перекрытия площади в 3348 м^2 плитами площадью 12 м^2 каждая было использовано 279 штук на один ряд, всего на 4 ряда – 1116 плит.

Рисунок 3.19. *Плита дорожного настила*

Испытание контрольных образцов с целью определения предела прочности тяжелого бетона для изготовления плит в возрасте 7, 14 и 28 суток производилось в соответствии с ГОСТ 10180-90 в специализированной геотехнической лаборатории Семипалатинский филиал ОАО «Национальный центр экспертизы и сертификации», г. Семипалатинск.

Для сооружения «колпака» выбрана конструкция из сборного железобетона заводского изготовления, представляющая собой сооружение из 4-х рядов плит (ПДН), уложенных на ранее возведенную подушку (насыпь) с дренажной системой в шахматном порядке.

Грунты основания обладают сильноагрессивной степенью агрессивного воздействия на железобетонные конструкции, независимо от марки бетона по водопроницаемости. Для снижения агрессивного воздействия грунтов на железобетонные конструкции – плиты ПДН, все поверхности сооружения, соприкасающиеся с грунтом, обмазаны горячим битумом в два слоя (в соответствии с рекомендациями приложения 5 СНиП 2.03.11-85).

С площадки временного хранения к месту укладки плиты доставлялись на трайлере и укладывались в ряды при помощи автокрана. Первый ряд плит укладывался на основание под геодезический инструмент. Выравнивание основания производилось путем подсыпки при помощи погрузчика мелкозернистой фракции гравия *(рисунок 3.20)*.

Рисунок 3.20. *Укладка первого ряда плит*

Соединения плит в каждом ряду между собой осуществлено при помощи электросварки к специальным закладным накладкам (по 8 штук на каждой плите) и между грузоподъемными петлями, расположенными по углам и бокам плит *(рисунок 3.21)*.

Рисунок 3.21. *Соединение плит в ряду*

Между собой ряды плит соединены при помощи мелкозернистого бетона толщиной до 20 мм по всей площади ряда. При укладке раствора между рядами плит *(рисунок 3.22)*, все пространства между плитами предыдущего ряда, заполнено этим же раствором.

Рисунок 3.22. *Укладка мелкозернистого бетона между рядами плит*

Рецептура и компоненты для изготовления 1 кубического метра мелкозернистого бетона выдана Семипалатинским филиалом ОАО «Национальный центр экспертизы и сертификации» и согласована с представителем DTRA.

Бетон, изготовленный по данной рецептуре, при нормальных условиях твердения в возрасте 28 суток соответствует классу по прочности В20, марке по прочности М250 и марке по удобоукладываемости – П3.

Первая плита в сооружение была уложена 14 сентября 2002 года, а последняя, 1116, – 04 ноября. В среднем за смену укладывалось 22-23 пли-

ты. Всего в сооружение было заложено 305,7 кубических метров мелкозернистого бетона.

Общий вид на конструкцию после укладки 2 ряда приведен на *рисунке 3.23*.

Рисунок 3.23. *Вид на 2-й ряд плит*

Средняя мощность (высота) железобетонного колпака составила 0,62 метра, максимальное значение составило 0,67 метра, а минимальное – 0,60 метра. Высота прослоя мелкозернистого бетона изменяется в среднем по рядам от 1 до 2 см.

Устройство связующих элементов. В целях укрепления конструкции колпака в монолитное сооружение были возведены связующие элементы на всю мощность 4-х рядов плит и раствора между ними. На каждой плите 4-го, верхнего, ряда пройдено по 2 скважины (шпура) глубиной до 0,7 метра.

Рисунок 3.24. *Устройство соединительных элементов*

В каждую скважину вставлено по одному штырю длиной 0,75 метра из арматуры диаметром 28 мм. Отверстие залито мелкозернистым раствором марки М 250, который использовался для укладки между рядами плит.

Фрагменты работ по устройству соединительных элементов приведены на *рисунке 3.24*.

Арматура соединительных элементов в верхней части конструкции приварена с помощью электросварки к арматуре цементной стяжки.

Цементная стяжка. На поверхности 4 ряда железобетонных плит *(рисунок 3.25)* устроена цементная стяжка из монолитного железобетона.

В целях выполнения работ в намеченные сроки и учитывая сложившиеся обстоятельства (отсутствия плит для укладки 4 ряда, благоприятные погодные условия), одновременно с укладкой плит и устройством соединительных элементов проводился монтаж арматурной сетки, укладка бетона цементной стяжки *(рисунок 3.26)*.

Рисунок 3.25. *Вид поверхности 4 ряда*

Рисунок 3.26. *Арматурная сетка и укладка бетона в цементную стяжку*

Арматурная сетка. Сварные арматурные сетки являются основным видом арматуры цементной стяжки колпака. Сетки изготовлены в один ряд из арматурной стержневой стали класса А-III горячекатанной, периодического профиля диаметром 16 мм из стали марки 35ГС.

Заготовка арматурных сеток производилась на месте, то есть на верхнем ряду плит *(рисунок 3.27)*. Арматура цементной стяжки приварена с помощью электросварки к арматуре соединительных элементов в верхней части конструкции.

Рисунок 3.27. *Укладка арматурной сетки*

Укладка тяжелого бетона. Работы по бетонированию цементной стяжки проводились после укладки арматурной сетки на отдельном участке «колпака». Укладка бетона, учитывая погодные условия, произведена в два этапа при положительных значениях температуры воздуха.

В период с 02 по 07 ноября 2002 года при положительных значениях температуры воздуха бетон был уложен на площади 612 м^2, а остальной – с 07 апреля 2003 года, причем в период с 14 по 19 апреля укладка бетона не проводились в связи с неустойчивым характером погодных условий и плохим состоянием подъездных дорог.

Перед продолжением работ по бетонированию представителем DCMA был выполнен осмотр и приемка ранее выполненной стяжки *(рисунок 3.28)*.

Рисунок 3.28. *Осмотр состояния цементной стяжки*

Бетонная смесь в данный элемент конструкции колпака укладывалась горизонтальным слоем толщиной до 10 см *(рисунок 3.29)*.

По твердеющему бетону не проводилось никаких перемещений и работ, способствующих ухудшению его качества.

Укладка рубероида. С 12 апреля 2003 года начались работы по перекрытию цементной стяжки рубероидом в два слоя. Работа проводилась одновременно с продолжением работ по устройству цементной стяжки *(рисунок 3.30)*.

Рисунок 3.29. *Укладка бетона*

Отставание укладки рубероида от укладки бетона стяжки составляло не менее 5 суток. За это время бетон цементной стяжки высох и набрал необходимую прочность – более 1,5 МПа (15 кг/см^2), при которой допускается производство необходимых работ на уложенном бетоне.

Укладка рубероида производилась при любых температурах воздуха *(рисунок 3.30)*, но при отсутствии атмосферных осадков.

Рисунок 3.30. *Подготовка участка к укладке рубероида*

Поверхность цементной стяжки предварительно была огрунтована раствором битума, а затем на нее уложено 2 слоя рубероида РКМ-350Б *(рисунок 3.31)*.

Возведение насыпи Рубероид, в целях предохранения от разрывов при возведении насыпи из крупнообломочного грунта, перекрыт песчано-гравийной смесью с максимальным размером фракции до 20 мм, толщиной до 100 мм *(рисунок 3.32)*.

Рисунок 3.31. *Укладка рубероида*

Рисунок 3.32. *Защитный слой из песка*

Возведение насыпи. Для сооружения насыпи (укрытия «колпака») использован крупнообломочный грунт с отвалов штолен №№158, 160 и 208 горного массива Дегелен, который автотранспортом был завезен на временную площадку хранения на участке работ.

Грунт с временного склада экскаватором загружался в автосамосвалы, которые доставляли его к «колпаку» *(рисунок 3.33)*. Возве-

Рисунок 3.33. *Общий вид работ по возведению насыпи*

дение насыпи над сооруженным колпаком до проектных высотных отметок производилось с послойным распределением грунта бульдозером. По мере укладки и планирования грунта осуществлялось его уплотнение автотранспортом и бульдозером.

Мощность слоя грунта от верха цементной стяжки по периферии «колпака» изменялась от 2,37 до 4,65 метров и в среднем составила 2,71 метр со снижением ее до 0,0 метров на границе скважинного поля. В центре колпака мощность насыпи изменялась до 5,0 метров от верха цементной стяжки.

Угол откоса отсыпаемого грунта, выходящего за пределы скважинного поля, изменялся от 18 до 42°. Поверхность насыпи была выровнена и засыпана плодородным грунтом *(рисунок 3.34)*.

Общий вид насыпи, перекрывающей железобетонный колпак, представлен на *рисунках 3.35 и 3.36*.

Рисунок 3.34. *Поверхность насыпи*

Рисунок 3.35. *Вид на сооружение с севера*

Рисунок 3.36. *Вид на сооружение с юга*

Схема конструкции построенного сооружения представлена на *рисунке 3.37.*

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

насыпь над сооружением

железобетонный колпак с гидроизоляцией

грунтовая подушка

насыпь над скважинным полем 2000 года

дренажная труба

Рисунок 3.37. Конструкция сооружения

Рекультивация участка. В процессе рекультивации были убраны некоторые демаскирующие факторы объекта *(рисунок 3.38)*, грунт которых уложен в насыпь.

до рекультивации

после рекультивации

Рисунок 3.38. *Вид на участок расположения защитного укрытия до и после рекультивации*

Территория площадки работ выровнена, в отдельных местах подсыпана глинистым грунтом *(рисунок 3.39)*.

Рисунок 3.39. *Вид на участок, примыкающий к югу от сооружения*

После окончания работ по возведению насыпи и планировки поверхности у сооружения произведено восстановление защитной траншеи и ограждение периметра вдоль защитной траншеи, построенной в 2000 году. Зачистка траншеи произведена вручную.

В результате проведенных работ был возведено специальное защитное сооружение со следующими характеристиками:

Общая площадь площадки, м^2	51 300
Площадь с измененным рельефом, м^2	23 000
Площадь железобетонного колпака, м^2	3 348
Площадь насыпи над сооружением, м^2	10 600
Площадь засыпанного загрязненного участка, м^2	5 000
Объем железобетонного колпака, м^3	2 076
Длина колпака, м	78
Ширина максимальная, м	66
Ширина минимальная, м	12
Средняя мощность (высота) четырех рядов плит, м	0,62
Средняя мощность насыпи от поверхности цементной стяжки (по углам сооружения), м	2,9
Средняя мощность насыпи от первоначального рельефа (по углам сооружения), м	4,4
Средняя мощность насыпи по поверхности загрязненного участка, м	0,76
Объем сооружения, всего, м^3	46 700
Объем грунта над сооружением, м^3	30 700
Объем всей насыпи, м^3	35 000
Объем закрытой траншеи, м^3	4 000

3.2.1.2 Проект «Терновник»

С целью снижения угрозы распространения отходов ядерной деятельности (ОЯД) с территории бывшего СИП необходимо было выполнить задачу по сооружению железобетонных барьеров на 28-ми испытательных скважинах.

Работы по сооружению колпаков были разбиты на пять основных этапов:

этап 1 – подготовительные работы;

этап 2 – подготовка котлованов;

этап 3 – сооружение железобетонных колпаков;

этап 4 – засыпка сооружений и планирование территории площадки;

этап 5 – заключительные работы.

Этап 1. Работы по первому этапу включали в себя решение следующих задач:

- обследование площадки;
- радиоэкологическая съемка участка;
- топографическая съемка поверхности участка в масштабе 1:500;
- подтверждение наличия ОЯД;
- монтаж полевого лагеря на площадке;

- устройство подъездной дороги на участок работ;
- подготовка растворно-бетонного узла (РБУ) к работе;
- доставка материалов для возведения колпаков на участок работ.

Обследование площадки. При обследовании площадки был произведен поиск участка расположения экспериментальных скважин и их идентификация по типам. Работа проведена совместно с представителями РФЯЦ-ВНИИТФ, DTRA и DOE США.

Было установлено местоположение четырех скважин типа 1, расположенных отдельно, и 24 скважин типа 2, сосредоточенных на площадке размерами 40×50 метров *(рисунок 3.40)*.

Рисунок 3.40. *Схема расположения скважин на участке проведения работ*

Рисунок 3.41. *Конструкция скважины типа 1*

Над скважинами типа 1 сооружался отдельный колпак, конструкция которого состоит из 2 основных частей – защитного кольца и монолитной железобетонной плиты *(рисунок 3.41)*.

Основание колпаков расположено на отметке (-5,5) метра от поверхности земли. С этой отметки по радиусу не менее 3-х метров от центра испытательной скважины проходят специальные скважины диаметром 500 мм и глубиной 21 метр. В скважины устанавливалась арматура и заливалась бетоном с уплотнением – т.е. устраивалась железобетонная стойка. Серия из 28 железобетонных стоек вокруг каждой испытательной скважины и составляет защитное кольцо. После проходки и заливки скважин на основание укладывался слой некалиброванного гравия или щебня мощностью до 0,5 метров.

Монолитная плита сооружалась из комбинации монолитного бетона и сборных железобетонных плит. Планом работ была предусмотрена конструкция из одного ряда сборного железобетона, на который был уложен монолитный железобетон. Мощность конструкции – не менее 2,6 метров. Толщина плит дорожного настила (ПДН) составляла 0,14 метра, при этом мощность монолитного бетона – 2,46 метра.

Размеры монолитной плиты – 10×10 метров, причем центры смещены относительно центра испытательной скважины, а ориентировка сторон сооружения для каждой скважины различна.

После окончания сооружения монолитной плиты поверхность сооружения изолировалась от воды и засыпана грунтом.

На заключительном этапе проводилась планировка поверхности с добавлением в верхнюю часть насыпи почвенно-растительного грунта.

Конструкция колпака скважин типа 2 представляет собой монолитное сооружение *(рисунок 3.42)*.

На основание котлована (-3,5) метра укладывалась галька или некалиброванный щебень, мощностью 0,5 метров, служащий дренажной системой сооружения и демпферной подушкой (неогеновые глины обладают набухающими свойствами при дополнительном увлажнении). На подушку были уложены в один слой плиты дорожного настила и залиты бетоном толщиной 0,7 метра. Размер монолитной плиты составил 48×48 метров, что позволило перекрыть 24 скважины.

Рисунок 3.42. *Конструкция скважины типа 2*

После окончания сооружения монолитной плиты поверхность сооружения была изолирована от воды и засыпана грунтом, ранее выбранным из котлованов, с дополнительным уплотнением.

На заключительном этапе проведена планировка поверхности с добавлением в верхнюю часть насыпи почвенно-растительного грунта.

Поверхность насыпи спланирована до естественного уклона рельефа.

Радиоэкологическое обследование участка. Результаты обследования показали отсутствие ^{241}Am на всей территории. Полученные значения ^{137}Cs не превысили уровня глобальных выпадений, составляющего 34,7 Бк/кг.

На всей исследуемой территории значения МЭД находились на уровне естественного радиационного фона – в пределах 0,13-0,15 мкЗв/ч, что не превышает установленных норм *(рисунок 3.43)*. Значения МЭД до глубин заложения оснований колпаков (4 и 6 метров) также находились на уровне естественного радиационного фона, как и значения МЭД до глубины 26 метров.

Рисунок 3.43. *Карта-схема значений МЭД на территории площадки*

Выполненные работы явились основанием для принятия решения по обеспечению радиационной безопасности персонала, предотвращению распространения возможного радиоактивного загрязнения за пределы площадки и по радиоэкологическому сопровождению дальнейших работ на площадке.

Учитывая характер проводимых работ на площадке – земляные работы до глубины 5,5 метров и буровые работы до глубин 26 метров в непосредственной близости от испытательных скважин, а также учитывая недостаточную изученность площадки по глубине в радиоэкологическом отношении, выполнялось радиоэкологическое сопровождение всех работ, особенно при производстве земляных работ.

В связи с возможностью появления загрязняющих веществ на отдельных участках поверхности и из режимных соображений (для контроля

и учета работающего персонала), вокруг рабочей площадки на период производства работ устанавливалась санитарно-защитная зона – территория, на которой действуют специальные правила по радиационному контролю и режиму допуска.

Проверка наличия ОЯД. Результаты исследований подтвердили наличие ОЯД в скважине №1 на глубине 22-24 метра, а в скважине №3 – на глубине более 22,5 метров. Наличие альфа-частиц на дне скважин также подтверждает нахождение ОЯД в скважинах №1 и №3.

После извлечения счетчика из скважины №3-3 было обнаружено альфа-загрязнение поверхности оборудования и начального участка кабеля на длине 3 метра *(рисунок 3.44)*. Уровень загрязнения – до 20 част/(мин×см^2) на счетчике и 9-12 част/(мин×см^2) на кабеле.

Рисунок 3.44. *Зависимость числа импульсов от глубины по скважине №3-3*

После извлечения счетчика из скважин №1-1 и №1-3 было обнаружено альфа-загрязнение поверхности оборудования и начального участка кабеля. Уровень загрязнения – 6-12 част/(мин×см^2).

Была проведена дезактивация оборудования и участка вокруг измерительных скважин.

Этап 2. Работы по второму этапу включали в себя решение следующих задач:

- отрывка котлованов, ликвидация бетонных пробок на скважинах;
- обрезка и удаление из котлована обсадных труб;
- выравнивание поверхности площадки работ;
- топографическая съемка котлованов.

Ликвидация бетонных пробок на скважинах. Предварительно на скважинах №1 и №2 проведены работы по ликвидации бетонных пробок размерами до 4×4×2,4 метра, а затем осуществлено рытье котлованов.

Бетонная пробка на оголовке скважины №1 была разрушена при помощи взрыва 40 кг химического взрывчатого вещества *(рисунок 3.45)*.

Рисунок 3.45. *Ликвидация бетонной пробки на скважине №1*

Остатки бетона с оголовков удалены за пределы котлованов.

Обрезка и удаление обсадных труб. По окончании земляных работ в каждом котловане на отметке (-5,5) метра подрезалась обсадная труба испытательных скважин с бетоном в межтрубном пространстве и временно вывозилась из котлована на поверхность *(рисунок 3.46)*.

Рисунок 3.46. *Удаление обсадных труб*

Выравнивание поверхности. После удаления труб дно котлованов выравнивалось для проведения работ по бурению специальных скважин защиты *(рисунок 3.47)*.

Рисунок 3.47. *Выравнивание поверхности котлована*

Топографическая съемка котлованов. После проведения всех подготовительных работ была проведена детальная топографическая съемка котлованов *(рисунок 3.48)*.

Рисунок 3.48. *Топографическая съемка котлованов*

Этап 3. Последовательность работ при сооружении колпаков:

- создание защитного кольца;
- подготовка основания колпака;
- строительство колпака из монолитного железобетона.

Защитное кольцо. Требованиями было установлено, что вокруг каждой испытательной скважины необходимо было пройти по 28 скважин, расстояние между стенками двух скважин не должно превышать 0,2 метра.

От центра скважины была произведена разбивка местоположения специальных скважин *(рисунок 3.49)*.

Рисунок 3.49. *Разбивка местоположения специальных скважин*

Бурение специальных скважин. Бурение осуществлено с помощью буровой установки ЛБУ-50 шнековым способом двухлопастными долотами режущего типа ДР.

Бурение специальных скважин, учитывая требование создания защитного кольца с зазором между бетонными стойками не более 0,2 метра, необходимо было осуществлять практически вертикально. Для обеспечения вертикальности специальных скважин, а также учитывая характер бурового снаряда (шнековая колонна диаметром 500 мм длиной до 22 метров с креплением отдельных звеньев колонны переходником), особое внимание было уделено установке и центрированию бурового агрегата на каждой скважине и их забурке. Забурка (проходка верхней части скважины с целью задания необходимого угла бурения) выполнена с применением специального забурника – долота в виде «пера» *(рисунок 3.50)*.

Для обеспечения вертикальности скважин бурение производилось при минимальной скорости и подаче.

Всего пробурено 112 скважин протяженностью 2350 погонных метров.

Весь процесс бурения скважин осуществлялся под дозиметрическим контролем.

Удаление грунта из котлованов. Объем одной пробуренной скважины составил 4,1 м^3. Объем вынутой породы, с учетом коэффициента разрыхле-

Рисунок 3.50. *Бурение специальных скважин*

ния, принятого равным 1,3, составлял 5,3 м^3 с каждой скважины. Всего с одного котлована объем вынутого из скважин грунта составил около 150 м^3.

Скважины после бурения должны заливаться бетонным раствором. В связи с этим, а также учитывая ограниченные размеры основания котлованов, вынутый из скважин грунт складировался на бортах котлованов. Удаление грунта из котлована производилось с помощью погрузчика или бадьи и автокрана *(рисунок 3.51)*.

Рисунок 3.51. *Удаление грунта из котлована*

Изготовление и установка арматурной сетки для скважин. Сетка изготовлялась из арматурной периодической стали диаметром 16 мм. Элемент арматурной сетки состоял из 4-х продольных несущих проволок длиной 10-11 метров, соединенных между собой при помощи электросварки кусками арматуры.

С целью укрепления конструкции, а также для исключения зацепления сеток за стенки скважин при их установке, через каждые 2-3 метра на элементе установлены кольца. Максимальный диаметр элемента сетки (по кольцу) не превышал 0,45 метра.

Элементы арматурных сеток доставлялись к котлованам. При помощи автокрана секции сеток длиной до 10 метров опускались в скважину и соединялись между собой при помощи электросварки *(рисунок 3.52)*.

Рисунок 3.52. *Изготовление и установка арматурной сетки*

Заливка скважин. После установки арматуры скважины заливались бетонным раствором с уплотнением. Бетон подавался с миксера непосредственно в скважину по бетоноводу *(рисунок 3.53)*.

Рисунок 3.53. *Заливка скважин бетоном*

Работы по устройству защитных колец на скважинах типа 1 проведены в период с 15 августа по 23 сентября 2004 года при положительной температуре воздуха.

Серия из 28 получившихся железобетонных стоек вокруг каждой испытательной скважины и составила защитное кольцо.

Подготовка оснований колпаков. По окончании работ по созданию котлованов на участках испытательных скважин типа 1 и типа 2, а также после устройства защитных колец вокруг 4-х испытательных скважин типа 1, были выполнены работы по подготовке оснований колпаков:

- захоронение обсадных труб на участках скважин типа 1;
- укладка щебеночной подушки под основание колпака;
- укладка плит.

В пределах основания колпака под скважины типа 1, размерами 10×10 метров, в дне котлованы при помощи экскаватора выкапывались траншеи глубиной до 1,2 метра, в которые затем укладывались и засыпались грунтом обрезанные части обсадных труб *(рисунок 3.54)*.

Рисунок 3.54. *Захоронение обсадных труб в котловане*

Щебеночная подушка. На поверхность дна котлована укладывался щебенистый грунт из карьера мощностью до 0,5 метра *(рисунок 3.55)*

Рисунок 3.55. *Создание щебеночной подушки*

для обеспечения дренажа образующихся в процессе эксплуатации почвенных вод. Грунт одновременно служил демпферной подушкой для погашения неравномерности подъема отдельных частей сооружений в результате возможного набухания глинистых грунтов, залегающих в основании конструкции (давление набухания для данных глинистых грунтов может достигать величины до 2-3 кг на квадратный сантиметр).

Укладка, подготовка и соединение плит. На спланированную из щебня подушку в один ряд по всей площади колпаков были уложены плиты дорожного настила. Размеры плит – 6×2×0,14 метра. Площадь каждой плиты составляет 12 квадратных метров. Уложенные в один ряд плиты являются технологическим элементом конструкции колпаков и предназначены, в основном, для создания оптимальных условий работы по изготовлению арматурных сеток для сооружений и изготовления опалубки.

Грунты основания обладают высокой степенью агрессивного воздействия на железобетонные конструкции, независимо от марки бетона по водопроницаемости. Для снижения агрессивного воздействия все железобетонные конструкции – плиты ПДН и все поверхности сооружения, соприкасающиеся с грунтом, обмазаны горячим битумом в два слоя.

Соединение плит между собой осуществлено при помощи электросварки к специальным закладным накладкам и между грузоподъемными петлями, расположенными по углам и бокам плит *(рисунок 3.56)*.

Рисунок 3.56. *Укладка, подготовка и соединение плит*

На каждый участок скважин типа 1 уложено по 8 плит (всего 32 плиты), а в основание скважин 2 типа – 192 плиты. Всего в основания монолитных железобетонных колпаков уложено 224 плиты дорожного настила.

Строительство колпаков из монолитного железобетона включало:

- изготовление арматурной сетки;
- изготовление опалубки;
- укладка бетона.

Сварные сетки являются основным видом арматуры железобетона. Заготовка элементов арматурных сеток производилась на месте укладки бетона, на плитах.

Изготовление сеток из элементов. Элементы арматурных сеток подносились на место установки, соединялись между собой арматурной сталью и крепились электросваркой. Размер ячеек составлял 20×20×25 см *(рисунок 3.57)*.

Рисунок 3.57. *Изготовление арматурной сетки*

При приемке готовых сеток производился внешний осмотр, обмер и проверка прочности сварных соединений. Качество сварных швов проверялось наружным осмотром.

Изготовление опалубки и укладка бетона в монолитные сооружения. Для удержания бетонного раствора в необходимом объеме установленная арматурная сетка была ограждена опалубкой, которая изго-

тавливалась на месте из деревянных щитов. Толщина доски – 40-50 мм. После схватывания бетона опалубка разбиралась (*рисунок 3.58, а)*.

Для устройства колпаков было предусмотрено использование тяжелого бетона средней плотности, класс прочности В22.5, марка бетона по прочности на сжатие – М300.

Испытательным центром строительных материалов и конструкций Семипалатинского филиала ОАО «Национальный центр экспертизы и сертификации» (аттестат аккредитации №КК658000.06.10.00532 до 05.12.04 года) разработана рецептура и состав компонентов для изготовления 1 м^3 бетона необходимой марки из представленных для лабораторных исследований компонентов.

Дозировка бетона осуществлялась на временном растворобетонном узле. Доставка и подача бетона к местам укладки производилась при помощи автобетоносмесителей КамАЗ-551 АБС-5.

Укладка раствора в колпак над скважинами 5-28 производилась непосредственно из миксера, который подъезжал к участку заливки по плитам.

Бетонная смесь для колпаков над скважинами типа 1 подавалась по бетоноводу диаметром 159 мм с поверхности земли. Укладка производилась сразу по всей площади колпака в пределах установленной опалубки (*рисунок 3.58, б)*.

а) *б)*

Рисунок 3.58. *Ограждение опалубкой (а) и укладка бетона (б)*

Укладка бетонной смеси, как и возведение арматурной сетки для железобетона, в колпак над скважинами типа 2 производилась по захваткам шириной до 3,0 метров. Захватки, в целях сокращения времени производства бетонных работ, готовились к бетонированию в виде отдельных участков, расположенных под прямым углом друг к другу.

После укладки бетона (или участка котлована) до проектной отметки произведено выравнивание его поверхности *(рисунок 3.59)*.

Рисунок 3.59. *Укладка бетона по участкам и его выравнивание*

Уход за уложенным бетоном производится в случаях высоких или отрицательных температур наружного воздуха в момент схватывания раствора (примерно 5 часов после укладки) с целью обеспечения требуемых условий твердения. Климатические условия работ позволили не выполнять особых мероприятий по уходу за бетоном.

Первый миксер бетонной смеси был уложен в колпак над скважиной №4 26 августа, а последний – в колпак над скважинами №5-28 29 октября 2004 года.

Краткая характеристика сооружений. Мощность построенных железобетонных колпаков соответствует требованиям Рабочего задания. Средняя мощность монолитной части колпаков над скважинами типа 1

составляет 2,5 метра, а с учетом толщины плиты (0,14 метра) общая мощность железобетонного колпака составила 2,64 метра.

Средняя мощность монолитной части колпака над скважинами типа 2 составляет 0,69 метра, а с учетом толщины плиты мощность железобетонного колпака составила 0,83 метра *(рисунок 3.60)*.

Рисунок 3.60. *Схема устройства колпаков*

Всего по Проекту уложено 3079,3 м^3 бетонной смеси, в том числе для сооружения монолитных колпаков – 2613,5 м^3.

Этап 4. Четвертый этап включал работы по гидроизоляции сооружений *(рисунок 3.61)*, засыпке котлованов над скважинами типа 1, а также работы по досыпке до проектной отметки котлована над скважинами типа 2 (над всем колпаком возведена насыпь мощностью 0,5 и более метров).

Рисунок 3.61. *Подготовка котлованов к засыпке*

Этап 5. Работы по пятому заключительному этапу включали в себя решение следующих задач:

- демонтаж полевого лагеря *(рисунок 3.62)*;
- топографическая съемка поверхности площадки;
- радиоэкологическое обследование поверхности площадки.

Рисунок 3.62. *Демонтаж полевого лагеря*

В результате проведенных работ в рамках операций «Сурок» и «Терновник», большинство из опытных скважин, в том числе все со значимыми содержаниями ОЯД, надежно закрыты железобетонным «колпаком». Таким образом, выполнена основная цель проекта – сооружен физический барьер, который предотвратит или приостановит любые попытки извлечения отходов ядерной деятельности на площадке «А-Б», и ликвидированы свидетельства проведенных здесь испытаний, указывающие на расположение площадки.

Выполненные работы обусловили снижение загрязнения территории площадки «А-Б» до уровня естественного фона.

Выполненные мероприятия по предотвращению несанкционированного доступа к ОЯД способствовали общему улучшению экологической обстановки на одном из участков территории СИП.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что в операции «Сурок» впервые трёхсторонними усилиями была ликвидирована угроза распространения и терроризма на конкретном примере площадки «А-Б» на качественно новом уровне. Приобретённый опыт совместного преодоления различного рода трудностей и нахождением компромиссных решений позволил в дальнейшем на трёхсторонней основе (РФ, РК, США) решать ещё более сложные задачи.

3.2.2 Повышение безопасности двух отработанных контейнеров «Колба», содержащих ОЯД (проект «Спичечный коробок») [5-7]

Обеспечение нераспространения делящихся материалов с объектов, находящихся на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, требует проведения работ по повышению безопасности уже законсервированных объектов.

Задача проекта – повышение безопасности двух отработанных контейнеров («Колб», содержащих ОЯД), оставшихся после ядерных испытаний.

Рабочим заданием и Планом работ было предусмотрено создание многоуровневой системы защиты ОЯД, находящихся в отработанных контейнерах, не связанной с извлечением и перевозкой контейнеров. Технические решения, разработанные специалистами ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ, ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК, НЯЦ РК и DTRA, основаны на использовании защитных свойств существующих сооружений и контейнеров.

Выполненные мероприятия позволили:

- практически исключить возможность извлечения ОЯД из контейнера;
- повысить механическую прочность контейнера;
- сделать контейнер практически не транспортабельным из-за значительного увеличения его массы.

Работы по повышению безопасности двух контейнеров («Колб», содержащих ОЯД), оставшихся после ядерных испытаний, выполнялись согласно согласованному специалистами Российской Федерации и Соединенных Штатов Америки «Плану работ по заливке контейнеров на участках проекта «Спичечный коробок», а также согласно «Рабочему проекту по заливке контейнеров на участках проекта «Спичечный коробок» и «Рабочему проекту «Колба» на дополнительное сооружение защитного барьера по проекту «Спичечный коробок» на объектах РБШ и К-85 бывшего СИП».

Работы подразделялись на 5 основных этапов:

- подготовительные работы;
- модельный эксперимент с заливкой «чистого» контейнера на площадке РБШ внутри и снаружи, с восстановлением кровли сооружения;
- заливка отработанного контейнера на площадке РБШ с восстановлением кровли сооружения, возведение насыпи и демонтаж демаскирующих факторов;
- заливка отработанного контейнера на площадке К-85 с восстановлением кровли сооружения, возведение насыпи и демонтаж демаскирующих факторов.
- заключительные работы.

Этап 1. Работы по первому этапу включали в себя подготовку рабочей площадки к проведению работ. Было выполнено вскрытие сооружения для обеспечения доступа к контейнерам «Колба» *(рисунок 3.63)*.

Рисунок 3.63. *Вскрытие сооружения*

Этап 2. Основной целью модельного эксперимента являлась отработка на «чистом» контейнере безопасной технологии вскрытия контейнера для закачки его раствором для использования этой технологии на отработанных контейнерах.

Виды и последовательность работ обусловлены предполагаемой технологией заполнения контейнеров и прогнозом радиационной обстановки при работах по вскрытию и заполнению контейнеров, выполненных специалистами РФЯЦ ВНИИЭФ.

Техническое решение качественного усиления защиты ОЯД заключалась в том, что в полость отработанных контейнеров заливался водный раствор смеси цемента с песком. Этим достигалось не только связывание ОЯД в прочном затвердевшем растворе, но и, практически, исключалась «транспортабельность» контейнеров из-за возрастания массы конструкции в несколько раз. Это существенно снижало риски распространения и терроризма, выводя их на качественно новый низкий уровень.

Для реализации данного технического решения понадобилось разработать специальный способ, исключающий выход ОЯД наружу из-за роста давления в полости контейнера при его заполнении песчано-цементным раствором. В процессе отработки безопасного и надёжного способа заполнения контейнера цементным раствором удалось подобрать надёжную конструкцию масляного затвора, найти оптимальный вариант режущего инструмента для бурения многослойной оболочки контейнера.

При производстве работ по отработке технологии *(рисунок 3.64)* была принята следующая последовательность операций по заполнению контейнеров, которая должна обеспечить необходимую безопасность реализации Рабочего задания по Проекту:

- в центральной зоне контейнера снимается защитный слой до стальной оболочки контейнера;
- на открытые участки оболочки контейнера устанавливаются патрубки для крепления шаровых кранов для устройства заливочного узла и для установки фильтра;
- вскрывается корпус контейнера с применением так называемого метода «масляного затвора»;

Рисунок 3.64. *Проведение модельных экспериментов*

- на один из патрубков устанавливается фильтрующий элемент на основе ткани Петрянова;
- внутренний объём контейнера заполняется связующим материалом.

Этап 3. Первоначально работы были проведены на «чистом» контейнере, в который было закачано 24,8 м^3 раствора (*рисунок 3,65*, а).

Процесс заполнения контейнера раствором наблюдался с помощью видеокамеры. После двух суток после заливки песчано-цементный раствор затвердел и практически не имел воды на поверхности.

На заключительном этапе произведена консервация контейнера в сооружении и выполнены работы по заливке сооружения и восстановлению бетонного перекрытия. Заливка бетона произведена непосредственно из миксеров с кровли сооружения Перекрытие сооружения до отметки верхней части также залито бетоном (*рисунок 3.65*, б).

Далее, аналогичные работы были проведены на «грязном» контейнере.

а) б)

Рисунок 3.65. *Заполнение контейнера раствором (а) и восстановление бетонного перекрытия (б)*

Для проведения работ по укрытию используемых при вскрытии и заливке контейнеров конструкций (шаровые краны, конструкция фильтров), загрязненных в ходе работ, кровля сооружения, предположительно в центральной части, была вскрыта на глубину до 0,4 метра. Размер вскрытия – 1×2 м. Для уточнения местоположения центральной части контейнера пройден зумпф (размерами 0,8×0,4 м) и глубиной 0,8 м до защитного слоя контейнера.

На защитный слой установлена и закреплена (с помощью пластины и крепежных болтов) направляющая стальная труба длиной 1,0 метр. После крепления трубы зумпф был залит бетоном. На другом конце приямка, на расстоянии 1,2 метра от направляющей трубы для скважины №2 (закачной), была установлена направляющая труба для скважины №1 (для выпуска газов). В приямке пройдена скважина при помощи долота диаметром 127 мм, в которую была вставлена стальная труба диаметром 112 мм. Межтрубное пространство зацементировано цементным раствором *(рисунок 3.66)*.

Рисунок 3.66. *Вскрытие кровли сооружения*

После затвердения цемента было произведено разбуривание цементного раствора в направляющей трубе при помощи долота диаметром 105 мм, не способного пробурить металл корпуса.

Выполнение работ по непосредственному вскрытию контейнера связано с определенным риском. В связи с этим для бурового персонала был проведен заключительный инструктаж по действию при вскрытии контейнера, уточнена и опробована конструкция бурового снаряда, к станине приварен ограничитель провала снаряда, подготовлены необходимые инструменты (ключи, патрубки и коронка), установлен флаг для определения направления ветра и распределены обязанности между персоналом *(рисунок 3.67)*.

Количество персонала, находящегося на рабочей площадке и выполняющего работы по вскрытию, было ограничено (7 человек). Персонал был одет в средства индивидуальной защиты. Остальной персонал, выполняющий работы по Проекту, был выведен в безопасную зону.

Через направляющую трубу было произведено бурение пластикового защитного слоя контейнера с подливом масла через масляный затвор,

Рисунок 3.67. *Подготовка к вскрытию контейнера*

представляющий собой пластиковую емкость, соединенную с направляющей колонковой трубой патрубком с шаровым краном диаметром 20 мм. В процессе бурения производилось наблюдение за расходом масла в емкости. Вскрытие контейнера – бурение стального корпуса – проведено в течение 7 минут. Резкого снижения уровня масла в емкости не произошло, но хорошо наблюдалось образование в масле воздушных пузырей, свидетельствующих о вскрытии стального корпуса.

После провала бурового снаряда в скважину до заранее закрепленного на станине бурового агрегата ограничителя колонковый снаряд был отсоединен от бурового агрегата и сброшен в контейнер *(рисунок 3.68)*.

Рисунок 3.68. *Буровые работы*

Выпуск загрязненного воздуха из контейнера производился через масляный затвор. Шаровым краном диаметром 20 мм проводилось регулирование скорости выхода газа по количеству образовавшихся пузырьков в масляной емкости. В течение всего времени выхода газа из контейнера (в течение 90 минут) производился постоянный радиационный контроль

состояния газов, прошедших через масляный затвор в атмосферу участка работ. После прекращения выхода газа (по прекращению образования пузырьков и полному уходу масла из емкости) шаровой кран диаметром 20 мм был закрыт, конструкция масляного затвора снята и вместо нее присоединена конструкция фильтра *(рисунок 3.69)*.

Рисунок 3.69. *Выпуск из контейнера загрязненного воздуха*

Радиационная обстановка на участке работ после вскрытия контейнера скважиной №2 не изменилась, и было принято решение о возможности участия в следующих операциях по заполнению контейнера раствором необходимого персонала при условии постоянного дозиметрического контроля.

Заполнение бетоном «Колбы» производилось через закачные насосы, установленные на кровле сооружения. Миксер АБС-5 на базе автомобиля КамАЗ или КрАЗ привозил изготовленную смесь и разгружал в приемную емкость закачного насоса *(рисунок 3.70)*.

Рисунок 3.70. *Заполнение бетоном «Колбы»*

В ходе заполнения контейнера песчано-цементным раствором специалистами ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК производился периодический контроль состояния газовой среды в контейнере и замена фильтрующего элемента *(рисунок 3.71)*.

Рисунок 3.71. *Контроль состояния газовой среды и замена фильтрующего элемента*

На заключительном этапе произведена заливка вскрытой части кровли сооружения до первоначальной отметки. Затворы и шаровые краны с установленными на них пробками не демонтированы, а залиты бетонным раствором. После завершения работ по консервации контейнера (заливки раствором) МЭД гамма-излучения в указанной зоне не превышала значений естественного фона, составляющего для данной местности 0,1 – 0,15 мкЗв/ч *(рисунок 3.72)*.

Рисунок 3.72. *Консервация контейнера*

Дозы внешнего облучения персонала за все время работы на отработанном контейнере составили 0,3 – 0,8 мкЗв, что значительно ниже предельно допустимых значений.

Этап 4. Сооружение с контейнером под условным обозначением К-85 находится в 150 метрах от портала одноименной штольни в южной части горного массива «Дегелен» (*рисунок 3.73*, а). Контейнер, расположенный в сооружении на площадке К-85, был предварительно законсервирован в 2000 году – забетонирован непосредственно в наземном бетонном сооружении. Над сооружением возведена насыпь из грунта (*рисунок 3.73*, б).

а)

б)

Рисунок 3.73. *Контейнер «Колба» на объекте К-85*

Работы по заливке контейнера на объекте К-85 идентичны работам, проводимым на площадке РБШ.

Особенности технологии выполнения работ на объекте К-85. Консервация контейнера «Колба» на объекте К-85 осуществлялась в основном по отработанной и хорошо зарекомендовавшей себя на объекте РБШ технологии. Вместе с тем имелись и некоторые довольно существенные отличия.

Если на объекте РБШ технологические стаканы для заливки контейнера и стравливания (очистки) газовой среды из полости располагались в самой верхней части контейнера (для определения самой верхней точки контейнера часть его поверхности была очищена от бетона), то в данном случае между поверхностью контейнера и верхом бетонного сооружения был слой армированного бетона толщиной 2,0 – 2,1 м, поэтому точно определить верхнюю точку контейнера не удалось. Вследствие этого, не удалось провести корректно разметку отверстий для установки обсадных труб технологических стаканов и просверлить корпус контейнера в самых верхних точках. При этом отверстие для заливки контейнера оказалось выполненным ниже отверстия для стравливания воздуха из контейнера. Подтверждением этому послужил тот факт, что через технологический стакан для заполнения контейнера удалось залить только ~12,5 м^3 (~ 3,5 миксера АБС-5) цементно-песчаного раствора, заполнив 60 – 70 % объема полости.

Дальнейший процесс заполнения полости ~6,5 м^3 (~1,5 миксера) осуществлялся через открытый патрубок 1-го отверстия с одновременным стравливанием через него газоаэрозольной смеси уже без очистки на фильтре. При этом риск загрязнения воздуха и поверхностей в зоне работ радиоактивными ОЯД был сведен к минимуму, так как к данному моменту преобладающая масса ОЯД в полости уже была локализована цементно-песочным раствором и их концентрация в газоаэрозольной струе значительно понизилась.

Фильтр имел менее удачную конструкцию по сравнению с фильтром, использованным на РБШ. Площадь фильтрации была меньше, поэтому его рабочий ресурс был очень небольшим. Кроме того, он создавал большое сопротивление стравливаемой газовой смеси, особенно в условиях повышения влажности в полости контейнера.

В ходе выполнения работ по заполнению внутренней полости отработанных контейнеров связующим материалом из-за образования воздушной пробки произошел выброс цементной смеси из патрубка, через который происходила заливка раствора. В результате чего произошло незначительное загрязнение радиоактивными материалами участка, прилегающего к патрубкам, предназначенным для стравливания воздуха и заливки раствора. Максимальное значение МЭД на загрязненном участке составило 0,29 мкЗв/ч, плотность потока α-частиц – 3 част/(мин×см^2), β-частиц – 41 част/(мин×см^2).

На *рисунке 3.74* показан процесс заполнения контейнера раствором с дозиметрическим сопровождением работ.

Этап 5. Заключительные работы состояли из приведения сооружений, где размещены контейнеры «Колба», к первоначальному состоянию и ликвидации всех демаскирующих признаков.

Рисунок 3.74. *Заполнение контейнера раствором и дозиметрический контроль*

При ликвидации демаскирующих факторов произведен демонтаж прилегающего сооружения, очистка и планировка территории, прилегающей к сооружению. Возведение насыпи произведено при помощи бульдозера. Грунт в насыпь доставлялся автосамосвалами с ранее разработанного карьера, находящегося на удалении до 0,5 км от площадки. Разработка грунта в карьере производилась при помощи экскаватора. Высота насыпи над кровлей сооружения составила не менее 1,2 метра *(рисунок 3.75)*.

Рисунок 3.75. *Вид на сооружение после проведения работ*

В результате проведенных работ в рамках Проекта «Спичечный коробок» на площадке РБШ выполнена основная цель проекта – сооружен дополнительный физический барьер, который предотвратит или приостановит любые попытки извлечения отходов ядерной деятельности на данной площадке, и ликвидированы свидетельства проведенных здесь испытаний, указывающие на расположение площадки.

Выполненные мероприятия по предотвращению несанкционированного доступа к ОЯД способствуют общему улучшению экологической обстановки на одном из участков территории СИП. МЭД на данной территории не превышает фоновых значений, характерных для данной местности.

Обеспечена безопасность выполнения всех радиационно-опасных работ. Уровни радиационного воздействия на персонал были в пределах величин, нормируемых Нормами радиационной безопасности. Внутреннего облучения персонала при работах не допущено.

3.2.3 Повышение безопасности трех отработанных контейнеров «Колба», содержащих ОЯД (проект «Кочевник») [8]

Обеспечение нераспространения делящихся материалов с объектов, находящихся на территории бывшего СИП, потребовало проведения работ по повышению безопасности уже законсервированных объектов.

Для снижения угрозы распространения ОЯД с территории бывшего СИП необходимо было усилить защиту содержащих ОЯД трех отработанных контейнеров «Колба», расположенных на объекте «Кочевник».

Объект представляет собой конструкцию из двух инженерных сооружений – левого и правого. В левом сооружении располагаются три контейнера «Колба». Общий вид объекта представлен на *рисунке 3.76*.

Рабочим заданием и Планом работ предусматривалось создание многоуровневой системы защиты ОЯД, находящихся в отработанных контейнерах, не связанной с извлечением и перевозкой контейнеров. Технические решения, разработанные специалистами ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ, ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК, НЯЦ РК и DTRA, основаны на использовании защитных свойств существующих сооружений и контейнеров.

Рисунок 3.76. *Вид сооружений на объекте «Кочевник»*

Для усиления защитных барьеров было предложено применить отработанный в операции «Спичечный коробок» способ заполнения полости контейнеров. Предварительно специалистами РФ предлагалось извлекать контейнеры «Колба» из штольни для заполнения песчано-цементным раствором. Это предложение основывалось на том, что контейнеры размещались на специальных транспортных тележках, пригодных для вывоза и последующего ввоза контейнеров внутрь сооружения. Контейнеры были герметичны благодаря работам, выполненным в 1998 году, что обеспечивало радиационную и экологическую безопасность работ. Специалисты НЯЦ РК предложили более радикальный вариант – осуществить заполнение контейнеров без вскрытия портала путём бурения скважин с наружной поверхности инженерного сооружения.

Следует сказать, что данная идея сначала вызвала большой скепсис. Во-первых, не было уверенности, что бурением скважин с наружной поверхности удастся попасть в нужную часть поверхности контейнера, имеющего цилиндрическую форму со сферическими торцами. Кроме того, рельеф горы был настолько крутой, что требовал значительного объёма взрывных работ при подготовке площадки для размещения буровой техники. Но в данной идее был и несомненный плюс, так как исключались необходимость вскрытия портала и непосредственный доступ к контейнерам «Колба». Герметичность контейнеров не исключала внешнего довольно высокого радиационного фона из-за наличия в их полости ОЯД. Кроме того, не простым, хотя и решаемым, был вопрос обратного ввоза контейнера после заполнения его полости, так как его масса после этого увеличивалась в несколько раз. После трёхсторонних консультаций было принято компромиссное решение, заключавшееся в том, что песчано-цементным раствором заполняется полость только одного контейнера, ближнего к порталу. Оставшиеся два контейнера защищаются только заполнением бетонным раствором свободных объёмов боксов, в которых находятся контейнеры.

Задачи проекта:

- повышение безопасности левого сооружения путем заливки бетонным раствором бокса, где расположен контейнер №1, и камеры, где располагаются отработанные контейнеры № 2 и № 3, и заливка раствором из мелкозернистого бетона внутренней полости контейнера № 3 без вскрытия входа в инженерное сооружение;

- повышение безопасности правого сооружения комбинированным методом – взрывом изнутри участка сооружения и установкой монолитной железобетонной пробки.

Схема усиления инженерных сооружений представлена на *рисунке 3.77*.

Рисунок 3.77. *Схема усиления левого (а) и правого (б) инженерного сооружения*

Работы начались 19 сентября 2005 года и закончились 30 мая 2006 года.

Отдельные виды работ проводились одновременно на правом и левом сооружениях. Основные этапы и виды работ представлены на *рисунке 3.78*

На протяжении всего периода шло сопровождение выполняемых строительных работ в целях обеспечения безопасного ведения работ, охраны персонала и оборудования производителей работ, бесперебойного обеспечения работ необходимыми материалами:

- радиоэкологическое сопровождение;
- медицинское сопровождение;
- содержание полевых дорог;
- содержание базового и полевых лагерей;
- охрана инженерного сооружения;
- доставка оборудования и материалов на участок.

Рисунок 3.78. *Основные этапы и виды работ*

По результатам оценки радиационной обстановки до начала работ на территории рабочих площадок сооружений было установлено, что:

- уровень дозы от гамма-излучающих радионуклидов не представляет опасности для персонала;
- МЭД на большей площади обследованных площадок не превышает норму (0,3 мкЗв/ч), установленную КПР-96, и находится на уровне фоновых значений, характерных для горной местности;
- строительные материалы – щебень с карьера можно использовать для промышленного и дорожного строительства вне населенных пунктов.

3.2.3.1 Левое сооружение

Работы по усилению защиты левого сооружения проведены путем вскрытия камер сооружения специальными скважинами с рабочей площадки и заполнения их бетонным раствором через скважины.

Для устройства рабочей площадки над сооружением была построена временная подъездная дорога *(рисунок 3.79)*.

Рисунок 3.79. *Подъездная дорога*

Рабочая площадка состояла из двух уступов, сформированных путем дробления крупных обломков породы при помощи ряда циклов взрывов в шпурах и накладными зарядами с последующей засыпкой обломков породы щебнем из местного карьера и многократным разравниванием завезенного грунта *(рисунок 3.80)*.

Рисунок 3.80. *Рабочая площадка над сооружением*

Проходка специальных скважин диаметром от 105 до 250 мм была осуществлена с поверхности рабочей площадки. Вертикальные скважины пройдены при помощи станка типа УРБ-3АМ, а наклонные – при помощи бурового агрегата типа «ТЕЈ» *(рисунок 3.81)*.

Рисунок 3.81. *Проходка скважин*

Точное положение контейнеров № 2 и № 3 в камере было неизвестно, и планируемое местоположение скважин допускалось изменить по результатам бурения поисковых скважин.

Бурение первой по счету поисковой скважины (№2, диаметром 115 мм) дало положительный результат – буровой снаряд провалился в полость (вход в сооружение определялся по провалу бурового снаряда). При помощи видеокамеры *(рисунок 3.82)* было определено положение забоя первой пройденной скважины относительно контейнеров. С помощью видеокамеры было выявлено, что крышка гермолаза в сторону бокса с контейнером № 1 закрыта, и дополнительного расхода бетона на утечку через отверстие не ожидается.

Рисунок 3.82. *Выполнение видеосъемки*

По данным обследования сооружения с двумя контейнерами была проведена корректировка местоположения остальных специальных скважин для заливки бетоном.

Для вскрытия бокса с контейнером № 1 было пройдено три скважины с углом наклона от 45 до 60 градусов от вертикали.

Скважина №4, забуренная с поверхности под углом 51 градусов от вертикали, вошла в бокс, пройдя незначительный участок бетонной пробки. Скважина №5, забуренная с поверхности под углом 60 градусов, вошла в бокс левее в задней части контейнера №1.

Видеонаблюдения, проведенные в боксе с контейнером № 1, были низкого качества как при обследовании, так и при заполнении бетоном, что связано с недостаточным освещением и поглощением света стенками выработки и контейнером *(рисунок 3.83)*.

Рисунок 3.83. *Вид на контейнер №1 (а) и вид на гермолаз в боксе (б)*

Хорошей отражающей способностью обладала крышка контейнера, которая была заменена во время проведения работ в 1999 году – по фотографиям можно посчитать количество крепежных болтов. Крышка и послужила отправной точкой при обследовании бокса.

Было выявлено, что крышка гермолаза, выводящего из бокса, полностью открыта, и необходимо принять технологические меры для предотвращения утечек бетонного раствора в соседний бокс.

Для заливки бокса с контейнером № 1 и камеры с контейнерами № 2 и № 3 бетонным раствором было подготовлено 6 специальных скважин (*рисунки 3.84*, *3.85)*.

Дозировка смеси для приготовления бетонного раствора производилась на растворно-бетонном узле, построенном на площадке левого сооружения. Смесь доставлялась на рабочую площадку автобетоносмесителем АСБ 92. Бетон в камеру подавался напрямую через специальную воронку без применения насосного оборудования. По заполнению бетоном обсадной колонны доверху, процесс заполнения камеры был завершен *(рисунок 3.86)*.

Рисунок 3.84. *Обсадка скважин трубами*

Рисунок 3.85. *Положение забоев скважин относительно камеры и бокса*

Рисунок 3.86. *Заливка камеры и бокса бетонным раствором*

Видеонаблюдение за процессом растекания бетонного раствора в камере проводилось через скважины, в которые на текущий момент не проводилась подача бетона *(рисунок 3.87)*.

Рисунок 3.87. *Снимки процесса заливки бетона в камеру*

Растекание раствора в камере происходило за счет его текучести, определенного рецептурой состава бетона, а на последних этапах – за счет давления, создаваемого столбом бетона в стволе скважин.

Заливка бетонным раствором бокса с контейнером № 1 производилась по наклонным специальным скважинам № 4 и № 5 при помощи насоса БУК-1 *(рисунок 3.88)*.

Рисунок 3.88. *Заливка бетонным раствором бокса с контейнером № 1*

Процесс заполнения и растекания бетона в боксе наблюдался при помощи видеокамеры. По заполнению бетоном обсадной колонны скважины № 4 доверху процесс заполнения бокса был завершен.

Местоположение специальной скважины №1 было выбрано с целью использования ее для вскрытия контейнера №3. В результате бурения забой скважины расположен непосредственно над осью контейнера № 3 в его центральной части.

Учитывая данные обстоятельства, совместно с представителями ВНИИЭФ ТАНИК, была предложена, а затем реализована схема заполнения контейнера через одну скважину с обустройством в ней отдельного канала для заливки песчано-цементного раствора (КЗ) и отдельного канала для выхода

1 *ствол специальной скважины ∅ 250 мм;*
2 *обсадная труба ∅ 130 мм;*
3 *колонковая труба ∅ 70 мм для закачки песчано-цементного раствора в контейнер;*
4 *колонковая труба ∅ 108 мм с твердосплавной буровой коронкой ∅ 112 мм для вскрытия контейнера;*
5 *контейнер;*
6 *вентиль на трубе закачки раствора;*
7 *сальниковое устройство;*
8 *бетонный раствор в камере с контейнерами №2 и №3;*
9 *отводная трубка для газа;*
10 *вентиль на отводной трубке;*
11 *фильтр;*
12 *зазор в корпусе контейнера для выхода газа;*
13 *песчано-цементный раствор в контейнере №3.*

Рисунок 3.89. *Схема вскрытия контейнера № 3*

вытесняемого из контейнера воздуха, который соединяется отводной трубкой с фильтром (КФ) *(рисунок 3.89)*. Данное решение зафиксировано изменением к Рабочему проекту.

Работы проводились при помощи самоходного бурового агрегата СКБ-5 на базе автомобиля УРАЛ-375. Подготовительные работы по вскрытию контейнера производилось одновременно с работами по закачке бетона в бокс.

Ствол разбуренной скважины был обсажен стальными трубами ∅ 130 мм, после чего произведена цементация затрубного пространства *(рисунок 3.90)*.

Операция по вскрытию контейнера – одна из самых радиационно-опасных, т.к. при ее выполнении может произойти выход газо-аэрозольной смеси ОЯД, особенно при наличии даже небольшого по величине избыточного (по отношению к атмосферному) давления в полости контейнера.

Основная задача – предотвратить выход значительного объема вытесненного воздуха в зону работы персонала через зазор между обсадной трубой и колонковым снарядом в момент первоначального вскрытия корпуса контейнера.

Данная проблема была решена с помощью сальникового устройства. К обсадной трубе привинчено устройство для выхода и фильтрации газов. Фильтрующий элемент изготовлен в виде кассеты с 8 листами ткани Петрянова *(рисунок 3.91)*

После готовности персонала, оборудования и приспособлений была произведена операция по вскрытию контейнера. Сверление отверстия осуществлялось в масляно-водяной суспензии – до начала работ в скважину было налито около 30 литров автомо-

Рисунок 3.90. *Цементация затрубного пространства скважины*

Рисунок 3.91. *Подготовка фильтрующего элемента*

бильного масла, а затем открыт кран для подачи воды из емкости в минимальном объеме. Примерно через 1 час после начала процесса бурения корпус контейнера был прорезан – из газоотводной системы пошел газ, а замеры фильтра показали наличие на нем радиоактивных загрязнений.

Закачка внутреннего объёма контейнера связующим материалом производилась под давлением, создаваемым столбом раствора в непрерывном режиме через канал закачки и соединенного с воронкой. Полнота заполнения отработанного контейнера связующим материалом определялась по выходу смеси из газоотводящей трубки.

На всех этапах проведения работ с отработанными контейнерами осуществлялся непрерывный радиационный контроль, в том числе и представителями РФ *(рисунок 3.92)*.

По завершению заливки контейнера песчано-цементным раствором был проведен демонтаж газоотводящей системы, а оголовок скважины был залит бетоном.

Работы по заливке бетонным раствором камеры с двумя контейнерами и бокса с одним контейнером и контейнера песчано-цементным раствором начались 16 апреля и закончились 19 мая 2006 года. Укладка бетона производилась при положительных температурах воздуха.

Рисунок 3.92. *Контроль радиационной обстановки после вскрытия контейнера*

Лабораторные испытания показали, что полученный на месте изготовления бетон тяжелый соответствует по прочности при сжатии (в среднем 295,6 кгс/см^2) марке М300 и требованиям Рабочего задания.

По окончании работ с рабочей площадки было вывезено все оборудование и механизмы, начаты работы по ликвидации. С помощью самосвала был завезен дополнительно грунт из карьера, а экскаватором взрыхлен грунт, ранее завезенный для сооружения рабочей площадки *(рисунок 3.93)*.

Рисунок 3.93. *Ликвидация рабочей площадки*

3.2.3.2 Правое сооружение

В связи с тем, что левое и правое сооружения соединены между собой, в целях усиления защиты левого сооружения были проведены работы по укреплению правого сооружения.

В апреле – мае 1998 года, в рамках Программы ликвидации инфраструктуры ядерного оружия на Семипалатинском испытательном полигоне, специалистами РК и США были проведены работы по ликвидации устья правого сооружения путем взрывания накладных зарядов ВВ над поверхностью сооружения с последующей засыпкой врезной траншеи горной породой до создания естественного рельефа местности.

За прошедшие годы с верхней части горного массива произошел обвал горной породы, который перекрыл приустьевой участок правого сооружения *(рисунок 3.94)*.

Рисунок 3.94. *Навал горной породы над порталом правого сооружения*

Все работы по сооружению защиты на правом сооружении произведены при постоянном дозиметрическом контроле, а взрывные работы по дроблению и обрушению пород над устьем сооружения и работы внутри сооружения – в соответствии с «Рабочим проектом на закрытие правого сооружения».

При помощи взрывания накладных зарядов небольшой мощности были сделаны подходы к крупным глыбам породы, нависающим по склону

горы над порталом сооружения. Проведено несколько циклов дробления породы, в том числе и по оси сооружения. Дробление проводилось до тех пор, пока крупные куски не приобрели мелко-глыбовую форму. Вскрытие породной засыпки производилось бульдозером, а затем экскаватором с погрузкой породы в автосамосвал и вывозкой породы на отвал. При уборке породы из траншеи встречались крупные обломки, которые дополнительно дробились накладными зарядами или при помощи взрывов в шпурах.

После вскрытия первой рамы крепи сооружения врезная траншея была расширена и удлинена *(рисунок 3.95)*.

Рисунок 3.95. *Вскрытие сооружения*

Через вскрытую часть портала персоналом РФ и НЯЦ РК, в присутствии дозиметриста и горноспасателей, было проведено предварительное обследование горно-технического состояния сооружения, признанное удовлетворительным (*рисунок 3.96*, а).

На отметке 125 метров ранее была сооружена бетонная пробка с заваренной металлической трубой диаметром до 2,0 метров. Вблизи защитной стенки находились газовые баллоны, а в металлической пластине, закрывающей трубу, было обнаружено незначительное отверстие, размеры которого не позволяли проникнуть человеку, на основании чего можно с уверенностью утверждать, что за пределы бетонной пробки не было несанкционированного проникновения (*рисунок 3.96*, б).

а) б)

Рисунок 3.96. *Состояние сооружения (а) и следы несанкционированной деятельности (б)*

После проведенного предварительного обследования состояния была продолжена работа по расширению врезной траншеи и оборудованию портала сооружения (*рисунок 3.97*, а).

После завершения работ по подготовке входа в сооружение было выполнено детальное обследование сооружения, по результатам которого установлено предварительное место устройства завала и бетонной пробки, уточнены виды и объемы необходимых работ для обеспечения безопасности производства дальнейших работ (*рисунок 3.97*, б).

С учетом фактического состояния горной выработки был определен участок длиной 15 метров для обрушения пород (пикет 57 – пикет 72 метра) и установки 10-метровой железобетонной пробки (пикет 44 – пикет 54 метра) с расстоянием между ними в 3 метра, что полностью соответствовало «Рабочему проекту». На участке установки бетонной пробки под клин с помощью взрыва в шпурах было проведено расширение сечения выработки примерно на 0,5 метра во все стороны.

Грунт, обрушенный при подготовке места заложения бетонной пробки, был передвинут при помощи бульдозера к месту предполагаемого завала сечения сооружения грунтом (к пикету 72 метра) в результате взрыва *(рисунок 3.98)*.

а) б)

Рисунок 3.97. *Устройство припортального участка (а) и детальное обследование сооружения (б)*

Рисунок 3.98. *Устройство завала*

Бурение шпуров для обрушения сооружения осуществлено в борта, кровлю и подошву выработки с применением самоходной установки «Sullivan».

По завершении работ по бурению шпуров был выполнен демонтаж коммуникаций на участке обрушения, заряжание шпуров и взрывание.

Грунт после взрывания полностью перекрыл все сечение сооружение под вновь созданную кровлю.

Основным защитным элементом сооружения, в соответствии с Рабочим заданием, являлась бетонная пробка длиной 10 метров с клином, которая сооружается из бетона тяжелого, соответствующего марке М300 (классу по прочности В22,5).

Состав бетона подобран по ГОСТ 27006, исходя из характеристик компонентов для изготовления бетона. В качестве крупного заполнителя для бетонной смеси использован щебень из природного камня гранита, а мелкого заполнителя – песчано-гравийная смесь, которые были поставлены специализированными организациями. В качестве вяжущего материала применен портландцемент, изготавливаемый ЗАО «СемейЦемент» в городе Семипалатинске.

Участок выработки под бетонный элемент был очищен от кусков породы, а затем на этом месте была возведена деревянная опалубка для бетонирования. Арматурные сетки для установки их в железобетонную пробку изготовлены из арматурной стержневой стали класса А-II горячекатаной, периодического профиля ∅ 22 мм, из стали марки 35ГС (аналогичная арматурная сталь применялась при работах по проекту «Терновник»).

Отдельные элементы арматурной сетки изготавливались на припортальном участке, а затем переносились к месту установки и при помощи электросварки соединялись в решетку. Бетонный раствор с автобетоносмесителя подавался на конвейер и далее в опалубку *(рисунок 3.99)*.

Рисунок 3.99. *Устройство бетонной пробки*

Лабораторные испытания показали, что полученный на месте изготовления бетон тяжелый соответствует по прочности при сжатии (в среднем 296,4 кгс/см^2) марке М300.

После проведения работ по устройству бетонной пробки произведен демонтаж оборудования и коммуникаций, осуществлен демонтаж портальной рамы и произведена засыпка устья сооружения до существующего рельефа местности *(рисунок 3.100)*.

Рисунок 3.100. *Вид устья после засыпки*

Основные работы по закрытию правого сооружения были выполнены в следующие сроки:

- подготовка площадки: 13.09 – 25.09. 2005 года;
- вскрытие портала сооружения: 25.09 – 21.11. 2005 года;
- подготовка и обрушение кровли сооружения: 22.11 – 28.11. 2005 года;
- установка пробки: 28.11 – 04.12.2005 года;
- закрытие портала сооружения: 04.12 – 24.12.2005 года.
- При вскрытии портала было вынуто 4000 м^3 горной породы.
- В железобетонную пробку уложено 213 м^3 тяжелого бетона.
- Приустьевой участок сооружения засыпан горной породой в объеме 4500 м^3.

3.2.3.3 Радиометрическое сопровождение работ

Радиоэкологическое обследование участков левого и правого сооружений и сопровождение работ проводилось с целью определения реальной радиационной обстановки на участках работ на момент начала работ, в процессе их выполнения и по окончании работ, на основе которых можно принять управленческое решение о принятии необходимых в данных условиях мер по снижению влияния радиационного фактора на здоровье персонала и недопущению к переносу загрязняющих веществ в окружающую среду.

Полевые исследования выполнялись сотрудниками аккредитованного Испытательного центра ИРБЭ НЯЦ РК с использованием поверенных средств измерений, внесенных в государственный реестр РК. Радиометрические исследования на площадках проводились в соответствии с аттестованными методическими указаниями.

При проведении радиоэкологического сопровождения работ на левом и правом сооружениях, с целью обеспечения радиационной безопасности работающих, были выполнены следующие виды работ:

- развернут стационарный пост радиационного контроля;
- контроль радиоактивного загрязнения воздуха в рабочей зоне;
- радиационный контроль радиационных параметров на участках работ;
- радиационный контроль транспортных средств и вспомогательного оборудования;
- радиационный контроль жилых модулей и производственных помещений в полевом лагере.

Принятые в Плане работ и исполненные в ходе реализации мероприятия по снижению радиационного риска для персонала и окружающей среды позволили предотвратить вторичное радиоактивное загрязнение и возможный перенос персоналом и техникой радиоактивных продуктов за пределы рабочей зоны, а также исключили возможное внутреннее и внешнее переоблучение персонала.

Значение МЭД при проведении контроля персонала на протяжении всего периода работ находилось на уровне фона, зарегистрированного при проведении предварительного радиоэкологического обследования, и варьировалось в пределах от 0,12 до 0,17 мкЗв/ч. Контроль незащищенного кожного покрова показал, что максимальное содержание плотности потока α- и β-частиц у работающего персонала не превышало допустимого уровня.

Радиометрические исследования до начала строительных работ и после их окончания проведены по единой методике и сетке наблюдений и заключались в измерении МЭД и плотности потока α- и β-частиц на высоте 0,03 м от уровня поверхности грунта *(рисунок 3.101)*.

Значения МЭД на площадках, расположенных на припортальных участках левого и правого сооружений, варьируются в пределах от 0,09 до 0,44 мкЗв/ч и от 0,13 до 0,23 мкЗв/ч соответственно.

Радиоактивное загрязнение обследуемой территории после проведения работ по увеличению безопасности инженерного сооружения отсутствует – выполненные работы не привели к ухудшению радиационной

Рисунок 3.101. *Радиационный контроль при производстве работ*

обстановки на территории рабочих площадок. Полученные результаты подтверждаются сравнением полученных значений с результатами предварительного обследования.

3.2.4 Изъятие и вывоз их двух штолен на ПО «Маяк» (Россия) активированного специального технологического оборудования (проект «Беркут») [9]

Исходя из положительного опыта работ, выполненных в рамках операции «Кочевник», руководство Росатома весной 2005 года дало согласие на заключение очередного информационного контракта ВНИИЭФ с ЛАНЛ США, в этот раз по штольневым объектам, содержащим ОЯД в сравнительно легкодоступной форме.

Соглашение № 37713-000-02-35 по Техническому заданию 026 предусматривало разработку количественных критериев для оценки угроз распространения и терроризма применительно к ОЯД, а также разработку технических предложений по снижению данных угроз на штольневых объектах бывшего СИП. На данном этапе в отчётах для ЛАНЛ идентификация объектов не приводилась, то есть объектам присваивались условные наименования, характеристика их защищенности давалась в обобщённом виде, (без детализации расстояний между пробками, их толщинами и т.п.).

Согласие американской Стороны на отсутствие идентификации объектов в представленных РФ отчётах позволило охватить достаточно большое (шестнадцать) число объектов, удовлетворяющих выбранным и согласованным критериям оценки рисков «распространения». Для каждого объекта была получена количественная оценка величины риска. В результате все объекты были разбиты на четыре категории по опасности. Российской стороной было предложено рассмотреть возможность создания дополнительных защитных барьеров, исключающих доступ к ОЯД без применения промышленных методов на 16 объектах, соответствующих уровням опасности от 4 до 2 включительно. Четвёртый уровень представляет максимальную опасность. Данному уровню отвечали три объекта, которым были присвоены условные обозначения «X», « Y « и «Z».

Восьмого сентября 2005 года в городе Курчатове РК состоялась первая, а 17-22 апреля 2006 года – вторая двухсторонняя (РФ, США) рабочая встреча по обсуждению вариантов работ на «критических» штольнях. Принципиально новым обстоятельством в данных консультациях было наше согласие на вывоз на территорию России специального технологического оборудования (АСТО) и его фрагментов, оставшихся на объекте «X».

Работы по сооружению дополнительных мер защиты объектов «X» и «Y» выполнены в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан и в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов и нормативных документов, в том числе в области охраны здоровья работников и окружающей среды по следующим основным этапам:

Этап 1 (подготовительные работы) – подготовка площадки перед порталом; радиологическое и экологическое обследование; выемка грунта, траншеи и удаление обломков горных пород; удаление пробки портала.

Этап 2 (строительные [горные] работы) – горное обследование; создание защитного покрытия на инженерном сооружении, удаление коллиматоров, безопасное инженерное сооружение до первой пробки, восстановление железнодорожных путей; установка системы жизнеобеспечения, подготовка и открытие отверстия в первой пробке, подготовка к буровым и взрывным работам; удаление горной породы, коллиматоров и других пробок; восстановление железнодорожного пути и системы жизнеобеспечения; извлечение упаковки и помещение её в специальный контейнер.

Этап 3 (перевозка) – транспортировка контейнера автомобильным транспортом на ст. Дегелен и отправка железнодорожным транспортом в Россию.

Этап 4 (заключительные работы) – установка пробки и закрытие инженерного сооружения.

Начиная с этапа вскрытия боксов с СТО и до момента передачи контейнера на ст. Локоть, все работы обеспечивались караулами внутренних войск МВД РК.

3.2.4.1 Объект «Х»

Рабочий проект по сооружению дополнительной защиты инженерного сооружения «Х» был разработан ДГП «Казахский государственный научно-производственный центр взрывных работ» РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан».

При проектировании были использованы экспериментальные данные и результаты практического опыта работ по защите отработанных контейнеров и усилению защиты инженерных сооружений на ранее выполненных объектах. Схема инженерного сооружения представлена на *рисунке 3.102*.

Рисунок 3.102. *Схема инженерного сооружения объекта «Х»*

Полевые горные работы по контракту начались с 19 сентября 2006 года.

После планировки поверхности рабочей площадки и площадки для размещения склада взрывчатых веществ (*рисунок 3.103, а, б)*, а также установки полевого лагеря было произведено вскрытие врезной траншеи (*рисунок 3.103, в)*.

После демонтажа защитной бетонной пробки обнаружилось, что все сечение сооружения забито вмерзшей в лед породой. В верхней части выработки горноспасателями был пробит проход в сооружение *(рисунок 3.104)*.

В связи с аварийным состоянием сооружения работы внутри были прекращены до принятия совместного решения специалистами трех стран.

10 октября 2006 года специалистами трех стран – участников Проекта в сопровождении сотрудников военизированной горноспасательной части МЧС РК было проведено обследование состояния сооружения с целью определения возможности и порядка проведения работ по его восстановлению *(рисунок 3.105)*.

В работе по обследованию инженерного сооружения принял участие доктор технических наук, профессор, научный руководитель КГЦВР Иван Евгеньевич Ерофеев, который внес значительный вклад в работы по ликвидации ядерной инфраструктуры и нераспространении отходов ядерной деятельности на территории бывшего Семипалатинского полигона. К сожалению, эта была его последняя командировка.

В результате обследования установлено следующее:

- горный массив сооружения «Х» раздроблен предшествующими взрывами на крупные блоки горной породы. На поверхности массива имеются трещины, через которые в горную выработку поступала вода от атмосферных осадков, в связи с чем подошва, стены и свод выработки на расстоянии до 30 метров от портала покрыты слоем льда;

а)

б)

в)

Рисунок 3.103. *Вид на рабочую площадку объекта «Х» (а), площадка размещения временного склада взрывчатых материалов (б), портал после вскрытия (в)*

Рисунок 3.104. *Вид на портал сооружения*

Рисунок 3.105. *Обследование сооружения на объекте «Х»*

- правый борт горной выработки от портала до отметки 50 м в результате сейсмического воздействия сдвинут внутрь выработки на 1 – 1,5 метра;
- на отметке 50 м начинается завал породы, перекрывающий все сечение горной выработки;

- в кровле горной выработки обнаружены местные вывалы породы высотой до 1,5 метров.

Результаты обследования подтвердили, что сооружение на объекте «X» находится в аварийном состоянии.

Радиационная обстановка на портале и начальном участке внутри сооружения соответствует естественному фону для данной местности.

11 октября в г. Курчатове было проведено техническое совещание представителей РК, РФ и США, на котором было принято решение о возможности безопасного восстановления участка сооружения, при условии выполнения ряда подготовительных мероприятий.

Работы по восстановлению участка сооружения потребуют времени, дополнительных материальных затрат и мер по обеспечению безопасности. С целью сокращения простоя на техническом совещании было решено с 14 октября начать работы по подготовке к вскрытию сооружения на объекте «Y».

Вход в сооружение на объекте «X» был условно закрыт и поставлен под охрану *(рисунок 3.106)*.

В период с 23 по 27 октября 2006 года в г. Курчатове состоялись переговоры, завершившиеся подписанием модификации к контракту на удаление непредвиденных завалов в сооружении на объекте «X».

Работы по восстановлению аварийного сооружения на объекте «X» начались 4 декабря 2006 года. Фотография полевого лагеря дана на *рисунке 3.107*.

Рисунок 3.106. *Закрытый вход в сооружение «X»*

Рисунок 3.107. *Полевой лагерь на объекте «X»*

При восстановлении участка сооружения наибольшие проблемы доставляла работа с мерзлой смесью породы и металла и удаление металлических изделий из смеси породы. Эту работу на 100 % приходилось проводить вручную – погрузочная машина не захватывала в ковш эту смесь. Приходилось вручную откапывать трубы (или рельсы), резать их на мелкие куски и вручную грузить в вагонетку.

Наиболее разрушенная часть находилась в интервале 70-90 метров от портала, откуда было извлечено больше породы, чем объем сооружения на данном интервале, что связано со значительными вывалами породы из кровли и бортов сооружения.

В интервале ПК110-ПК145,5 сооружение почти наполовину заполнено смесью породы и металлических изделий.

Всего на восстановленном участке от пикета 0 до пикета 145,5 метров было вновь установлено и заменено 176 рам СВП-17. Виды на забои некоторых участков представлены ниже *(рисунок 3.108)*.

Рисунок 3.108. *Виды на забои отдельных участков*

Грунт представлен раздробленной породой, спаянной льдом до ПК50, строительными и металлическими конструкциями и трубами. С пикета 15 метров сечение сооружения почти на 70 % перекрыто породой, сдвинутой с правого борта штольни (*рисунки 3.109, 3.110*).

Рисунок 3.109. *Обрушенная порода, конструкции и металлический лом, подлежащие уборке и вывозу*

Рисунок 3.110. *Крепление выработки*

После ПК110 горно-техническое состояние выработки улучшилось. На данном интервале отмечались в основном вывалы породы из кровли сооружения *(рисунок 3.111)*.

На ПК111 был зафиксирован тектонический разлом, который прослеживался почти от портала сооружения. По левому борту сооружения хорошо видна плоскость скольжения, а по правому борту – вертикальная трещина шириной более 10 см. После ремонта крепи в интервалах ПК129-ПК139 была разрушена защитная бетонная пробка толщиной 1,5 метра с гермолазом на ПК145,5 *(рисунок 3.112)*.

Проведенное обследование участка сооружения до ПК258, где расположена предпоследняя пробка, показало, что горно-техническое состояние данного участка удовлетворительное *(рисунок 3.113)*.

Бетонная пробка на отметке 258 метров имела гермолаз – металлическую трубу диаметром около 1,0 метра, через который был подготовлен проход в бокс, где находились остатки СТО *(рисунок 3.114)*.

Рисунок 3.111. *Вид на участок с ПК110*

Рисунок 3.113. *Участок до ПК258*

Рисунок 3.112. *Тектоническая трещина на правом борту сооружения и гермолаз*

Защитная пробка на ПК258

Гермолаз

Вид на бокс сооружения

Обследование бокса

Рисунок 3.114. *Обследование сооружения*

После проведенного обследования было принято решение о возможности извлечения материала из бокса без разрушения защитной бетонной пробки. Вся порода из сооружения вывозилась на место складирования вне рабочей площадки *(рисунок 3.115)*.

Вывоз породы из сооружения

Приемный бункер для породы

Место складирования породы

Рисунок 3.115. *Извлечение породы из сооружения*

После восстановления участка сооружения до пикета 258 метров, с 10 апреля 2007 года работы на объекте «X» были приостановлены и продолжены на объекте «Y».

Охрана объекта с 10 апреля осуществлялась силами караула войсковой части.

В период с 10 мая по 6 июня специалистами РФ, при сопровождении специалистами НЯЦ РК, в боксе сооружения были проведены работы по поиску и сбору остатков СТО. В этот же бокс был уложен пакет с остатками СТО из сооружения «Y», вывезенный персоналом РФ, после чего вход в бокс был опечатан *(рисунок 3.116)*.

Рисунок 3.116. *Работы в боксе*

После удаления СТО из бокса сооружения на объекте «Х» и вывоза его 8 июня, начались работы по усилению физической защиты сооружения.

В пространстве гермолаза была установлена арматурная колонна длиной 12 метров и залита бетонным раствором с помощью бетоноукладчика БУК-1 *(рисунок 3.117)*.

В интервале 30 – 40 метров установлены две деревянные опалубки, между которыми по всем объему установлена арматурная решетка. С помощью насоса БУК-1, установленного на портале сооружения, в пробку закачано 98 м^3 бетонного раствора. После строительства бетонной пробки произведен демонтаж рам крепления СВП-17 в интервале 0 – 10 метров, демонтирован портал сооружения *(рисунок 3.118)*.

С приустьевой площадки были погружены и вывезены оборудование и материалы, ликвидирован склад взрывчатых материалов. Врезная траншея и устье штольни засыпаны породой, приустьевая площадка и приле-

Рисунок 3.117. *Схема ликвидации гермолаза*

Рисунок 3.118. *Работы на сооружении*

гающая территория спланирована с помощью бульдозера *(рисунок 3.119)*. На *рисунке 3.120* дана схема сооружения после выполнения работ.

Для заливки боксов и устройства бетонных пробок был использован бетон тяжелый, средней плотности, промежуточного класса прочности В22.5.

Все работы проводились при постоянном радиоэкологическом сопровождении с целью исключения переоблучения персонала, радиоактивного загрязнения техники и оборудования, а также окружающей среды.

Рисунок 3.119. *Фото приустьевой площадки до и после проведения работ*

Рисунок 3.120. *Схема сооружения после проведения работ*

На участке работ устроен и находился в постоянной готовности пункт санитарной обработки персонала и техники.

Работы выполнялись сотрудниками аккредитованного Испытательного центра ДГП ИРБЭ РГП НЯЦ РК.

При проведении радиационного сопровождения выполнялись следующие виды работ:

- контроль радиоактивного загрязнения воздуха в рабочей зоне;
- контроль радиационных параметров на участках работ;
- радиационный контроль оборудования и транспортных средств;
- радиационный контроль жилых модулей и служебных помещений в полевом лагере;
- индивидуальный дозиметрический контроль персонала категории А, задействованного в работах с РВ;
- лабораторные исследования проб.

По ^{222}Rn были зафиксированы отдельные случаи превышения допустимой объемной активности:

- 23.04.07 г. – 4·104 Бк/м^3 – измерения проводились в районе ПК 270-280 м (за пробкой);
- 07.06.07 г. – 2,7·104 Бк/м^3 – измерения проводились в районе ПК-259 м (после проведения работ по извлечению СТО из концевой полости);
- 12.06.07 г. – 2,5·104 Бк/м^3 – измерения проводились в районе ПК-200 м (после проведения работ по извлечению СТО из бокса).

В случаях, когда концентрация радона даже при производстве работ с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания

превышает ДОАПЕРС, вводится ограничение по времени на пребывание персонала в сооружении.

При работах превышения допустимой объемной активности ^{220}Rn не зафиксировано. На *рисунке 3.121* показан отбор проб воздуха на участке проведения работ.

Рисунок 3.121. *Отбор проб воздуха*

Измерение радиационных параметров включало в себя измерение МЭД, плотности потока α- и β-частиц мест проведения работ, техники и оборудования в течение рабочей смены *(рисунок 3.122)*.

При проведении радиометрических обследований измеренные значения плотности потока α-частиц не превысили предела обнаружения используемых средств измерений (1 част/(мин×см^2)). Измеренные значения плотности потока β-частиц на всех участках обследования также не превысили предела обнаружения используемых средств измерений (10 част/(мин×см^2)).

Индивидуальный дозиметрический контроль является неотъемлемой частью обеспечения радиационной безопасности на объекте. Сотрудники, непосредственно задействованные в проведении работ внутри сооружения, были поставлены на индивидуальный дозиметрический контроль.

Значения доз, полученных в течение одной смены (1 день), не превысили пределов обнаружения используемых средств измерения (0,01 мЗв), что при годовой оценке меньше допустимого предела дозы для персонала категории А, установленного НРБ-99 (20 мЗв в год).

На протяжении всего периода работ в конце каждой смены проводилось обследование поверхностей спецодежды персонала, выполняющих работы в сооружении *(рисунок 3.123)*.

Для контроля за радиоактивным загрязнением рабочих поверхностей внутри сооружения в течение всего периода работ периодически проводился отбор проб мазков *(рисунок 1.124)*.

При проведении работ по восстановлению сооружения в начале и по окончании каждого технологического процесса (бурение, погрузка

Обследование поверхностей забоя

Измерение загрязнения поверхностей техники на припортальном участке

Рисунок 3.122. *Измерения радиационных параметров*

Рисунок 3.123. *Обследование персонала*

Рисунок 3.124. *Отбор проб мазков*

породы) портативным гамма-спектрометром фиксировался спектр γ-излучения поверхности забоя и стенок сооружения для контроля за наличием техногенных радионуклидов ^{241}Am и ^{137}Cs.

За истекший период работ случаев переоблучения персонала, работающего на объекте «X», не выявлено.

Фиксированные измерения радиационных параметров (МЭД, плотности потока α- и β-частиц) проводились в тех же точках, что и при проведении предварительного обследования.

Результаты радиационного обследования показали, что радиационные параметры после проведения работ на территории рабочей площадки остались без существенного изменения.

Значения радиационных параметров на рабочей площадке сооружения на объекте «X» находились в пределах: по МЭД от 0,18 до 0,36 мкЗв/ч; по плотности потока β-частиц от 10 до 22 част/(мин×см^2). Результаты измерений плотности потока α-частиц находились ниже предела обнаружения используемых средств измерений (0,2 част/(мин×см^2)). Полученные данные соответствуют результатам, полученным при проведении предварительного обследования.

3.2.4.2 Объект « Y «

Инженерное сооружение на объекте «Y» находится в узкой межгорной ложбине. Ниже представлен вид площадки до начала работ *(рисунок 3.125)* и схема сооружения *(рисунок 3.126)*.

При проведении пешеходной гамма-съемки на площадке объекта «Y» были обнаружены два локальных участка радиоактивного загрязнения *(рисунок 3.127)*.

Первый участок находился в районе засыпки сооружения «Y», в месте, где «диггерами» (diggers) был проделан лаз при попытке проникнуть в полость сооружения *(рисунок 3.128)*.

Максимальные значения радиационных параметров на данном участке составили по МЭД 0,3 мкЗв/ч, по плотности потока β-частиц – 60 част/(мин×см^2), по плотности потока α-частиц – 12 част/(мин×см^2).

Рисунок 3.125. *Площадка на объекте «Y» до начала работ*

Рисунок 3.126. *Схема сооружения на объекте «Y»*

Второй участок располагался на границе обследованного участка на расстоянии около 40 м от портала сооружения. Максимальные значения радиационных параметров, зарегистрированные в данной точке, составили по МЭД 23,0 мкЗв/ч, по плотности потока β-частиц – 140 част/(мин×см^2), по плотности потока α-частиц – 6 част/(мин×см^2).

Значения радиационных параметров на остальной части рабочей площадки объекта «Y» варьировались:

- по МЭД – от 0,14 до ~0,3 мкЗв/ч;
- по плотности потока β-частиц – от < 2 до 12 част/(мин×см^2).

Рисунок 3.127. *Карта-схема распределения МЭД (а) и плотности потока β-частиц (б) на площадке объекта «Y»*

Рисунок 3.128. *Лаз в сооружение «Y»*

Результаты измерений плотности потока α-частиц находились ниже предела обнаружения используемых средств измерений (< 0,2 част/(мин×см^2)). Данные величины находятся на уровне фоновых величин для территории горного массива Дегелен.

По данным полевых измерений значения ЭРОА радона на площадке объекта находились ниже предела обнаружения прибора – <4 Бк/м^3.

Строительные работы по заданию включали в себя:

- выемку грунта из траншеи и удаление обломков горных пород;
- удаление пробки на портале;
- горно-техническое обследование;
- сооружение, при необходимости, крепления выработки;
- восстановление железнодорожных путей на припортальной площадке и внутри сооружения;
- установку систем жизнеобеспечения;
- ликвидацию и удаление 5 защитных бетонных пробок;
- вскрытие бокса с остатками СТО;
- заливку бокса бетонным раствором;
- установку защитной пробки на удалении до 40 метров от портала;
- засыпку портала сооружения;
- планировку площадки;
- заключительное радиоэкологическое обследование площадки.

Работы на объекте «Y» были начаты 16 октября 2006 года и полностью закончены 02 июля 2007 года.

График работ по исполнению задания на усиление защиты двух инженерных сооружений на объектах «X» и «Y» носил «рваный» характер ввиду различных обстоятельств *(рисунок 3.129)*. Работы проводились то на одном, то на другом объекте. Нештатная ситуация на объекте «X» вызвала перерыв в работе для разработки дополнительной рабочей документации и закупки дополнительных материалов. По предварительной договоренности, фрагменты СТО должны быть вывезены одним железнодорожным составом, в связи с чем, необходимо было почти одновременно подходить и вскрывать боксы на обоих объектах.

Все работы по устройству штольни выполнены в соответствии с рабочей документацией и правил ЕПБ на подземных работах. Дозиметри-

Рисунок 3.129. *График работ по ликвидации сооружений на объектах*

ческий и горно-технический контроль осуществлялся на протяжении всего периода работ.

После выемки горной породы из траншеи и планировки поверхности произведены работы по восстановлению портала сооружения. Горно-спасательной командой проведено обследование инженерного сооружения *(рисунок 3.130)*. По результатам обследований уточнены: объемы и способ проведения восстановительных работ в инженерном сооружении, порядок и продолжительность этих работ, меры безопасности при проведении работ в инженерном сооружении.

Порода из сооружения после радиационного контроля вывозилась в специально отведенное место в пределах рабочей площадки *(рисунок 3.131)*.

На отметке 100 – 105 метров располагался гермоэлемент с гермолазом. Через гермолаз было проведено обследование *(рисунок 3.132)*.

Специалистами РФ совместно и персоналом ИРБЭ было проведено обследование состояния участка сооружения за пробкой *(рисунок 3.133)*. Аналогичные работы проводились на всех участках после вскрытия и ликвидации защитных бетонных пробок.

В результате обследования выявлено, что за пределами данной пробки радиационная обстановка нормальная, и видны следы несанкционированного пребывания лиц, занимавшихся сбором металлолома – следы обрезанных труб и использованные кислородные баллоны *(рисунок 3.134)*.

Бетонная пробка на пикете 100 метров была ликвидирована.

После восстановления участка сооружения до отметки 130 метров работы на объекте были приостановлены и продолжены на объекте «X», а сооружение закрыто и сдано под охрану *(рисунок 3.135)*.

С 11 апреля работы на объекте были продолжены вновь.

Были ликвидированы защитные бетонные пробки на пикетах 140 – 143 метра с гермолазом *(рисунок 3.136)*, а также на пикетах 176 – 178, 184 – 186 и 190 – 195 метров.

Горнотехническая и радиационная обстановка на восстановленном участке от пикета 100 метров до пикета 198 метров была удовлетворительная.

Вскрытие портала

Вид на портал сооружения до и после его обустройства

Горнотехническое обследование сооружения

Завал сооружения при его закрытии

Рисунок 3.130. *Работы по восстановлению портала*

Рисунок 3.131. *Вывоз породы из навала*

Рисунок 3.132. *Гермоэлемент с гермолазом на отметке 100 метров*

Рисунок 3.133. *Обследование участка сооружения за отметкой 105 метров*

Рисунок 3.134. *Следы несанкционированного пребывания*

Рисунок 3.135. *Вход в инженерное сооружение «Y» закрыт*

Рисунок 3.136. *Гермоэлемент с гермолазом на пикете 140 метров*

Рисунок 3.137. *Обследование бетонной пробки на пикете 198 метров*

Рисунок 3.138. *Скважины для отбора газов и видеонаблюдений*

Последняя пробка перед боксом с фрагментами СТО на пикете 198 метров состояла из отдельных бетонных глыб *(рисунок 3.137)*. Радиационный фон у стенки пробки на отметке 198 метров был повышенный.

В бетонной пробке ПК 198 -203 м пробурена скважина диаметром 105 мм и длиной 5 метров для отбора воздуха из атмосферы бокса. Затем скважина разбурена до диаметра 170 мм для доставки телекамеры в бокс и проведения обследования *(рисунок 3.138)*.

В боксе не было выявлено каких-либо токсичных газов. Состояние бокса в горнотехническом отношении – удовлетворительное *(рисунок 3.139)*, а радиационный фон – значительно повышенный.

Рисунок 3.139. *Вид на бокс через видеокамеру*

Рисунок 3.140. *Бокс сооружения*

В результате буровзрывных работ произошло обрушение всей бетонной пробки в интервале 198–203 метра, так как бетонная пробка изнутри раньше была подвергнута разрушению (что было выявлено при обследовании бокса).

Через проем был оборудован проход в бокс *(рисунок 3.140)*. 20 апреля специалистами РФ было проведено обследование бокса, в результате которого были обнаружены фрагменты АСТО. По принятому решению, в целях снижения возможности загрязнения значительного участка сооружения, фрагменты были упакованы в мягкую тару и вывезены в бокс инженерного сооружения на объекте «Х».

Представители США были уведомлены о проведенной операции электронной почтой. 14 мая специалисты DTRA прибыли в город Курчатов, и 15 мая было проведено совместное (трехстороннее) обследование бокса в сооружении на объекте «Y» *(рисунок 3.141)*, в результате которого был подтвержден факт наличия СТО во вскрытом боксе и правильность принятого решение об их вывозе в сооружение «Х» на временное хранение под охрану караула войсковой части.

Рисунок 3.141. *Обследование бокса сооружения*

По результатам проведенного обследования было принято решение о заливке бетонным раствором участка сооружения с пикета 193 метра, так как подошва сооружения далее этой отметки была загрязнена радиоактивными элементами.

На ПК 193 метра была установлена деревянная опалубка для заполнения бокса и участка сооружения. Приготовленный с помощью АБС бетонный раствор доставлялся к месту закачки забивочным вагоном и через транспортер загружался в БУК *(рисунок 3.142)*. Всего приготовлено и залито в бокс 136 м^3 бетонного раствора.

Рисунок 3.142. *Бетонирование бокса*

На ПК 38-48 м была установлена двойная деревянная опалубка, между стенками которой установлена арматурная металлическая сетка по всему пространству пробки *(рисунок 3.143)*. Заполнение бетонным раствором производилось с помощью бетоноукладчика БУК-1, находящегося на припортальной площадке. Всего в «пробку» ПК 38–48 м было залито 92 м^3 раствора.

Рисунок 3.143. *Устройство бетонной защитной пробки на отметках 38–48 метров*

По окончании работ портал штольни и припортальные рамы были демонтированы, врезная траншея сооружения засыпана породой *(рисунок 3.144)*. Всего во врезную траншею засыпано 550 м^3 породы. Схема сооружения после проведенных работ представлена на *рисунке 3.145*.

В ходе проведения бетонных работ проводился постоянный контроль качества бетона в соответствии с действующими в Республике Казахстан стандартами.

Рисунок 3.144. *Вид на объект после закрытия*

Рисунок 3.145. *Схема сооружения после проведения работ*

Лабораторные испытания показали, что полученный на месте изготовления бетон соответствует по прочности при сжатии (в среднем 294,7 кгс/см^2) классу В22,5.

Для обеспечения безопасности персонала было организовано и проведено радиоэкологическое сопровождение всех выполняемых работ, включая контроль состояния воздуха и вывозимой на поверхность породой *(рисунок 3.146)*. Максимальные значения объемной активности радона и торона не превышали допустимые уровни.

Измерение радиационных параметров включало в себя измерение в течение рабочей смены МЭД, плотности потока α- и β-частиц в местах проведения работ, техники и оборудования.

Максимальное значение МЭД (10,0 мкЗв/ч) в забое не превысило допустимое значение МЭД по НРБ-99 – 11,76 мкЗв/ч. Исключением было одно измерение МЭД, зафиксированное 10.05.2007 г. после разрушения пробки в концевую полость. Значение МЭД составило 16,0 мкЗв/ч, что в 1,4 раза превышает допустимое значение по НРБ-99.

Также после разрушения пробки в бокс, при обследовании поверхностей, было зафиксировано максимальное значение плотности потока α-частиц, которое составило 103 част/(мин×см^2). Данное значение в 200 раз превышает уровень радиоактивного загрязнения α-активными нуклидами поверхностей помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в нем оборудования (5 част/(мин×см^2)), контролируемый НРБ-99.

После прохождения ПК-190 м было обнаружено пятно (S=225 см^2), значение плотности потока β-частиц на котором достигало 2·104 част/(мин×см^2), что в 10 раз превышает уровень радиоактивного загрязнения β-активными нуклидами поверхностей помещений постоянного пребывания персо-

а) б)

Рисунок 3.146. *Измерение ЭРОА радона и торона в сооружении (а)* и отбор проб воздуха рабочих зон (б)

нала и находящегося в нем оборудования (2000 част/(мин×см^2)), контролируемый НРБ-99.

Последующие работы в сооружении проводились с ограничением по времени нахождения персонала, обязательным контролем ежедневной дозы, полученной персоналом, а также с проведением мероприятий по снижению факторов радиационного воздействия (снижение мощности вентиляции для понижения пылеподъема, пылеподавление водой, обработка цементным раствором внутренней поверхности штольни, укрытие радиационно-загрязненного грунта полиэтиленом).

После возведения бетонной пробки значения плотности потока α-частиц уменьшились в 10 раз и не превышали 100 част/(мин×см^2), превышений по МЭД и плотности потока β-частиц зафиксировано не было.

08.05.2007 г. российскими специалистами, а 15.05.2007 г. российскими и американскими специалистами проводились обследования бокса.

Полученная за время проведения работ доза не превысила значения допустимого уровня дозы для персонала категории А, установленного НРБ-99.

Обследование поверхностей спецодежды, рукавиц персонала, выполняющего работы в сооружении, проводилось ежедневно, при переходе из санитарной в жилую зону *(рисунок 3.147)*.

Во время проведения работ периодически проводилось обследование забоя штольни и техники портативным гамма-спектрометром *(рисунок 3.148)*.

Рисунок 3.147. *Обследование одежды персонала*

Рисунок 3.148. *Обследование забоя портативным гамма-спектрометром*

Рисунок 3.149. *Визуальная схема загрязнения припортального участка*

Обследования гамма-спектрометром фиксировали наличие гамма-излучающего радионуклида ^{241}Am, начиная с ПК-175 м.

16.04.2007 г. в пробах, отобранных в сооружении, было зафиксировано превышение допустимого значения минимально значимой удельной активности (МЗУА) техногенного радионуклида ^{241}Am в 45 раз. В связи с чем, в 12 часов 30 минут работы в штольне были временно приостановлены.

Для предотвращения вторичного загрязнения и переоблучения персонала были проведены следующие мероприятия:

- проведено радиологическое обследование припортального участка для обозначения санитарной зоны;
- огорожена санитарная зона;
- полевой лагерь перебазирован за пределы санитарной зоны;
- вход в санитарную зону осуществлялся только через санпропускник с полным переодеванием спецодежды и дозиметрическим контролем радиоактивного загрязнения спецодежды персонала, при обнаружении загрязнения спецодежда отправлялась на дезактивацию (при невозможности дезактивации, спецодежда отправлялась на захоронение);

- приняты меры для предотвращения пылеподъема с отвала вывозимого грунта.

После выполнения данных мероприятий работы были возобновлены.

Измерение поверхностей используемой техники не выявило радиоактивного загрязнения.

Для определения мест загрязнений приустьевой площадки производилось обследование с помощью портативного гамма-спектрометра. Проведенные измерения показали, что загрязнение рабочей площадки является повсеместным и носит мозаичный характер, оконтурить пятна не представилось возможным. Для снижения негативного влияния радиационного загрязнения на окружающую среду было принято решение о проведении на припортальной площадке рекультивационно-восстановительных работ.

В период с 27.06.2007 г. по 29.06.2007 г. были выполнены работы по дополнительной отсыпке щебнем припортального участка и территории рабочей площадки на объекте «Y» *(рисунок 3.149)*. Рекультивация проводилась на основании оперативных измерений радиационных параметров, полученных в ходе проведения работы по закрытию портала, а также данных отчета по предварительному обследованию российских специалистов.

Рекультивация выполнялась путем отсыпки щебнем загрязненной территории. Для отсыпки использовался щебень со склона скалы, расположенной напротив портала штольни.

При проведении работ по рекультивации территории проводился оперативный спектрометрический контроль отсыпаемого щебня и загрязненного участка. Качеством проводимых работ служило отсутствие пика ^{241}Am на отсыпанной территории. В результате вся площадка была отсыпана слоем щебня *(рисунок 3.150)*. Высота отсыпки варьируется в пределах от 10 до 25 см, в зависимости от начального уровня радиационного загрязнения.

Рисунок 3.150. *Общий вид площадки объекта «Y» после окончания работ*

Фиксированные измерения МЭД проводились в фиксированных точках сети на высоте 0,03 м от уровня поверхности грунта. По результатам измерений была построена карта-схема распределения МЭД на обследованной площадке *(рисунок 3.151)*. Значения МЭД изменялись в пределах 0,18–0,41 мкЗв/ч.

Рисунок 3.151. *Карта-схема распределения МЭД на рабочей площадке объекта «Y»*

По результатам измерений была также построена карта-схема распределения плотности потока β-частиц на обследованной площадке *(рисунок 3.152)*.

В результате проведения измерений установлено, что значения плотности потока α-частиц на территории рабочей площадки находились ниже предела обнаружения используемых средств измерений (0,2 част/(мин×см^2)), плотность потока β-частиц изменялась в пределах от 5 до 18 част/(мин×см^2). Полученные данные находятся на уровне фоновых величин для территории горного массива Дегелен.

При проведении пешеходной гамма-съемки был обнаружен участок локального радиоактивного загрязнения, расположенный в низине на расстоянии порядка 25 метров влево от портала штольни. Данный участок локального радиоактивного загрязнения возник вследствие ведения несанкционированной хозяйственной деятельности и не связан с выпол-

Рисунок 3.152. *Карта-схема распределения плотности потока бета-частиц*

нявшимися работами по проекту. Тем не менее, на данном участке были частично проведены рекультивационные работы, которые значительно снизили радиоактивное загрязнение, однако не устранили его полностью.

Основным загрязняющим радионуклидом в сооружении являлся ^{241}Am. Его активность в ряде проб превышала значения ДОАПЕРС, которая составляет 0,2 Бк/м^3 для данного радионуклида. Максимальное значение составляет 13,4 Бк/м^3, что в 67 раз превышает ДОАПЕРС (ПК-150 м). В данном случае, даже учитывая то, что все работы проводились с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания, которые в 200 раз ослабляют поступление радионуклидов через органы дыхания, суммарная эффективная доза, полученная персоналом, составит 6,3 мЗв, что не превышает норму. Тем не менее, по результатам проводимого мониторинга в дальнейшей работе были применены другие средства индивидуальной защиты, а именно противогаз для аварийно-восстановительных работ АВИ, который позволяет в 500 раз снизить ингаляционное поступление радионуклидов.

Максимальная активность плутония в пробе воздуха достигала значения 36 Бк/м^3. Данное значение примерно в 70 раз превышает значение ДОАПЕРС. С учетом того, что все работы велись с использованием респираторов, эффективная годовая доза составит 6,5 мЗв.

Таким образом, при лабораторных анализах проб, отобранных на объекте «Y», и расчете доз на основе полученных результатов, превышения значений годовой эффективной дозы, установленной НРБ-99, не зафиксировано.

Значения радиационных параметров на площадке объекта «Y» находились на уровне фоновых величин, определенных для территории горного массива Дегелен.

3.2.4.3 Перевозка фрагментов специального технологического оборудования

Для организации взаимодействия участников работ и обеспечения требований безопасности и физической защиты при транспортировке фрагментов специального технологического оборудования (СТО), активированного в результате ядерной деятельности, из инженерных сооружений объектов СИП при транспортировке его в четырех упаковках АСН44-566, помещенных в техническое защитное устройство (ТЗУ) НТ 233, была разработана «Программа транспортировки АСТО в четырех упаковках АСН44-566 из инженерных сооружений СИП в Российскую Федерацию по территории Республики Казахстан».

ПРОГРАММА

транспортировки АСТО в четырех упаковках АСН44-566 из инженерных сооружений СИП в Российскую Федерацию по территории Республики Казахстан

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ:

СОГЛАСОВАНО: От Комитета Национальной Безопасности Республики Казахстан — исх. N 2/5-3085 — «10» апреля 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: Комендующий ВВ МВД, Председатель Комитета внутренних войск — исх. N 16/13-207 К.Ш.Сулейменов — «20» марта 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: От Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан — исх N 04-12/2096 — «24» апреля 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: От Министерства по чрезвычайным ситуациям РК — исх N 04/151 дсп — «9» апреля 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: От Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан — исх N 04-02-01-08/2448 дсп — «03» апреля 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: Главный Государственный санитарный врач Республики Казахстан — исх N 07-21-512 — «28» марта 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: От Министерства иностранных дел Республики Казахстан — исх N 10-2-2/830 — «30» марта 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: От Министерства финансов Республики Казахстан — kfk-2-3-14/121 дсп — «4» мая 2007 г.

СОГЛАСОВАНО: Управляющий директор по перевозочному процессу АО «НК Казахстан Темир Жолы» К.Н.Кокрекбаев — «14» апреля 2007 г. — исх. N ЦЦЗ-11-07/2889/5-07 от 12.04.2007.

СОГЛАСОВАНО: Пом. генерального директора РГП НЯЦ РК по режиму М.С.Карымсаков — «10» апреля 2007 г.

1 06-09ЗДсп 2

Рисунок 3.153. *Титульный лист Программы и лист согласований*

Программа была согласована с рядом министерств и ведомств, задействованных в данном мероприятии – Председателем Комитета по атомной энергетики МЭМР РК, Президентом АО НК «Казахстан Темир Жолы», Комитетом национальной безопасности Республики Казахстан, Командующим ВВ МВД РК, Министерством транспорта и коммуникаций Республики Казахстан, Министерством по чрезвычайным ситуациям РК, Министерством охраны окружающей среды Республики Казахстан, Главным государственным санитарным врачом Республики Казахстан, Министерством иностранных дел Республики Казахстан, Министерством финансов Республики Казахстан, Управляющим директором по перевозочному процессу АО «НК Казахстан Темир Жолы» *(рисунок 3.153)*.

Для обеспечения координации и управления перевозкой был создан центр транспортного контроля, в состав которого вошли представители грузоперевозчика, грузоотправителя, грузополучателя, МВД РК, КНБ РК.

Месторасположение центра – город Курчатов. Функционирование центра – в режиме реального времени, с момента погрузки груза на станцию Дегелен до момента пересечения границы РК на станции Локоть, в дежурном режиме до момента прибытия груза на станцию грузополучателя.

Для обеспечения физической защиты при транспортировке железнодорожным транспортом была разработана «Программа ФЗ при транспортировке ж/д транспортом по территории РК».

Вагон сопровождения и вагон для груза прибыли из РФ (собственность грузополучателя) и прошли соответствующие таможенные процедуры и были поданы к месту погрузки.

Рисунок 3.154. *Транспортный контейнер на рабочей площадке*

6 июня 2007 года транспортный контейнер автомобильным транспортом был доставлен из города Курчатова на рабочую площадку объекта «Х» *(рисунок 3.154)*.

На рабочей площадке проведено взвешивание и осмотр пустых контейнеров АТ 400 R *(рисунок 3.155)*.

Рисунок 3.155. *Взвешивание контейнеров АТ-400 R до укладки материала*

7 июня 2007 года специалисты РФ у защитной стенки на отметке 258 метров заложили фрагменты СТО в контейнеры, которые были вывезены на портал сооружения.

Специалистами США и РФ при дозиметрическом контроле персоналом НЯЦ РК было проведено обследование бокса объекта «Х» после извлечения СТО и выполнены необходимые радиометрические измерения *(рисунок 3.156)*.

Участники обследования бокса сооружения

Радиометрические измерения контейнеров

Рисунок 3.156. *Обследование бокса сооружения*

Контейнеры АТ-400 R были установлены в транспортный контейнер, закрыты крышкой и опечатаны представителями РФ и США *(рисунок 3.157)*.

Рисунок 3.157. *Закрытие контейнера и опечатывание представителями РФ и США*

Рисунок 3.158. *Сдача контейнера на перевозку и загрузка транспортного контейнера в спецавтомобиль*

На рабочей площадке после завершения работ по заполнению и закрытию транспортного контейнера была проведена передача груза представителю НЯЦ РК для перевозки его автомобильным транспортом на станцию «Дегелен» и загрузка контейнера в автомобиль *(рисунок 3.158)*.

На этом работы по извлечению СТО из сооружений на объектах «X» и «Y» были завершены. Специальный автомобиль с загруженным контейнером был передан под охрану подразделению МВД (*рисунки 3.159*, 3.160).

Рисунок 3.159. *Контрольное обследование транспортного контейнера*

Рисунок 3.160. *Загрузка транспортного контейнера в автомобиль и передача под охрану*

8 июня 2007 года была произведена перевозка контейнера автомобильным транспортом на один из специально подготовленных железнодорожных тупиков станции «Дегелен», и после проведения контрольного радиометрического обследования и таможенных процедур осуществлена загрузка контейнера в спецвагон *(рисунок 3.161)*.

Начиная с этапа вскрытия боксов с СТО и до момента передачи контейнера на ст. Локоть, все работы обеспечивались караулами внутренних войск МВД РК.

С момента отправления состава со станции Дегелен и до момента передачи груза под охрану караула страны грузополучателя, каждый час начальником караула докладывалась обстановка в пути следования.

9 июня 2007 года спецвагон пересек границу Республики Казахстан.

Рисунок 3.161. *Загрузка контейнера в спецвагон*

3.2.4.4 Объект «Z»

В соответствии с Постановкой работ, в сооружении на объекте «Z» необходимо было построить дополнительную защиту в интервалах между пикетами 76–96 и 101–105 метров (от портала сооружения).

Учитывая рельеф над боксом сооружения, а также опыт работ по объекту «Кочевник», работы по ликвидации (усилению защиты) объекта были произведены без вскрытия портала сооружения и без вывоза строительных отходов и материалов из сооружения.

В период с 1996 по 2000 годы на всех инженерных сооружениях горного массива Дегелен были выполнены мероприятия по ликвидации инфраструктуры ядерных испытаний, в том числе для исключения несанкционированного доступа в сооружения. Все сооружения были закрыты в пределах не более 50 метров от портала (возведение бетонной пробки на входе сооружения или обрушение свода сооружения), а сами инженерные сооружения были замаскированы под окружающий ландшафт.

Обследования состояния инженерных сооружений, проведенные в 2001–2005 годах, показали, что на момент обследования вскрыты или нарушены защитные барьеры примерно у 70 % инженерных сооружений. В отдельных местах на извлеченных металлоконструкциях зафиксированы следы ОЯД.

Сооружение на объекте «Z» было закрыто 02 октября 1997 года путем бурения и взрывов снаружи, длина обрушения составила 15 метров. Вход в инженерное сооружение засыпан породной мелочью и замаскирован под окружающий ландшафт *(рисунок 3.162)*.

а) *б)*

Рисунок 3.162. *Вид на портал сооружения до (а) и после (б) закрытия*

В июне 2007 года представителями РК, РФ и США было проведено рекогносцировочное обследование объекта сооружения и принято решение о возможности проведения работ по усилению защиты инженерного сооружения без вскрытия портала *(рисунок 3.163)*.

Рисунок 3.163. *Обследование района объекта*

Из полученных результатов радиоэкологического обследования были сделаны выводы о том, что радиационная обстановка в пределах устройства планируемой рабочей площадки объекта «Z» до начала проведения работ является фоновой для территории площадки «Дегелен» и не представляет радиационной опасности для персонала. Карта распределения МЭД представлена на *рисунке 3.164*.

Работы по сооружению дополнительных мер защиты объектов выполнены в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан и в соответствии с требованиями действующих государственных стандар-

Рисунок 3.164. *Карта-схема распределения МЭД*

тов и нормативных документов, в том числе в области охраны здоровья работников и окружающей среды, по следующим основным этапам:

- подготовительные работы;
- строительные работы;
- заключительные работы.

В период проведения всех работ выполнялось:

- радиоэкологическое сопровождение;
- медицинское сопровождение;
- содержание полевого лагеря;
- доставка оборудования и материалов на участок.

Работы проведены в период с сентября по декабрь 2007 года.

В подготовительный период НЯЦ РК, совместно с организациями-участниками работ, разработал и сдал Заказчику План работ. Исходя из целей и задач, перед работами был выбран метод заливки бетонного раствора в интервал сооружения между пикетами 76 – 96 метров и песчано-магнетитовой смеси в интервал 101 – 105 м через специальные скважины, пройденные с рабочей площадки над сооружением.

Строительные работы заключались в устройстве рабочей площадки с подъездными дорогами, бурении разведочных и специальных скважин, заливке бетонным и песчано-магнетитовым растворами боксов, ликвидации рабочей площадки и дорог.

Фотография полевого лагеря представлена на *рисунке 3.165*.

Рисунок 3.165. *Полевой лагерь*

Строительство въездной дороги с заездом на рабочую площадку, расположенную над боксом № 2, выполнено в связи с решением производства работы по вскрытию бокса № 1 наклонными скважинами.

При помощи бульдозера произведена расчистка проектируемой дорожной полосы от крупных камней, строительного мусора и других предметов, находящихся в зоне строительства дороги *(рисунок 3.166)*.

Размер рабочей площадки, находящейся над боксом № 2, составил 30×20 м *(рисунок 3.167)*.

Дозировка компонентов и приготовление бетонного и песчано-магнетитового растворов производилась на РБУ. Для строительства был использован отвал породы из сооружения. На площадке организован склад для хранения инертных материалов, цемента и магнетита *(рисунок 3.168)*.

Бурение разведочных скважин диаметром 105 мм было начато с бокса № 2, расположенного между пикетами 76-96 метров. Тремя скважинами задача по вскрытию бокса была решена.

Подъездные дороги *Рабочая площадка*

Рисунок 3.166. *Расчистка дорожной полосы*

Рисунок 3.167. *План рабочей площадки*

Рисунок 3.168. *Площадка для складирования ПГС, цемента, магнетита*

Видеокамера наблюдения

Вид на участок сооружения на мониторе

Рисунок 3.169. *Использование видеокамеры и компьютерной техники*

Через разведочную скважину р1 были отобраны пробы воздуха из бокса и проведен отбор и измерения уровней активностей. Радиоэкологическая обстановка в сооружении по данным измерениям определена как нормальная.

Для проведения видеонаблюдения внутри сооружения с поверхности рабочей площадки была использована видеокамера наблюдения марки Sunkwans модели SK D106/M290. Запись и просмотр осуществлялись с помощью компьютера *(рисунок 3.169)*.

По результатам видеонаблюдения были определены параметры бокса – ориентировочная длина и расстояния до защитных стенок. По наблюдениям выявлено наличие гермолаза с открытой крышкой на защитной стенке, расположенной ближе к порталу, и измерительной трубы в защитной стенке, расположенной к боксу № 1 *(рисунок 3.170)*.

Рисунок 3.170. *Вид на бокс № 2*

По результатам видеонаблюдения были определены места заложения специальных скважин для проведения бетонных работ. Пробуренная скважина диаметром 105 мм попала в сооружение (определено по провалу бурового снаряда и прекращению выхода шлама и воздуха на поверхность). Через пробуренную скважину вначале были проведены измерения уровней активности. Радиоэкологическая обстановка в боксе сооружения по данным измерениям установлена выше, чем нормальная.

После проведенного видеонаблюдения было установлено, что длина бокса составляет примерно 8 м. Кроме того, в боксе были видны фрагменты некоторых приборов, а также установлен факт несанкционированного входа в бокс через трубу, расположенную в левом верхнем углу защитной стенки *(рисунок 3.171)*.

Для заливки бокса № 1 раствором была пробурена скважина с 4 диаметром 215 мм. При визуальном наблюдении через эту скважину буровым станком с подошвы сооружения была взята проба грунта. По данным радиационных измерений грунта, представителями РФ было высказано сомнение по поводу соответствия имеющейся информации о местоположении необходимого бокса.

Дополнительные измерения мазка, взятого повторно с подошвы сооружения, а также детальное рассмотрение полученных видеозаписей

Рисунок 3.171. *Вид на бокс № 1*

подтвердили сомнения. Было принято решение о продолжении работ по изучению участка сооружения, следующего за вскрытым.

По согласованию с представителем DTRA на месте работ был вскрыт следующий бокс разведочной скважиной р5. Через пробуренную скважину были проведены измерения уровней активности и взят мазок с подошвы бокса сооружения. Полученные измерения показали повышенные значения активностей в данном боксе. Видеонаблюдения подтвердили необходимость заливки именно этого бокса *(рисунок 3.172)*.

Для проведения работ по заливке бокса раствором, в него была пробурена скважина диаметром 215 мм (с5). Это была последняя специальная скважина на объекте, после чего можно было продолжать работы по заливке боксов растворами.

Расстояние от поверхности рабочей площадки до кровли сооружения по вертикальным скважинам изменялось от 18,4 до 18,7 м от поверхности рабочей площадки, а наклонных – от 22 до 35 м. Разрез по участку представлен на *рисунке 3.173*.

Бурение вертикальных скважин для работ в боксе № 2 проведено при помощи бурового агрегата УРБ-3АМ на базе автомобиля КамАЗ *(рисунок 3.174)*.

Проходка наклонных скважин произведена при помощи бурового агрегата «TEJ», имеющего большой диапазон по углу наклона *(рисунок 3.175)*.

Рисунок 3.172. *Ситуация в боксе №3*

Рисунок 3.173. *Разрез по участку*

После проведения всех предусмотренных программой буровых работ и специальных работ в боксе № 3 (вместо бокса № 1) специалистами DTRA и РФ, были начаты работы по заливке бетонным раствором бокса № 2 и песчано-магнетитовым раствором бокса № 3.

Компоненты для изготовления бетона прошли испытания в филиале Семей «Испытательный центр строительных материалов и конструкций» АО «Национальный Центр экспертизы и сертификации». Лабораторные испытания показали, что полученный на месте изготовления бетон тя-

Рисунок 3.174. *Буровой агрегат на рабочей площадке*

Бурение наклонных скважин

Оголовки специальных скважин

Рисунок 3.175. *Создание специальных скважин*

желый соответствует по прочности при сжатии (в среднем 296,7 кгс/см^2) марке М300, что соответствует требованиям Постановки работ.

Бокс № 3 был заполнен песчано-магнетитовым раствором, с содержанием минерального магнетита (Fe3O4) не менее 50 % от массы песчано-гравийной смеси.

Бетонные работы на поверхности рабочей площадки проведены в период с 24 октября по 7 ноября в основном при положительной среднесуточной температуре воздуха.

Доставка приготовленной на приустьевой площадке бетонной смеси и песчано-магнетитового раствора осуществлялась автобетоносмесителями АБС-5. Посредством разгрузочных устройств производилась разгрузка бетонной смеси в приемные воронки скважин *(рисунок 3.176)*.

Рисунок 3.176. *Заливка боксов растворами*

Через скважины, свободные от процесса заливки, производилось видеонаблюдение за процессом заполнения и растекания раствора в боксах (*рисунки 3.177, 3.178)*.

Стволы всех пробуренных скважин были залиты бетонным раствором до дневной поверхности *(рисунок 3.179)*.

После окончания работ на объекте была выполнена рекультивация рабочей площадки, подъездных дорог и площадки лагеря с РБУ *(рисунок 3.180)*. Рабочая площадка и автодороги засыпаны грунтом с большим содержанием почвенно-растительного слоя, который является благоприятным для травяной растительности.

Все работы по усилению защиты сооружения выполнялись сотрудниками аккредитованного Испытательного центра НЯЦ РК при дозиметрическом контроле.

После завершения работ на объекте было выполнено заключительное обследование территории объекта «Z» и прилегающих к ней районов с целью контроля радиационной обстановки в районе объекта после осуществления защитных мероприятий.

Радиоэкологические исследования проводились в соответствии с аттестованными методическими указаниями.

При проведении радиоэкологического сопровождения, с целью обе-

Рисунок 3.177. *Заливка бокса № 2 бетонным раствором*

Рисунок 3.178. *Заливка песчано-магнетитовой смесью бокса № 3*

Рисунок 3.179. *Вид на рабочую площадку после ликвидации скважин*

Рисунок 3.180. *Рекультивация территории*

спечения радиационной безопасности работающих и охраны окружающей среды на объекте «Z», были выполнены следующие виды работ:

- контроль радиоактивного загрязнения воздуха в рабочей зоне;
- контроль радиационных параметров на участках работ;
- радиационный контроль оборудования и транспортных средств;
- радиационный контроль жилых модулей и служебных помещений в полевом лагере;
- индивидуальный дозиметрический контроль персонала категории А;
- отбор проб окружающей среды;
- измерения портативным гамма-спектрометром;
- лабораторные анализы проб грунта, воздушных аэрозолей, водяных паров, мазков, отобранных в рабочей зоне.

Максимальные значения ЭРОА радона и торона не превышали допустимые уровни *(рисунок 3.181)*.

Измерение радиационных параметров включало в себя измерение МЭД, плотности потока α- и β-частиц в местах проведения работ, техники и оборудования в течение рабочей смены.

Измеренное максимальное значение МЭД на рабочей площадке (11,76 мкЗв/ч) было значительно ниже допустимого значения МЭД, значения плотности потока α- и β-частиц на всех участках обследования не превысили предела обнаружения используемых средств измерений.

Сотрудники, задействованные в проведении работ, были поставлены на индивидуальный дозиметрический контроль. Значения индивидуальных доз облучения персонала (0,04 – 1,39 мЗв) в течение данного периода времени не превысили допустимого уровня дозы для персонала категории А.

Для контроля за радионуклидным составом проводился отбор проб грунта (шлама) во время бурения скважин *(рисунок 3.182)*.

Рисунок 3.181. *Измерение ЭРОА радона и торона на рабочей площадке*

Рисунок 3.182. *Отбор проб грунта*

В результате лабораторного гамма-спектрометрического анализа установлено, что в 3-х пробах грунта, отобранных на месте проведения работ, значения удельной активности ^{137}Cs превышают значения фона глобальных выпадений, который для данной местности составляет порядка 15 Бк/кг, но значительно ниже значений минимально значимой активности для персонала.

Для определения содержания трития в производственной и жилой зоне был проведен лабораторный анализ отобранных проб водяных паров. Значения концентраций трития в атмосферном воздухе производственной зоны колеблется от 0,06 до 0,42 Бк/м^3, в жилой зоне – от 0,06 до 0,62 Бк/м^3. Полученные значения концентрации трития во вдыхаемом воздухе значительно ниже предельно допустимых значений.

В рамках контракта между РГП НЯЦ РК и DTRA осуществлялся постоянный контроль выполнения работ *(рисунок 3.183)*. Представитель DTRA производил приемку работ по отдельным этапам на месте и имел доступ ко всем видам работ.

Рисунок 3.183. *Контроль хода выполнения работ*

Ход выполнения работ обсуждался на заседании координационной группы 15 18 октября 2007 года *(рисунок 3.184)*.

Рисунок 3.184. *Заседание координационной группы*

Таким образом, в период с сентября по декабрь 2007 года были проведены работы по усилению защиты инженерного сооружения на объекте «Z» без вскрытия портала сооружения.

Значения радиационных параметров, по сравнению с предварительным радиоэкологическим обследованием на площадке объекта «Z» и близлежащих территориях, не изменились и находились на уровне фоновых величин, определенных для территории горного массива Дегелен.

Радиационная обстановка на территории штольни «Z» после осуществления защитных и рекультивационных мероприятий осталась на том же уровне, что и до проведения работ.

Содержание радионуклидов в исследуемом объекте окружающей среды – грунте осталось на том же уровне, что и при предварительном обследовании территории штольни и близлежащего района.

Радиационная опасность на исследуемом объекте отсутствовала.

В результате заключительного обследования исследуемого объекта подтверждена безопасность проводимых на штольне работ и отсутствие отрицательного антропогенного воздействия на существующую геосистему.

За весь период радиоэкологического сопровождения работ случаев переоблучения персонала, работающего на объекте «Z», не выявлено, так же, как и случаев загрязнения окружающей среды, техники и оборудования.

3.2.5 Усиление физических барьеров штолен горного массива Дегелен [10-12]

Объекты работ находятся на территории бывшего СИП в пределах горного массива Дегелен, который представляет собой куполовидное поднятие изометричной формы *(рисунок 3.185)*, возвышающееся над окружающей местностью до 500 м. Массив удлинен в северо-северо-западном направлении на 18 км, при поперечнике 10 км.

Рисунок 3.185. *Горный массив Дегелен*

Горы Дегелен относятся к типичному среднегорью с характерными формами рельефа, присущими гранитоидным массивам центрального Казахстана. Это, в основном, матрацевидная отдельность с элементами причудливых форм *(рисунок 3.186)*, обусловленных ветровой эрозией и морозным выветриванием в условиях семиаридного климата. Обрамление гор сложено предгорным шлейфом выноса, характерным для любого горного массива.

Рисунок 3.186. *Формы рельефа массива*

Склоны в основном пологие, имеют наклон до 30°, ближе к вершинам углы возрастают до 40-45°. Встречаются участки с отвесными скальными стенками.

Абсолютные отметки отдельных вершин превышают 1000 м. Максимальная высотная отметка южного отрога составляет 1070,2 м, а северного – 1084,9 м. Коэффициент рельефа местности равен 3.

Рельеф в районе сооружений – горный, почвенный покров – каменистый, растительность – горно-пустынная (степная), сельскохозяйственных угодий нет.

В районе горного массива существует ряд ручьев с более или менее постоянным водотоком – Узынбулак, Карабулак и Байтлес *(таблица 3.1)*. Наиболее крупный из поверхностных водоисточников с наиболее постоянным потоком воды в пределах горного массива – ручей Узынбулак.

Таблица 3.1. *Расходы воды по ручьям*

Названия водотока	Расход воды в м^3 в час	
	максимум	минимум
ручей Узынбулак	857	90
правый приток ручья Карабулак	95	4
ручей Байтлес	180	0,4

Припортальные участки сооружений расположены на отметках от 600 до 800 м над уровнем Балтийского моря *(рисунок 3.187)* и гипсометрически находятся выше, чем пойменные участки ручьев. Подтопления и заболачивания территории за пределами инженерных сооружений не выявлено и по предварительным расчетам не произойдет.

В пределах горного массива Дегелен (общей площадью 331 км^2) в период с 1961 по 1991 года была пройдена 181 горная горизонтальная выработка. На каждый квадратный километр площади пришлось по 0,6 выработки *(рисунок 3.188)*.

Рисунок 3.187. *Абсолютные отметки массива Дегелен*

В результате проведенных испытаний рельеф горного массива над многими концевыми боксами сооружений нарушен *(рисунок 3.189)*.

По географическому положению горный массив Дегелен располагается в северо-восточной части Казахского мелкосопочника в пределах территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона. По административно-территориальному делению район относится к Восточно-Казахстанской области и характеризуется крайне редким населением – менее 1 человека на 1 км^2.

Инженерные сооружения на объектах горного массива Дегелен представляют объемные, линейные подземные строительные системы (выработки), предназначенные для проведения испытания ядерного оружия и временного пребывания персонала при монтаже оборудования и конструкций при подготовке испытания *(рисунок 3.190)*.

Сейсмичность района расположения объектов горного массива Дегелен составляет 5 баллов по шкале MSK-64. В условиях многократных

Рисунок 3.188. *Схема расположения сооружений*

Рисунок 3.189. *Рельеф горного массива над эпицентрами взрывов (вид с вертолета)*

сейсмических воздействий от ядерных испытаний, в том числе силою до 5 баллов включительно, ряд объектов, возможно, обрушился.

Рисунок 3.190. *Макет инженерного сооружения*

Разрушительных природных явлений, в том числе наводнений, смерчей (торнадо), в районе размещения объектов за период наблюдений с 1961 по 2010 год не зарегистрировано.

В силу сохраняющейся системы запрета полетов самолетов гражданской и военной авиации над территорией бывшего Семипалатинского ядерного полигона и отсутствия действующих аэродромов в радиусе ~150 км от массива, а также снижения общей интенсивности авиаперевозок в республике, вероятность падения самолета на объекты пренебрежимо мала.

В радиусе более 50 км от массива Дегелен отсутствуют железные дороги, автомобильные магистрали и водные транспортные артерии к объектам, на которых возможно использование сжиженных газов и взрывчатых веществ. В такой же окружности достоверно отсутствуют крупные склады горюче-смазочных материалов, взрывчатых веществ, боеприпасов и т.п. Взрывоопасные производства и объекты, магистральные и другие газопроводы и нефтепроводы, как и иные крупные промышленные производства, отсутствуют в радиусе, по меньшей мере, 150 км.

Таким образом, риск разрушительного внешнего воздействия природного или техногенного происхождения для объектов, расположенных в пределах горного массива Дегелен, практически отсутствует.

Объекты – инженерные сооружения, характеризуются следующими показателями:

- расположены вне территорий жилой застройки;
- вне площадей с полезными ископаемыми;
- вне зон активного карста;
- вне зон оползней, селевых потоков и снежных лавин и других опасных геологических процессов;
- вне заболоченных мест;
- в зонах питания подземных вод;

- вне зон санитарной охраны подземных и поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, очистных сооружений водопроводов, магистральных водоводов;
- в основном вне территорий водоразделов;
- вне земель, занятых или предназначенных под занятие лесами, лесопарками и другими зелеными насаждениями, выполняющими защитные и санитарно-гигиенические функции и являющимися местом отдыха населения;
- в районе массива в долинах имеются грунтовые воды, непригодных для питьевого и технического водоснабжения по минерализации;
- уровень грунтовых вод ближе четырех метров от дна сооружения;
- геологические слои являются водоносными горизонтами и имеют гидравлическую связь с нижележащими водоносными горизонтами;
- горный массив имеет тектонические разломы и зоны интенсивной природной и техногенной трещиноватости, расстояние до сейсмоопасного разлома более 40 километров;
- массив отличается очень низкой чувствительностью к сбрасообразованию, проседанию, провалам;
- после техногенного вмешательства геоморфологическая обстановка стабилизировалась;
- горные породы, слагающие массив, твердые и очень плотные;
- породы фундамента проницаемые;
- местность со склонами в основном более пяти процентов;
- расстояние до ближайшего водозабора подземных и грунтовых вод или из поверхностного водоисточника не ближе 40 километров;
- фактическое использование земли не дает значительного экономического эффекта, потенциальное использование земли также не имеет признанной оценки;
- культурные и национально значимые ценности отсутствуют на расстоянии более 40 километров;
- местность не представляет туристской ценности и редко посещается жителями близлежащих населенных пунктов.

Централизованное водоснабжение на объектах отсутствует. Доставка питьевой воды, при необходимости, производится автоцистерной с площадки «Байкал», где находится водоразборная колонка.

Централизованное обеспечение электроэнергией отсутствует. При необходимости объекты снабжаются электроэнергией от дизельных электростанций.

Связь между объектом и городом Курчатовым возможна при помощи спутниковой связи.

В районе объектов места постоянного и временного проживания людей отсутствуют. Ближайший населенный пункт находится в 50 км от участка работ *(рисунок 3.191)*, население которого не превышает 1000 жителей. Основное занятие сельского населения – животноводство.

Крупные промышленные центры отстоят от границ полигона на 100-200 км.

Реакторный комплекс «Байкал» также расположен на расстоянии 52 км.

Рисунок 3.191. *Ближайшие населенные пункты*

Опасность причинения вреда третьим лицам, ввиду значительной отдаленности близлежащих населенных пунктов и объектов производственной деятельности, отсутствует.

Начиная с 2008 года, работы выполнялись в рамках базового соглашения (контракта) HDTRA 1-08-G-0001 от 03.03.2008 года, который заключен сроком на 5 лет. Объемы финансирования на выполнение работ осуществлялись по отдельным заказам-заданиям. Всего было подписано 3 заказа-задания, включая дополнительные соглашения (модификации) к ним.

3.2.5.1 Работы на объектах D1, D3 и D5

По первому заказу-заданию в 2008 году была реализована дополнительная защита трех объектов (D1, D3, D5).

Основными методами реализации данных работ в ходе трехсторонних технических совещаний были вертикальный и горизонтальный методы. Ниже приведена информация на примере объектов D1, D3, D5.

Основная цель работ по устройству дополнительной защиты инженерных сооружений на объектах – предотвратить или сделать неэффективными любые попытки извлечь и распространить ОЯД или другие ядерные технологии. Это достигается путем устройства дополнительных защитных барьеров в инженерных сооружениях:

- концевой бокс (КБ) заливается песчано-магнетитовым раствором;
- в сооружении на отдельных интервалах строятся дополнительные защитные барьеры из бетона или железобетона.

Под защитными барьерами инженерного сооружения подразумеваются искусственно созданные в процессе подготовки испытаний

и ликвидации порталов сооружения конструкции из бетона, железобетона, насыпи из щебня и навалы породы, образовавшиеся при ликвидации припортальных участков сооружений при взрывах внутри или с поверхности сооружений, а также созданные в процессе работ по дополнительной защите инженерных сооружений.

В соответствии с Приложениями к «Постановкам работ…», работы по устройству дополнительной защиты инженерных сооружений проводятся, в основном, в 3 этапа. Схема работ приведена на *рисунке 3.192*.

Рисунок 3.192. *Принципиальная схема работ по устройству дополнительной защиты инженерного сооружения*

Последовательность проведения работ по дополнительной защите инженерных сооружений зависит от характеристики защитных барьеров конкретного сооружения.

Для решения поставленных задач, прежде всего, необходимо попасть в КБ (вскрыть бокс, содержащий ОЯД).

По опыту работ на объектах горного массива, это можно сделать двумя путями:

– вскрытием ранее существовавшего портала сооружения и ликвидацией существующих там защитных барьеров – так называемый горизонтальный метод (*рисунок 3.193*, а);

– путем бурения специальных скважин с рабочих площадок, расположенных над осью сооружения, не вскрывая портала и не ликвидируя установленные ранее защитные барьеры – так называемый вертикальный метод (*рисунок 3.193*, б).

а)

б)

Рисунок 3.193. *Горизонтальный (а) и вертикальный (б) методы вскрытия штолен*

Затем в сооружении строятся дополнительные защитные барьеры:

– при горизонтальном методе – путем устройства опалубки в определенных проектом интервалах, установкой арматурных сеток и закачивание (заливкой) бетонного раствора в огражденный интервал;

– при вертикальном методе – через пробуренные скважины в бокс или межзабивочное пространство с поверхности рабочей площадки заливается раствор. Опалубкой служат существующие в сооружении защитные стенки, или, при их отсутствии, в сооружении строится каменно-насыпная дамба путем засыпки материала через специальные скважины. Процесс заполнения боксов контролируется путем наблюдения с помощью видеоаппаратуры и записывается на компьютер.

Выбор метода дополнительной защиты для каждого объекта производится на основе анализа ряда исходных данных:

– характеристики объекта, включая имеющуюся информацию и прогнозные уровни радиационного загрязнения внутри сооружения;
– предварительной схемы сооружения после устройства дополнительных защитных барьеров;
– рельефа по оси сооружения для расчета глубин до кровли выработки и оценки возможности строительства рабочих площадок и подъездных дорог к ним;
– прогноза возможного геологического состояния сооружения.

В первую очередь рассматривается вариант без вскрытия портала сооружения (вертикальный метод), а при невозможности осуществить работы с поверхности – принимается решение о вскрытии портала (горизонтальный метод).

Мероприятия по защите инженерных сооружений на объектах горного массива Дегелен можно разделить на 2 основных этапа:

– работы по ликвидации инфраструктуры ядерных испытаний;
– работы по предотвращению распространения на территории бывшего СИП.

В период с 1996 по 2000 годы на всех инженерных сооружениях горного массива Дегелен были выполнены мероприятия по ликвидации инфраструктуры ядерных испытаний, в том числе для исключения несанкционированного доступа в сооружения.

В результате проведенных работ 26 августа 2000 года был закрыт портал последнего сооружения. Все сооружения были закрыты в пределах не более 50 метров от портала (возведение бетонной пробки на входе сооружения или обрушение свода сооружения), а порталы инженерных сооружений были замаскированы под окружающий ландшафт.

Таблица 3.2. *Способ закрытия порталов сооружений*

№ п/п	№ объекта	Дата проведения эксперимента	Дата закрытия	Длина в м	
				обрушения в метрах от портала при бурении и взрыве изнутри	бетонной пробки
1	D1	06.06.1987	29.11.1997	15	
2	D3	17.02.1989	17.08.1997		10
3	D5	09.09.1984	04.11.1996	15	5
		18.09.1987			

В *таблице 3.2.* приведены данные о способах ликвидации и закрытия порталов сооружений, на которых проводились работы в 2008 году.

Обследования состояния порталов инженерных сооружений, проведенные в 2002 и 2008 годах, показали, что примерно у 51 % объектов вскрыты или нарушены защитные барьеры. На 17 объектах были выявлены отдельные участки вблизи лазов (на 15 объектах) и попыток проникновения (на 2 объектах), на которых наблюдалось превышение фонового значения уровня радиации от 1,5 до 8,0 раз, а в среднем составляет 2,8 раза.

В пределах портала объекта D1 существует лаз, соединяющий поверхность с сооружением *(рисунок 3.194)*.

Рисунок 3.194. *Лаз на портале объекта D1*

В пределах порталов сооружений D3 и D5 попыток проникновения не было выявлено *(рисунок 3.195)*.

Объект D3 *Объект D5*

Рисунок 3.195. *Вид на порталы объектов*

С 2000 года специалистами трех стран – РК, РФ и США проводятся работы по усилению защиты инженерных сооружения отдельных объектов Се-

мипалатинского полигона. За этот период закончены работы по Проектам «Сурок», «Спичечный коробок», «Терновник», «Кочевник», «Беркут» и «Z».

Задачей Проектов является установка защитных барьеров с целью ограничения несанкционированного доступа путем непосредственного входа в инженерное сооружение (горизонтальный метод) или через специальные скважины, пробуренные с подготовленной рабочей площадки над сооружением (вертикальный метод).

В *таблице 3.3* приведена характеристика инженерных сооружений на объектах D1, D3 и D5, представленная представителями ВНИИТФ в качестве исходной информации для подготовки работ по усилению защиты инженерных сооружений.

Таблица 3.3. *Краткая характеристика инженерных сооружений*

№ п/п	Наименование характеристики конструкции	Условное обозначение элемента конструкции	Местоположение от портала сооружения в метрах		
			D1	D3	D5
1	защитная пробка			0,0-10,0	5,0-10,0
2	навал грунта		11,0-26,0		10,0-25,0
3	гермоэлемент 1 с гермолазом		434,0-436,0		
4	гермоэлемент 1			170,0-175,0	175,5-180,5
5	гермоэлемент 2		442,0-450,0		192,5-197,5
6	свободный объем 1		26,0-434,0	10,0-170,0	25,5-175,5
7	свободный объем 2		436,0-442,0		
8	свободный объем 2	бокс 2		175,0-203,0	180,5-192,5
9	свободный объем 3	бокс 2	450,0-455,0		
10	свободный объем - концевой бокс (КБ)	бокс 1		198,5-201,5	197,5-200,5
11	свободный объем - взрывозащитная камера (ВЗК)	бокс 1	456,0-460,0		
12	глубина расположения бокса 1 от поверхности земли, м		125	40	20

На техническом совещании в январе 2008 года, в котором приняли участие специалисты РФ, РК и США, были рассмотрены вопросы безопасного строительства дополнительной защиты инженерных сооружений. В результате проведенных переговоров стороны пришли к решению о конструкциях защитных сооружений и методов их возведения.

В *таблице 3.4* приведена краткая характеристика защитных пробок, которые будут служить дополнительной преградой для несанкционированного доступа к местам нахождения ОЯД.

Таблица 3.4. *Места установки дополнительных защитных конструкций*

№ п/п	Наименование дополнительных защитных конструкций	Местоположение от портала сооружения в метрах		
		D1	D3	D5
1	пробка из песчано-магнетитового раствора	456,0-460,0	198,5-201,5	197,5-200,5
2	защитная пробка 1 из бетона	452,0-456,0	175,0-203,0	180,5-192,5
3	защитная пробка 2 из бетона	250,0-257,0		
4	защитная пробка 3 из бетона	53,0-56,0		80,0-105,0
5	навал грунта	0,0-15,0		

Для исполнения принятых конструкций защитных сооружений были приняты следующие методы:
- объект D1 – горизонтальный;
- объект D3 – вертикальный с одной рабочей площадки;
- объект D5 – вертикальный с двух рабочих площадок.

Решение трехсторонних консультаций и переговоров о способах и методах строительства защитных сооружений на объектах зафиксировано в «Постановке работ…».

Ниже приведена информация по основным этапам проведения работ на объектах.

Этап 1: Мобилизация площадки.

Рисунок 3.196. *Рабочая площадка объекта D1*

Исходя из данных радиометрического обследования территории горного массива, прилегающего к устью штольни объекта D1, выбрано место размещения рабочей площадки, а также подъездной дороги *(рисунок 3.196)*.

Для размещения горно-строительного, энергетического комплекса, оборудовании, необходимых механизмов, вагончиков производится планирование площадки. Размеры приустьевой площадки, а также объемы планировочных работ зависят от рельефа местности в зоне ведения работ *(рисунок 3.197)*.

Рисунок 3.197. *Планирование площадки объекта D1*

Кроме того, на приустьевой площадке инженерного сооружения, наряду с указанным оборудованием, размещается:

- комплексная зарядная типа ЗУК с оборудованием для зарядки и обслуживания аккумуляторных батарей электровоза АМ-8Д, выполнена в соответствии с ПУЭ 6-е (издание дополненное и переработанное);
- санпропускник для переодевания персонала (спецодежда для работы в «чистой зоне» инженерного сооружения);
- пункт санитарной обработки (ПУСО) персонала с подвозом горячей воды;
- помещение радиационного контроля (ПРК), где осуществляется дозиметрический контроль персонала, а также проводятся измерения уровней радиоактивного загрязнения наружных поверхностей аппаратуры и оборудования *(рисунок 3.198)*.

Рисунок 3.198. *Помещение радиационного контроля*

Схема генплана приустьевой площадки штольни представлена на *рисунке 3.199*.

Рисунок 3.199. Схема генплана приустьевой площадки штольни

Этап 2: Вход в сооружение, подтверждение экспертами, что вход произведен в соответствующие местоположения, подтверждение наличия ОЯД.

Инженерное сооружение было вскрыто путем сооружения новой врезной траншеи и портала *(рисунок 3.200)*.

Для доступа к ПБ демонтированы существовавшие в основном стволе сооружения защитные элементы *(рисунок 3.201)*.

Свободный объем защитного контейнера ПБ вскрыт путем сверления сквозных отверстий в его крышке с применением устройства предотвращения разгерметизации *(рисунок 3.202)*.

Рисунок 3.200. *Вскрытие и сооружение врезной траншеи, монтаж портальных рам*

Рисунок 3.201. *Демонтаж защитных элементов*

Рисунок 3.202. *Вскрытие защитного контейнера*

Вскрытие подтвердило наличие ОЯД в защитном контейнере ПБ инженерного сооружения.

Этап 3: Заполнение соответствующих объемов цементным раствором/бетоном и восстановление рабочей площадки.

После проведения верификационных действий были начаты работы по заполнению защитного контейнера *(рисунок 3.203)*.

Рисунок 3.203. *Заполнение защитного контейнера*

Свободный объем защитного контейнера ПБ заполнен связующим раствором. Вытесняемая при заполнении газовая смесь отфильтрована металлокерамическими фильтрами системы стравливания поставки ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» и выброшена штатной системой вентиляции на дневную поверхность.

Новый портал и врезная траншея сооружения засыпаны и замаскированы под окружающий ландшафт *(рисунок 3.204)*

Рисунок 3.204. *Изменение рельефа до естественного ландшафта*

После выполнения работ все инженерные сооружения были приняты комиссией экспертов, уполномоченной Координационной группой по выполнению межправительственного Соглашения от 28.03.1997.

3.2.5.2 Работы по вертикальному методу

Учитывая рельеф над боксом сооружения на объектах D3 и D5, на которых возможно было соорудить рабочие площадки размерами до 15х20 м, а также опыт работ по объектам Y и Z, РГП НЯЦ РК было предложено произвести работы по ликвидации объектов (усилению защиты), не вскрывая порталов сооружений и без вывоза материалов.

Работы выполнялись в несколько этапов.

Этап 1: Мобилизация площадки.

Выполнены работы по устройству рабочих площадок *(рисунок 3.205)*.

Рисунок 3.205. *Устройство рабочих площадок*

Этап 2: Вертикальное бурение в сооружение. Получено экспертное подтверждение, что вход произведен в соответствующих месторасположениях и наличие ОЯД подтверждено. Работы по бурению в полость штольни представлены на *рисунке 3.206*.

Рисунок 3.206. *Вертикальное бурение в полость штольни*

В концевом боксе проведена верификация работ специалистами РФ и США при содействии сотрудников НЯЦ *(рисунок 3.207)*.

Рисунок 3.207. *Верификация работ*

Этап 3: Заполнение необходимых участков цементным раствором/бетоном с последующим восстановлением рабочей площадки *(рисунок 3.208)*.

После выполнения работ все инженерные сооружения были приняты комиссией экспертов, уполномоченной Координационной группой по выполнению межправительственного Соглашения «Колба».

В процессе проведения работ руководители работ организаций - участников контролировали выполнение работ, оговоренных в договоре между РГП НЯЦ РК и подразделением-исполнителем на соответствие заданиям и требованиям, указанным в договорах.

Руководитель работ по контракту осуществлял контроль за ходом выполнения работ, производил приемку результатов работ и отчетных материалов.

Руководители работ организаций - участников проводили проверку состояния охраны труда и техники безопасности на рабочих местах, выполнение мероприятий по снижению и устранения вредных производственных факторов.

Контроль за радиационной обстановкой во время выполнение работ, а также медицинское обслуживание работающих производил НЯЦ РК на основании договоров с субподрядчиками.

DTRA осуществлял контроль выполнения работ через своего представителя, который согласовывал на месте технические решения и предложения, принимаемые в целях обеспечения безопасного и рационального выполнения Проекта. Представитель DTRA производил на месте приемку работ по отдельным этапам и имел доступ ко всем видам работ и к данным.

В процессе выполнения работ представители США и РФ неоднократно посещали объекты *(рисунок 3.209)*. В период с 18 по 24 мая объекты работ посетил Кенес Хэндлмен (Kenneth Handleman), а в период с 28 по 31 июля участки работ посетил Посол США в РК Джон М. Ордвей.

Подготовка раствора на БРУ и заливка магнетитом бокса

Ликвидация рабочей площадки

Восстановленный рельеф рабочей площадки

Рисунок 3.208. *Заключительный этап работ на площадке*

Рисунок 3.209. *Специалисты США, РФ и РК на рабочих площадках*

В результате проведенных работ были построены дополнительные защитные барьеры в 3-х инженерных сооружениях. На *рисунке 3.210* приведены данные о дополнительных защитных конструкциях по их длине в метрах.

Так, по сооружению на объекте D1 мощность бетонных защитных пробок без гермолазов увеличилась на 3,0 м, в ВЗК залита песчано-магнетитовым раствором.

По сооружению D3 мощность бетонных защитных элементов увеличилась на 13,0 м, а КБ объекта залито песчано-магнетитовым и бетонным растворами.

По сооружению D5 мощность бетонных защитных элементов увеличилась на 22,0 м, а КБ объекта залито песчано-магнетитовым раствором.

Рисунок 3.210. *Мощность защитных барьеров до и после выполнения работ*

Работы по сооружению дополнительных защитных элементов проводились лишь после того, как специалистами США и РФ были выполнены работы по обнаружению и идентификации (верификации) данных, подтверждающих наличие отходов ядерной деятельности.

Дополнительные защитные конструкции возведены из бетона.

Учитывая технологию укладки смеси в конструкции, бетонная смесь должна была удовлетворять следующим требованиям:

- быть технологичной в приготовлении и укладке механизированным способом;
- срок начала схватывания после укладки не должен быть менее 1,5 часа;
- иметь предел прочности на одноосное сжатие не менее 20 МПа на 28-й день.

Исполнители бетонных работ (ТОО «Дегелен» и предприятие «Байкал») в мобилизационный период закупили инертные материалы и цемент, имеющие сертификаты качества *(таблица 3.5)*.

Таблица 3.5. *Сертификаты качества строительных материалов*

№ п/п	Наименование и марка материала	Номер сертификата	Дата выдачи	Основание
1	портландцемент ПЦ 400 Д 20	KZ.6328092.01.01.03662	28.04.08	протокол испытания 0170 от 08.04.08
2	портландцемент ПЦ 400 Д 20	KZ.6328092.01.01.03662	29.04.08	протокол испытания 3 от 22.04.08
3	смесь песчано-гравийная для строительных работ	KZ.7100168.05.01.41293	26.01.08	протокол испытания 70 от 23.01.08
4	смесь песчано-гравийная для строительных работ	KZ.6328092.01.01.03680	08.05.08	протокол испытания 25 от 17.04.08 и 013 от 25.03.08
5	щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ	KZ.6328092.01.01.03679	08.05.08	протокол испытания 24 от 17.04.08

На основе закупленных исполнителями работ цемента и инертных материалов испытательный центр «Испытательная лаборатория строительных материалов и конструкций», филиал «Семей» АО «Национальный центр экспертизы и сертификации» провел подборку состава бетона, удовлетворяющего предъявляемым требованиям *(таблица 3.6)*.

Таблица 3.6. *Подбор состава компонентов бетона*

№ п/п	Наименование материала	Расход материалов кг, на 1 м^3
1	портландцемент ПЦ-400	550
2	песчано-гравийная смесь	1510
3	вода	275
	Итого	2335

Концевые боксы инженерных сооружений были залиты песчано-магнетитовым раствором. Испытательный центр ТОО «САПА ИНТЕРСИСТЕМ» (город Алматы) провел испытания закупленного магнетита (Протокол испытаний № 125/8 от 04.07.08 г.). В *таблице 3.7* приведен состав приобретенного материала.

Таблица 3.7. *Содержание компонентов в магнетите*

Наименование материала	Содержание компонентов в %					
	оксид железа, Fe_2O_3	из них железо, Fe	оксид марганца, MnO_2	из них марганец, Mn	оксид кремния, SiO_2	из них кремний, Si
магнетит	96,22	67,5	0,21	0,135	3,32	1,69

По условиям договора, в песчано-магнетитовом растворе составляющая магнетита должна быть не менее 50 % от массы песчано-гравийной смеси.

Рецептура песчано-магнетитового раствора приведена в *таблице 3.8*.

Таблица 3.8. *Рецептура раствора*

Вид раствора	Компоненты (в кг на 1 м³ раствора)				
	цемент ПЦ 300	песчано-гравийная смесь	магнетит	бентонит	вода
Песчано-магнетитовый раствор	580	735	735	25	280

Консистенция (текучесть-вязкость) раствора подбиралась такой, чтобы обеспечить свободное растекание раствора при ожидаемой температуре в боксе от +7 до +10 °С.

В период с 10 августа по 14 сентября бетонные работы на всех сооружениях были завершены. Всего было изготовлено и уложено 764,5 м³ растворов, из которых 692 м³ – бетонный раствор.

В защитные конструкции на объекте D1 было уложено 140 м³ раствора, из которого отобрано 3 пробы для проведения лабораторных испытаний.

В дополнительные защитные конструкции на объекте D3 было залито 268 м³ раствора, из которого отобрана 1 проба на испытание.

В дополнительные защитные конструкции на объекте D5 было залито 284 м³ раствора, из которого отобраны 2 пробы на испытание.

Испытания образцов на прочность проведены в испытательном центре «Испытательная лаборатория строительных материалов и конструкций», филиал «Семей» АО «Национальный центр экспертизы и сертификации».

3.2.5.3 Ускорение работ по созданию дополнительных физических барьеров

Начиная с 2009 года, работы проводились на объектах, входящих в перечень, являющийся обязательством по ускорению работ. Перечень состоял из 36 объектов – штолен горного массива Дегелен. Информация о 16 объектах была предоставлена США Республике Казахстан по специальным каналам и была основана на данных, переданных в рамках

двухсторонних консультаций и договоров между США и РФ. Также по результатам информационного обмена между РФ и США на 30 заседании Координационной группы (КГ) по исполнению Соглашения «Колба» (г. Курчатов, Республика Казахстан, 24 – 29 мая 2010 года) казахстанской стороне была передана информация о дополнительных 20 объектах работ, финансирование которых обеспечивается США.

Работы по указанному перечню выполнялись в рамках второго и третьего заказа-задания.

По второму заказу-заданию работы были выполнены в полном объеме на 16 объектах в период 2009- начало 2011 гг.

По третьему заказу-заданию были выполнены работы на оставшихся 19 объектах. По одному объекту было принято решение об его исключении из перечня работ (по итогам двухсторонних консультаций между РФ и США – протокол 32 заседания КГ, утвержденный руководителями уполномоченных государственных органов по реализации Соглашения «Колба»).

На 31 заседании КГ по исполнению Соглашения «Колба» при участии представителей Минобороны США, Казахстанской Стороне было предложено совместное (РФ-США) решение относительно необходимости дополнительного усиления физических барьеров на 6 объектах, сооруженных ранее в 2006 – 2008 гг. и комиссионно принятых с оценкой «отлично». При этом было отмечено, что дополнительное усиление увеличит степень защищенности объектов, снизит риски распространения. Это стало возможным благодаря положительному опыту работ на трехсторонней основе и развитию технологических и технических возможностей РГП НЯЦ РК и его подрядчиков.

В ходе выполнения работ на указанных объектах испытательной площадки «Дегелен» бывшего СИП были созданы дополнительные барьеры доступа к отходам ядерной деятельности общим объемом около 40 000 м^3 (бетон, порода, специальные растворы), что составляет дополнительную защиту протяженностью более 4 км (в среднем по 100 метров на объект – штольню). Работы были полностью завершены в октябре 2012 года.

Помимо работ по возведению дополнительных физических барьеров, в рамках контрактов между РГП НЯЦ РК и DTRA выполнены мероприятия по засыпке существующих лазов (попыток несанкционированного проникновения в штольню) и усилению физической защиты горного массива Дегелен.

В 2008–2011 годах были ликвидированы лазы на 73 объектах.

В целом, ход выполнения работ выполнялся в соответствии с требованиями контрактов и не вызывал нареканий со стороны Генерального заказчика.

Ниже приведена информация по объемам работ *(таблицы 3.9, 3.10)*.

Таблица 3.9. *Объемы работ периода 2000-2007 гг.*

№ п.п.	Объект	Бетон, м³	Грунт, м³
1	Сурок	2076	35000
2	РБШ	327,5	600
3	Терновник	3043	3000
4	К-85	22,5	3000
5	103	102	725
6	603	228	550
7	115	285	200
	Итого:	6084	43075

Таблица 3.10. *Объемы работ 2008-2012 гг.*

№ п.п.	Объект	Песчано-магнетитовый раствор, м³	Бетон, м³	Порода, грунт, щебень, м³
1	D1	5	160	0
2	D3	0	280	0
3	D5	30	400	0
4	D2	76	364	200
5	D4	34	197	0
6	B1	12	268	200
7	A	0	172	900
2	B	188	256	0
8	C	357	318	900
9	D	300	250	500
10	E	96	94	0
11	F	92	284	0
12	G	19	323	0
13	I	50	180	1000
14	N	20	180	500
15	O	87	150	900
16	P	108	1264	500
17	Q	95	132	0
18	R	121	180	1000
19	K4-1	57	140	3423
20	K4-2	0	1348	0

№ п.п.	Объект	Песчано-магнетитовый раствор, м^3	Бетон, м^3	Порода, грунт, щебень, м^3
21	K4-3	133	121	700
22	K4-4	46	310,5	0
23	K4-5	0	294	0
24	K4-6	29	0	0
25	K4-7	106	254	0
26	K4-8	0	84	0
27	K4-9	68	141,5	0
28	K4-10	0	0	0
29	K4-11	0	750	5150
30	K4-12	0	387,5	1000
31	K4-13	156	171	0
32	K4-14	77	354	0
33	K4-15	100	221	0
34	K4-16	185	245	0
35	K4-17	44	200	790
36	K4-18	0	230	398
37	K4-19	120	126	580
38	K4-20	0	183	3220
39	D1	4	272	320
40	D5	30	54	0
41	K4-6	0	1100	0
42	200ASM	30	1020	0
43	Y	366	0	80
44	Z	1030	0	0
Итого:	4271	13458,5	22261	

Всего в период 2000-2012 гг. было израсходовано:

– бетон и его смеси: ..... 23813,5 м^3
– порода, щебень, грунт: ..... 65336 м^3
Итого увеличение мощности защиты: ..... 89149,5 м^3

3.2.6 Патрулирование территории [13-14]

В ходе выполнения контракта осуществлялось патрулирование штолен, закрытых в 1996 – 2000 годах. Необходимость патрулирования была связана с фактами попыток проникновения в объекты в результате несанкционированной хозяйственной деятельности.

Первое детальное обследование было проведено в 2002 году (*рисунки 3.211, 3.212)*.

Рисунок 3.211. *Состояние порталов штолен по результатам обследования, проведенного в 2002 году*

При проведении работ по предотвращению распространения оружия массового уничтожения и связанных с ним материалов, технологий и знаний, в период 2005–2007 гг. были ликвидированы лазы на 2-х объектах (200АСМ-правая и Метро) и засыпаны ямы от попыток проникновения на 3-х объектах (603, 200АСМ-левая, 103).

В июле 2008 года специалистами НЯЦ РК, совместно со специалистами РФ и США, было проведено повторное обследование состояния порталов инженерных сооружений (штолен) горного массива Дегелен.

По результатам обследования 2008 года выявлено следующее:

Рисунок 3.212. *Следы несанкционированного проникновения в штольни (лазы)*

- лазы, то есть возможность проникновения в штольни, имеют 72 объекта, причем в 35 сооружений имеется непосредственный доступ, а на 37 порталах лазы незначительных размеров;
- попытки, то есть поиски мест проникновения в штольни, отмечены на 35 порталах:
- не вскрытые, то есть порталы, где не выявлена несанкционированная деятельность, 74 штольни.

В *таблице 3.11* приведены обобщенные данные результатов проведенного обследования.

Таблица 3.11. *Сводные результаты обследования состояния порталов*

Характеристика	Количество по состоянию на 10.07.08	Количество вновь выявленных (по отношению к 2002 году)
всего количество штолен	181	
из них:		
не вскрытые	74	
попытки	35	8
лазы всего	72	17
из них с доступом в штольню	35	

Как видно из таблицы, по сравнению с результатами обследования, проведенного в 2002 году, увеличилось количество штолен с лазами и попытками проникновения.

В период с 2008 по 2012 год НЯЦ РК провел ряд мероприятий, направленных на ликвидацию следов антропогенной деятельности на порталах штолен горного массива Дегелен. Были проведены работы по усилению защиты на 57 инженерных сооружениях *(рисунок 3.213)*.

Рисунок 3.213. *Пример усиления защиты на некоторых инженерных сооружениях*

С 13 по 20 мая 2013 года представители Агентства по уменьшению угрозы, Национального ядерного центра Республики Казахстан и Всероссийского института экспериментальной физики Российской Федерации провели совместное обследование штолен горного массива Дегелен. Цель исследования – проведение визуальной инспекции 181 штольни в дополнение с ограниченным количеством радиологических обследований возможных работ по сбору металла, замеченных с предыдущего совместного обследования, проводимого в июне 2008 года.

В отличие от обследования штолен в 2002 и 2008 году, были определены только шесть участков засыпки порталов с открытыми лазами и успешными повторными проникновениями в штольни, которые предполагают участие человека. На восемнадцати участках засыпки порталов имелись признаки обрушения с некоторыми попытками проникновения в основную открытую штольню. Из 18 признаков обрушения 12 считаются признаками природного характера и только 6 являются предполагаемыми лазами, проделанными человеком.

Штольня 24 – успешное проникновение, документально зафиксированное в 2002 году, оказалось или повторным, или же пропущенным в 2008 году. В лазе имеется обледенение, и по признакам холодного воздуха, по-видимому, имеется доступ в штольню. По крайней мере, три

признака обрушения наблюдались наряду с минимальным выходом воды у основания портала. На данной припортальной площадке радиационные обследования не проводились.

Штольня 147 – было обнаружено повторное проникновение в аппаратное помещение. Лаз с повторным проникновением размером 0,75 х 0,75 м имеет ствол (проход), облицованный металлом (вентиляционное отверстие, спускаемое вниз в место размером 3 х 5 м). Ствол расположен на расстоянии 40–50 м выше и справа от портала в нише оборудования с правой стороны ребра штольни. Холодный воздух с измеряемым потоком радона предполагает соединение со штольней. Данный лаз был упущен в период обследований в 2002 и 2008 году. Все показатели излучения вокруг лаза оставались на фоновом уровне.

Штольня 148/5 – была обнаружена деятельность по сбору металла, возможно, после обследования в июне 2008 года и до апреля 2009 года на основании признаков эрозии. Полутораметровый лаз имеет доступ в штольню по признакам выхода холодного воздуха из лаза. Радиологические обследования показали фоновые значения, в 1,5 раза превышающие гамма, альфа значения, и только минимальное значение ^{137}Cs. Радионуклид ^{137}Cs был обнаружен гамма-спектрометром LaBr с северной стороны лаза, у верхней части участка засыпки портала. Наличие ^{137}Cs показывало примерно предел обнаружения прибора. В дополнение, примерно в 50-60 м от северной части портала, находился небольшой сгоревший кабель (около 4 м^2). Уровень гамма-излучения составлял 2–3 мР/ч. Повышенный уровень ^{137}Cs, по-видимому, является результатом возгорания пластиковых/резиновых радиоактивно загрязненных оболочек медных/алюминиевых кабелей. Наличие ^{137}Cs возле лаза успешного повторного проникновения, возможно, обусловлено вытягиванием кабелей при деятельности по сбору металла.

Штольня 420 – было обнаружено вскрытое успешное повторное проникновение в штольню с правой стороны портала. После обследования в 2008 году лаз диаметром 3 м, сужающийся до 1 м, имеет вход в штольню сразу за установленной в 1997 году бетонной пробкой на расстоянии 15 м. Пробка была установлена между ПК 00 м и ПК 35 м. Все показатели радиационных параметров вокруг лаза повторного проникновения оставались на фоновом уровне. Данное вскрытие в штольню, возможно, состоялось после обследования в 2008 году, но до начала определения охраняющим патрулем.

Штольня 803-bis – лаз с успешным проникновением в 2002 году частично завален обрушенными валунами с доступом в штольню по признакам потока воздуха и обледенения в лазе. Радиационное обследование на данной площадке не проводилось.

Штольня В-2/80-1 – деятельность по сбору металла включает доступ (2,0 х 1,5 м) с повторным проникновением в штольню по признакам холодного потока воздуха. Данное вскрытие, похоже, было пропущено в период обследования в 2008 году в результате разрастания растительности. Измерения радиационного излучения вокруг вскрытия были на фоновом уровне.

На данных штольнях были проведены радиологические обследования, которые не выявили признаков извлечения любых отходов ядерной деятельности из этих штолен.

Другие 139 участков порталов остались без изменений с момента проведения предыдущих обследований в 2002 и 2008 годах. Некоторые лазы, замеченные ранее с проникновением или попытками проникновения, были ликвидированы при работах по усилению защиты в период между 2005 и 2012 гг.

В 2013 году НЯЦ РК провел дополнительные работы по ликвидации выявленных следов антропогенной деятельности на порталах штолен горного массива Дегелен. На всех порталах штолен, где была выявлены следы несанкционированной деятельности, были дополнительно проведены работы по усилению защиты.

3.2.7 Результаты работ

Говоря об итогах и результатах работ по созданию дополнительных физических барьеров доступа, необходимо отметить следующее.

Ранее, в период с 1997 по 2000 годы в рамках реализации Соглашения «Колба» специалистами Росатома (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ») и РГП НЯЦ РК были выполнены работы по всем 29 позициям Перечня объектов-носителей «чувствительной» информации, являющегося частью Соглашения.

По ряду объектов, входящих в согласованный Перечень, работы финансировались Российской стороной (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»). В результате были выполнены:

- консервация на двух объектах горного массива Дегелен и площадке РБШ пяти испытанных контейнеров «Колба»;
- разрушение конструкции и консервация неиспытанного контейнера «Колба» на площадке РБШ;
- уничтожение в скважинах на площадке «А-Б» конструкции СТО, содержащего ОЯД;
- демонтаж и консервация активированного СТО, находившегося на объекте площадки «А Б»;
- демонтаж и разукомплектование двадцати шести аппаратурных комплексов, предназначенных для регистрации физических параметров при проведении подземных ядерных испытаний, вывоз в Российскую Федерацию шести наиболее значимых аппаратурных комплексов.

Одновременно на объектах горного массива Дегелен, в ходе реализации Соглашения ШПУ и заключенного в его рамках «Исполнительного соглашения между Департаментом обороны Соединенных Штатов Америки и Министерством энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан по ликвидации инфраструктуры оружия массового уничтожения» (Соглашение ЛИОМУ) от 3 октября 1995 года, были выполнены работы по закрытию порталов штолен и исключению несанкционированного доступа.

Всего по Соглашению ЛИОМУ на территории бывшего СИП был ликвидирован 181 портал штолен и уничтожено 13 неиспользованных скважин, предназначенных для проведения подземных испытаний. Работы по ликвидации инфраструктуры ядерных испытаний выполнялись РГП НЯЦ РК и финансировались Американской стороной.

В 2000 году на объектах бывшего СИП в рамках реализации Соглашения на трехсторонней основе (Российская Федерация – Республика Казахстан – США) были начаты работы по исключению несанкционированного доступа и дополнительной защите ОЯД, находящихся на испытательных площадках и штольнях горного массива Дегелен. Целью работ было исключение угрозы распространения и терроризма. В мае 2000 года на одиннадцатом заседании КГ было принято решение использовать механизм КГ для координации этих работ. Финансирование работ обеспечивалось Американской стороной.

В период с 2000 по 2012 годы специалистами Росатома (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»), РГП НЯЦ РК и DTRA МО США были выполнены работы на 46 объектах бывшего СИП (в том числе по 15 позициям Перечня объектов-носителей «чувствительной» информации), а именно:

- создание на объектах площадки «А-Б» обвалованных грунтом железобетонных сооружений, перекрывающих испытательные скважины, содержащие ОЯД;
- создание дополнительной бетонной защита на объектах с контейнерами «Колба», заполнение внутренних полостей четырех испытанных контейнеров, содержащих ОЯД, и одного неиспытанного контейнера связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым (цементно-песчаный раствор с добавлением 50% Fe_3O_4) растворами;
- извлечение и вывоз в Российскую Федерацию активированного СТО с двух объектов горного массива Дегелен;
- создание дополнительных бетонных и железобетонных защитных барьеров на 42-х объектах горного массива Дегелен, заполнение на этих объектах внутренних полостей боксов, содержащих ОЯД, связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым растворами.

Работы по созданию дополнительных защитных барьеров и заполнению боксов с ОЯД на объектах горного массива Дегелен выполнялись по так называемым «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. При «горизонтальной» технологии производилось вскрытие портала штольни и восстановление горной выработки до бокса с ОЯД, заполнение полости бокса связующим раствором, установка бетонных или железобетонных барьеров, обрушение свода штольни и его маскировка под окружающий горный ландшафт. При «вертикальной» технологии заполнение связующим материалом полости бокса с ОЯД и создание бетонных защитных барьеров производилось через скважины, пробуренные вертикально с поверхности горного массива. Аналогичным «вертикальным» способом производилось заполнение связующим материалом внутренних полостей контейнеров «Колба».

По «горизонтальной» технологии были выполнены работы на 19 объектах горного массива Дегелен, по «вертикальной» – на 20 объектах, и на 2 объектах работы были выполнены одновременно по «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. В ходе выполнения этих работ на объектах были созданы дополнительные защитные барьеры общим объемом около 40 000 м^3 (бетон, горная порода, специальные растворы), что эквивалентно созданию дополнительной защиты протяженностью

более 4 км (в среднем по 100 метров на штольню объекта). Всего в период работ с 2000 по 2012 годы на объектах СИП по Соглашению было создано дополнительных барьеров объемом около 90 000 куб. метров.

Перед началом и после завершения работ по дополнительной защите ОЯД на каждом из объектов специалистами НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» были проведены независимые радиоэкологические обследования территории. Результаты обследований показали, что после завершения работ экологическая обстановка на всех штольнях и площадках бывшего СИП улучшилась.

Помимо работ по дополнительной защите ОЯД на объектах горного массива Дегелен, НЯЦ РК были выполнены мероприятия по исключению попыток несанкционированного проникновения в штольни – проведена засыпка существующих лазов в полость штольни. В период с 2008 по 2011 годы были ликвидированы лазы на 73 объектах. Финансирование этих работ также обеспечивалось Американской стороной.

Основными исполнителями работ, выполненных в рамках Соглашения в 1997 – 2012 годах, со стороны Российской Федерации являлись Федеральные ядерные центры - ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», со стороны Республики Казахстан - РГП НЯЦ РК. Независимый радиоэкологический контроль выполнения работ осуществлял НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина».

В работах по ликвидации «чувствительной» информации, исключению угрозы распространения ОЯД с территории бывшего СИП вместе с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и другими организациями Государственной корпорации по атомной энергии Российской Федерации участвовали институты и организации РГП НЯЦ РК (Институт радиационной безопасности и экологии, Институт геофизических исследований, Институт атомной энергии, Предприятие «Байкал», Предприятие «Казахский государственный научно-производственный центр взрывных работ»), а также подрядные организации Российской Федерации и Республики Казахстан (ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК, ТОО «Дегелен», ТОО «Востокавтопром»).

В результате работ, выполненных в рамках Соглашения, на объектах и площадках бывшего СИП созданы надежные защитные барьеры, исключающие несанкционированный (без применения промышленных средств) доступ к ОЯД и «чувствительной» информации, находящейся на объектах проведения ядерных испытаний.

На основании результатов работ была подготовлена статья – Plutonium Mountain Inside the 17-year mission to secure a dangerous legacy of Soviet nuclear testing [15].

О результатах совместных работ по снижению рисков распространения как нельзя лучше было сказано в совместном заявлении президентов Казахстана, России и США относительно сотрудничества на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне 27 марта 2012 года на Саммите по ядерной безопасности в Сеуле.

Совместное заявление президентов Республики Казахстан, Российской Федерации и Соединенных Штатов Америки относительно трехстороннего сотрудничества на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне.

Президенты Республики Казахстан, Российской Федерации и Соединенных Штатов Америки привержены борьбе с угрозой ядерного распространения и ядерного терроризма.

Начиная с 2004 года, наши три страны сотрудничают в осуществлении ряда проектов, направленных на ликвидацию последствий прошлой ядерной испытательной деятельности на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона для приведения его в безопасное состояние. Президенты Казахстана, России и Соединенных Штатов Америки лично контролировали реализацию этих целей *(рисунок 3.214)*.

Рисунок 3.214. *Встреча президентов трех стран на саммите по ядерной безопасности*

К настоящему времени проведен значительный объем работ. В результате применения современных физических и технических средств уровень безопасности на бывшем полигоне существенно возрос.

Данная работа близка к завершению, и мы рассматриваем ее в качестве весьма успешного примера трехстороннего сотрудничества, демонстрирующего нашу общую приверженность физической ядерной безопасности и нераспространению.

Нурсултан Назарбаев, Дмитрий Медведев и Барак Обама прокомментировали принятое совместное заявление относительно трёхстороннего сотрудничества на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне.

Н. Назарбаев: Всем известно, что Семипалатинский ядерный испытательный полигон был крупнейшим в мире, как и ядерный полигон в Неваде: здесь были произведены 500 ядерных взрывов, в том числе более 70 – в атмосфере. Сейчас, когда этот полигон моим указом закрыт 20 лет назад, мы вместе с Россией, Соединёнными Штатами Америки ведём работу по ликвидации всех последствий, по реабилитации полигона и уничтожению инфраструктуры бывшего полигона. С 2004 года мы реабилитировали три тысячи квадратных километров территории (всего полигон занимал 40 тысяч квадратных километров, там заражено радиацией полтора миллиона человек).

Это является хорошим примером совместной работы государств, во-первых, по реабилитации и, во-вторых, по обеспечению безопасности нераспространения ядерных материалов. Мы, казахстанцы, благодарны российской и американской сторонам за такую помощь.

Как известно, раньше точно так же мы ликвидировали шахтные пусковые установки баллистических ракет с 1100 боеголовками. Также мы совместно работали, чтобы уничтожить инфраструктуру и не допустить распространения этих материалов.

Я, пользуясь случаем, высказываю огромную благодарность от нашей страны и надеюсь на дальнейшее сотрудничество в этом вопросе.

Б. Обама (как переведено): Хотел бы высказаться очень кратко.

Сегодня мы можем констатировать: Семипалатинский полигон существует в совершенно другом виде, и Казахстан может спокойно смотреть в будущее, развивая соответствующую территорию. Считаю, что это очень добрый пример сотрудничества между тремя государствами.

Причина, по которой мы сюда пришли: мы просто хотели подчеркнуть значимость того примера, который мы подаём в плане нашего сотрудничества.

Я хотел бы поговорить о том, как наши три страны за последние несколько лет сумели благодаря тесному сотрудничеству достичь очень многого. Об этом как раз упоминал Президент Казахстана. Он упомянул об этом полигоне. Это действительно было место, где со времён холодной войны находилось большое количество ядерных материалов. Эти материалы были очень уязвимы в плане возможности контрабанды, в плане возможности инфильтрации. Таким образом, благодаря чрезвычайно эффективному сотрудничеству, которое имело, кстати, место ещё до того, как я стал Президентом, мы сумели в результате нашего участия в этом саммите добиться того, чтобы эти ядерные материалы находились в большей безопасности.

Всё это было достигнуто отчасти благодаря выдающемуся участию и вкладу Президента Казахстана, его лидерству, а также вкладу всего казахского народа. Кроме того, необходимо упомянуть о тесном сотрудничестве между Соединёнными Штатами Америки и Россией, которое имело место в предыдущие несколько лет.

Уверен, что нам удастся достичь общей цели, которая была высказана на вашингтонском саммите. Речь идёт о том, чтобы защитить те ядерные материалы, которые могут быть уязвимы для, например, контрабанды или могут попасть не в те руки. И чтобы это действительно произошло в последующие четыре года.

Кроме того, я хочу сказать, что благодаря этому саммиту наше сотрудничество ещё более укрепилось, и нам, я думаю, удастся достичь ещё большего прогресса, хотя многое ещё предстоит сделать.

Д. Медведев: Саммиты проводят не только ради того, чтобы встретиться, пожать друг другу руки, не только ради того, чтобы заявить о благих целях, но и для того, чтобы продемонстрировать конкретные примеры сотрудничества. Вот конкретный пример сотрудничества: начиная с 2004 года мы, то есть три государства: Казахстан, Соединённые Штаты Америки и Россия, – занимаемся ликвидацией последствий использования Семипалатинского полигона. Мы понимаем, какие угрозы создавало его сохранение в прежнем качестве, о чём только что сказали мои коллеги.

Сегодня мы можем констатировать: все эти угрозы закрыты, Семипалатинский полигон существует в совершенно другом виде, и Казахстан может спокойно смотреть в будущее, развивая соответствующую территорию. Считаю, что это действительно очень добрый пример сотрудничества между тремя государствами.

Я хотел бы поблагодарить моих коллег, Президента Казахстана Нурсултана Абишевича Назарбаева за активную позицию и за необходимые условия, которые были созданы для решения этой задачи. Я также хотел бы отметить, что Российская Федерация, Соединённые Штаты Америки, как государства, на которых лежит особая ответственность за ядерную безопасность, в этом вопросе проявили необходимую кооперацию. И, несмотря на то, что всё это является действительно последствием прежних идеологических подходов, тем не менее, мы нашли и соответствующие ресурсы, и соответствующие силы для того, чтобы совместно заниматься этой проблемой и решить её. Считаю, что это добрый пример сотрудничества, и такие примеры должны умножаться: хороший пример для того, чтобы другие страны занимались вопросами ядерной безопасности и ликвидацией последствий прошлого.

Таким образом, приведение в безопасное состояние ряда объектов бывшего полигона было выполнено успешно.

Как уже отмечалось выше, работы по проекту находились на самом высоком уровне. В разные периоды места проведения работ посещали руководители стран – участниц работ различного уровня *(рисунок 3.215)*.

Рисунок 3.215. *Посещение Дегелена Премьер-министром РК Масимовым К.К. 22 июня 2011 года*

Как и планировалось, все работы были полностью завершены к ноябрю 2012 года. В г. Курчатове состоялась церемония закрытия проекта, в которой участвовали руководители проекта от трех стран – Казахстана, России и США *(рисунок 3.216)*.

Рисунок 3.216. *Площадка «Дегелен». Участники церемонии закрытия проекта. Октябрь 2012 года.*

На перевале, расположенном на горном массиве Дегелен, был установлен памятный знак с надписью на трех языках «1996 – 2012. Мир стал безопаснее. В память о совместных работах Казахстана, России и Соединённых Штатов Америки»

В завершении части, посвященной трехсторонним работам на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, необходимо особо отметить тот факт, что успешность этих работ во многом определялась способностью исполнителей находить компромиссные решения, которые присутствовали практически в каждой операции. Возможно, самый главный результат трехсторонних работ – это опыт взаимопонимания. Хотелось бы надеяться, что он, как и весь опыт нашей «трехсторонней» команды, пригодится для следующих поколений, ради жизни которых выполнялись эти работы [2]:

В этой связи можно привести выдержку из статьи сопредседателя казахстано-российской Координационной группы по выполнению Соглашения «Колба» В.М. Куценко [3]:

«Для выполнения Соглашения была быстро сформирована рабочая команда из представителей казахстанской и российской сторон. Была

также создана межправительственная Координационная группа (КГ). На сегодняшний день из того, утвержденного правительствами состава, в ней осталось двое: В.М. Куценко и В.С. Степанюк. Часть наших товарищей уже ушла в иной мир: А.М. Матущенко, В.Н. Демин, В.А. Логачев. Печально, что они не дожили до дня нашей гордости. Тем более горько, что их личный вклад в эту работу, пожалуй, самый значительный.

Я счастлив, что принадлежу к сложившейся в 97-м году команде. Она немногочисленна и компактна, в пределах десятка основных действующих лиц. Считаю всех их настоящими героями. Чтобы почти 16 лет работать в условиях высочайших радиационных рисков, нужно иметь редкое мужество и сознавать свою высокую личную ответственность за дело. Как раз этими качествами мои товарищи обладают в полной мере. Мне пришлось провожать в последний путь Анатолия Михайловича Матущенко, на моих глазах уходили Валерий Николаевич Демин, Вадим Афанасьевич Логачев… Они никогда не роптали, они целиком отдавались той работе, которую делали, и гордились, что занимаются тем, чем огромное большинство людей не сможет и никогда не стало бы заниматься. Уходили они достойно, ни о чем не сожалея. А ведь их забрал полигон… И об этом нужно сказать прямо.

Только теперь до конца понятно, какое большое и важное дело мы сделали. И насколько пригодился бы нам их опыт сегодня. А.М. Матущенко, участник еще самых ранних, наземных испытаний на полигоне, знал его едва ли не лучше всех, многое помнил и как никто отдавал себе отчет, что нужно делать для приведения его в безопасное состояние. Он был полон разных планов и проектов. Одно из направлений, которое он хотел поднять и о котором собрал богатейшую информацию – мирные ядерные взрывы. Но не успел, что называется, сгорел за полтора месяца… И В.Н. Демин, и В.А. Логачев (участник второй мировой войны) очень дорожили своей причастностью к нашей общей работе и, когда их здоровье уже пошатнулось, все равно не хотели уходить из Координационной группы, оставаясь в ней «рабочими лошадками» до последнего своего дня.

Ценность наших общих и их личных усилий для всей планеты отметили три президента – Республики Казахстан Н.А. Назарбаев, Российской Федерации Д.А. Медведев, Соединенных Штатов Америки Б. Обама в апреле 2012 года на саммите по ядерной безопасности в Сеуле. Президенты сделали специальное заявление об уникальности трехстороннего сотрудничества, которое дало отличные результаты. Да, мы можем с уверенностью сказать, что полигон действительно стал гораздо безопаснее, чем был, что прямые угрозы, которые он нес и Казахстану, и всему мировому сообществу, локализованы. И сделано это таким образом, что сегодня без промышленного вмешательства на объекты бывшей испытательной инфраструктуры проникнуть невозможно, что «копателям», которые добывали там цветные и черные металлы, очень трудно попасть в самые чувствительные места полигона и нанести какой-то серьезный ущерб безопасности. Зона потенциальных угроз приведена в очень приличное состояние и с точки зрения инженерной и физической защиты. Самые чувствительные точки полигона охраняются сотрудниками органов внутренних дел, для наблюдения используются беспилотные средства, привезенные аме-

риканцами. Зона поставлена под контроль МАГАТЭ, включающий спутниковый контроль. Поэтому признаки промышленного вмешательства в потенциально опасные объекты будут быстро обнаружены и пресечены.

В 2000 году некоторым участникам показалось, что мы завершили работы по двустороннему Соглашению. Да, основная задача была выполнена, но проблем еще хватало. Мы ясно их себе представляли. Поэтому первые контакты с американской командой получились с нашей стороны не спонтанными, а вполне осмысленными. В целом же характер наших взаимоотношений определили три руководителя: заместитель министра РФ по атомной энергии Л.Д. Рябев, заместитель министра энергетики США Роуз Гетемюллер, министр энергетики, индустрии и торговли РК В.С. Школьник. На их встрече был выработан формат нашего взаимодействия. При этом не подписывалось каких-либо документов, соглашение было исключительно джентльменским, «под честное слово». В дальнейшем, когда в нашем трехстороннем сотрудничестве возникали какие-то шероховатости, а они, естественно, время от времени возникали, мы всегда обращались к выработанному руководителями формату. Он строго соблюдался, ни одна сторона ни разу не нарушила устных договоренностей наших высоких руководителей.

Принятый порядок оказал мощное влияние на ход работ. С 2004 года, то есть со времени их вступления в активную фазу, до окончания в 2013 году они шли без серьезных сбоев и осложнений. В 2007 году под руководством первого заместителя генерального директора госкорпорации «Росатом» И.М. Каменских была разработана расширенная программа работы национальными лабораториями России и США. И здесь надо сказать, что Россия при ее реализации столкнулась с немалыми трудностями. Первоочередными для нас являлись вопросы защиты наших интересов, а, участвуя в Соглашении, приходилось буквально идти по лезвию ножа, чтобы не нарушить российские законы. Тем не менее, удалось согласовать и реализовать транспарентную программу. Это обстоятельство заслужило отдельную высокую оценку в Сеуле президентов наших стран. Чувствительность в ядерной сфере очень велика, а если в ситуацию втянуто неядерное государство, – особенно. А там, где затрагиваются вопросы государственной тайны – велика чрезвычайно. Чтобы минимизировать риски, Стороны разработали специальные меры защиты информации. Не обошлось и здесь без курьезов. На одном из этапов работ американская Сторона потребовала от российских участников работ подписки о неразглашении, а казахстанская Сторона закрыла доступ российским участникам к их же информации. Мы, конечно, быстро уладили данные проблемы. Но это один из показателей того, что ограничения неукоснительно соблюдались, да и вообще, дисциплина внутри нашего трехстороннего альянса остается железной и сейчас».

Излагая позицию российских участников, правомерно будет сослаться на оценку со стороны американских партнеров. В одном из доступных источников по данной тематике, а именно в статье «Плутониевая гора» [15] авторы Эбен Харрел и Дэвид Е. Хоффман высказали следующее:

«Работа на Семипалатинском испытательном полигоне обеспечила безопасность значительного количества плутония, который мог бы попасть в руки сборщиков металлолома, террористов или государств

с недоброжелательными намерениями; а также уменьшила угрозу. Если бы правительства США, России и Казахстана не подтолкнули на этот шаг, то тогда бы никогда не была запущена огромная и дорогостоящая работа по ликвидации, и прежде чем произошло обеспечение безопасности материала, на место происшествия могли прибыть опасные люди.

Работа в горах Дегелен осветила чрезвычайно важную и эффективную роль неофициального сотрудничества и связи между учеными и другими, посвятившими себя достижению результатов без проведения утомительных переговоров. Однако, обеспечение безопасности плутония в Казахстане оказалось трудоемкой и долгой задачей, занявшей 17 лет, включая десятилетие после события 11 сентября, которое ставит вопрос о некоем объединении сотрудничества между организациями и высокоуровневым контролем, которое могло бы оказаться более эффективным».

3.3 Совместные работы Казахстана и США

Успешная реализация трехстороннего проекта позволяла надеяться на продолжение сложившегося сотрудничества. Причины для этого были. Дело в том, что в ходе проведения собственных исследований специалистами РГП НЯЦ РК были обнаружены отдельные участки на территории Опытного поля, содержащие отходы ядерной деятельности. Данная информация была доведена до всех участников. Представители США, оценив полученную информацию, приняли решение о начале нового проекта. К сожалению, российская сторона от участия отказалась.

Между РГП НЯЦ РК и DTRA в рамках действующего базового соглашения был заключен отдельный договор на детальное радиологическое обследование всей испытательной площадки Опытное поле и части прилегающей к ней территории.

3.3.1 Снижение рисков распространения с территории испытательной площадки «Опытное поле» [16]

3.3.1.1 Детальное радиологическое обследование территории

В 2012 году, в рамках реализации договора HDTRA, НЯЦ РК начал проведение детального радиологического обследования площадки «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона и прилегающей к ней территории (1 км) *(рисунок 3.217)*. Данные работы продолжались 3 года.

Цель обследования – поиск участков с высоким содержанием ОЯД на площадке «Опытное поле», оценка количества ОЯД на выявленных участках и разработка рекомендаций по обращению с выявленными ОЯД.

2012-2013 гг. были обследованы все основные технические площадки – П-1, П-2, П-7, П-3, П-5, а также площадка П-2М, которая расположена вне пределов «Опытного поля» (в ~1 км от границы площадки). На площадках П-2 и П-7 было обнаружено 3 участка, где концентрация ОЯД в поверхностном слое почвенного покрова превышает 8 ppm (частей на миллион), еще на одном участке концентрация ОЯД находилась на уровне 1-8 ppm.

Рисунок 3.217. *Карта-схема расположения технических площадок на «Опытном поле»*

На площадке П-2М повышенные концентрации ОЯД (>8 ppm) зафиксированы не только на поверхности, но и на глубине до 3 м. Предполагается, что эксперименты с ядерным материалом проводились в траншеях на глубине от 2 до 3 м. Общее количество траншей на площадке составляет 24 шт.

В 2014 году, кроме обследования оставшейся части площадки «Опытное поле», проведено дополнительное исследование площадок П-1, П-3 и П-2М.

Общая методология проведения обследования. Обследование оставшейся части площадки «Опытное поле» проводилось в соответствии с методологией, ключевыми моментами которой являются: 1) общая оценка поверхностного распределения радионуклидов на изучаемой территории; 2) детализация выявленных участков с аномально высокими концентрациями ^{241}Am, ^{137}Cs; 3) расчет запасов ОЯД на выявленных участках.

Для общей оценки распределения радионуклидов на изучаемой территории применялась пешеходная гамма-спектрометрическая съемка по профилям (в движении по заданным координатам), с расстоянием между профилями 20 м *(рисунок 3.218)*.

Рисунок 3.218. *Проведение пешеходной гамма-съемки на «Опытном поле»*

Для детализации выявленных участков с аномально высокими концентрациями ^{241}Am, ^{137}Cs проводилась дискретная гамма-спектрометрическая съемка по более плотной сети (до 2 х 2 м). Наряду с более детализированной гамма-спектрометрической съемкой проводился отбор проб почвы. Глубина отбора зависела от степени заглубления радионуклидов.

Далее проводился расчет запасов ОЯД на выявленных участках. Для этого по результатам лабораторных измерений послойных проб почвы было исследовано вертикальное распределение радионуклидов по глубине *(рисунок 3.219)*. Кроме того, были рассчитаны отношения ^{239}Pu/^{241}Am и ^{235}U/^{241}Am, которые легли в основу расчета количеств ОЯД.

Несколько иная методология обследования была применена при детальном обследовании площадки П-2М. На первом этапе проводилось бурение скважин в местах предполагаемых эпицентров испытаний в траншеях. Далее определялась глубина залегания ОЯД, для чего полевыми спектрометрами измерялись керны (буровой шлам) *(рисунок 3.220)*. Для оценки количеств ОЯД были определены коэффициенты перехода от скорости счета полевого спектрометра (cps) к удельной активности радионуклида в почве (Бк/кг).

Рисунок 3.219. *Лабораторные исследования*

Рисунок 3.220. *Бурение скважин и спектрометрические исследования*

По полученным данным подготовлены рекомендации по уточнению пространственных характеристик зон размещения ОЯД с целью разработки методов их приведения в безопасное состояние.

Результаты исследования площадок П-2, П-7, П-3 и П-5. В результате пешеходной гамма-спектрометрической съемки было получено и проанализировано более 500 тысяч гамма-спектров. На основании данных, полученных в ходе проведения анализа, построены карты-схемы площадного загрязнения техногенными радионуклидами ^{241}Am и ^{137}Cs на обследуемых площадках (*рисунки 3.221, 3.222)*.

По итогам анализа карт распределения техногенных радионуклидов, полученных при проведении на территории площадок П-2, П-7 пешеходной гамма-спектрометрической съемки с расстоянием между профилями 20 м, было определено, что на их территории имеются значительно загрязненные площади. Условно исследуемая территория была разделена на условные области, на которых выявлены участки загрязнения, представляющие интерес для дальнейших исследований. Каждый участок был дополнительно изучен. В ходе изучения определялись следующие параметры:

Рисунок 3.221. *Распределение ^{241}Am и ^{137}Cs на площадках П-2, П-7, обозначены участки и области загрязнений*

Рисунок 3.222. *Распределение ^{241}Am и ^{137}Cs на площадках П-3, П-5, обозначены участки и области загрязнений*

- пространственное распространение радионуклидов на поверхности;
- распределение радионуклидов по глубине (до 50 см);
- определение изотопных соотношений.

Для определения данных факторов была проведена дискретная гамма-спектрометрическая съемка по сети 10 х 10 м (для некоторых участков 2 х 2 м), а также произведен отбор проб грунта с последующим лабораторным анализом на содержание ^{137}Cs, ^{241}Am и $^{239+240}$Pu (определение

изотопов плутония проводилось радиохимическим способом). Дополнительно проводилась панорамная фотосъемка каждого участка.

В результате обследования было выявлено 19 локальных участков, содержащих ОЯД на площадках П 2, П-7, и 8 локальных участков на площадках П-3, П-5. Исследование данных участков по более плотной сети обследования позволило уточнить их границы и распределение ОЯД внутри участков. По результатам пешеходной гамма-спектрометрической съемки были построены карты распределения ^{241}Am и ^{137}Cs. На основании уточненных данных были отобраны образцы проб почвы для лабораторного анализа. По результатам лабораторных анализов были определены изотопные отношения ^{241}Am и $^{239+240}$Pu, изучено распределение ^{241}Am по глубине почвенного слоя, а также проведена коррекция результатов полевых гамма-спектрометрических исследований.

В большинстве обследованных участков основная часть ОЯД (до 95%) сосредоточена в верхнем 10-сантиметровом слое. На некоторых участках или рядом с ними выявлены кратеры, выброс грунта из которых мог скрыть значительную часть ОЯД. Это подтверждается результатами исследований распределения радионуклидов по глубине на данных участках, где максимальное количество ОЯД был обнаружено на большей глубине.

Проведенные исследования позволили провести оценку объемов ОЯД на изученных площадках, которые послужат основой для разработки мероприятий по усилению физической защиты выявленных ОЯД.

Необходимо отметить, что анализ пространственного распределения ОЯД на исследованных территориях позволил установить следы радиоактивных выпадений от взрывов, эпицентры которых не обнаружены. Эпицентр некоторых следов может быть расположен в центре площадки П-7, где на сегодняшний день располагается воронка от химического взрыва. Выброшенный данным взрывом чистый грунт покрыл значительную территорию радиусом до 400 м от центра взрыва. По полученным данным под слоем навала из чистого грунта может скрываться эпицентр нескольких испытаний с делящимися веществами. Также выявлены следы радиоактивных выпадений от взрывов, эпицентры которых могут располагаться за пределами изученной территории (в северо-восточном и южном направлениях).

Результаты исследования площадки П-2М. Испытательная площадка П-2М расположена в южной части прилегающей к площадке «Опытное поле» территории *(рисунок 3.217)* и занимает площадь в пределах 0,63 км^2. Результатом исследований, которые заключались в проведении пешеходных непрерывной и дискретной гамма-спектрометрической съемок с разрешением от 20 до 2,5 метров, стали детальные карты площадного загрязнения ^{137}Cs и ^{241}Am по территории площадки (*рисунки 3.223, 3.224)*. Помимо площадного спектрометрического обследования территории, проводился точечный и послойный отбор проб почвы с целью изучения радиального и вертикального распределения техногенных радионуклидов на эпицентральных участках и в зонах выпадений диспергированных ядерных материалов.

Рисунок 3.223. *Карта-схема распределения ^{241}Am на площадке П-2М с обозначением следов*

Рисунок 3.224. *Распределение ^{137}Cs на площадке П-2М*

Анализируя карты площадного загрязнения, можно выделить центральную зону площадки, в которой проведен ряд характерных испытаний, о чем свидетельствуют многочисленные следы радиоактивных выпадений *(рисунок 3.223)*. Таких следов, как минимум, 16. Длина следов радиоактивных выпадений варьирует от 500 до 4 000 м. Характерная ширина для всех следов, в среднем, не превышает 40 метров. У большинства следов наблюдается осевая симметрия, при этом ось следа является практически прямой линией.

Поверхностное радиоактивное загрязнение площадки сформировано ^{241}Am и $^{239+240}$Pu. Практически полное отсутствие продуктов деления, за исключением незначительного по активности ^{137}Cs следа радиоактивных выпадений, источником которого является ядерное испытание на технической площадке П-2, позволило предположить, что на данной площадке проводились неядерно-взрывные эксперименты (без реализации цепной реакции, либо с крайне малым образованием нейтронного потока).

Территория испытательной площадки П-2М имеет крайне высокую степень антропогенной нарушенности естественного ландшафта в виде траншей (котлованов), насыпей, колодцев и прочих объектов, связанных с воздействием тяжелой техники на поверхность грунта. В процессе исследовательских работ было обнаружено, что эпицентры участков поверхностного загрязнения имеют связь с техногенными объектами, находящимися на П-2М. Поэтому одной из целей исследований 2014 года было изучение вертикального распределения радионуклидов по глубине некоторых объектов на П-2М и оценка возможных глубинных запасов ОЯД.

В 2014 году, учитывая особенности радиационной ситуации и данные дешифрирования техногенных объектов на площадке П-2М, было проведено вертикальное исследование объектов антропогенной деятельности со следами воздействия на верхний слой грунта (объекты «Г») и на объектах траншейного типа (объекты «Т») с земляной отсыпкой и без нее. Для этого использовался метод шнекового бурения и отбор проб по заданной методике. Помимо этого, для целостного понимания распределения объектов на площадке были рассмотрены и частично описаны и прочие объекты, загрязнение на которых отсутствует, но которые могли бы помочь в детектировании кабельных сетей и определении точек подрыва гидроядерных и гидродинамических устройств на данной площадке.

Исследование заключалось в проведении буровых работ и отбора послойных проб грунта с извлеченного керна. Глубина бурения на объектах котлованного (траншейного) типа (Т) достигала 305 см с вертикальным шагом 15 см между пробами, а на земляных гребнях достигала 55 см с вертикальным шагом 5 см, согласно схемам (*рисунки 3.225*, *3.226)*.

На некоторых объектах из-за сложности рельефа бурение проводилось в точках, смещенных относительно наиболее вероятной точки подрыва устройств. Для бурения в труднодоступных метах необходимо навесное буровое оборудование. В большинстве случаев для бурения были выбраны точки, максимально приближенные к геометрическому центру объекта для траншей и произвольные точки бурения для земляных гребней. Стоит отметить, что высокая степень антропогенных нарушений и неровность ландшафта в некоторых случаях не позволяла провести

Рисунок 3.225. *Общая схема послойного отбора проб почвы при проведении буровых работ в котлованах (траншеях) и вид шнека*

Рисунок 3.226. *Общая схема послойного отбора проб почвы при проведении буровых работ на земляных гребнях*

бурение в точках, где наиболее вероятно выявление максимальных концентраций ОЯД на глубине.

По результатам исследований можно сказать, что на испытательной площадке П-2М содержится значительное количество ОЯД. При обследовании поверхностного загрязнения было определено, что концентрации ОЯД достигают 8 и более ppm. При этом стоит отметить, что загрязнение обусловлено только наличием делящихся материалов. Это свидетельствует о том, что данная площадка является местом проведения неядерно-взрывных экспериментов. В 2014 году были проведены исследования вертикального распределения ОЯД на некоторых характерных техногенных объектах. Комплекс проведенных исследований на испытательной площадке П-2М позволил выявить основные техногенные объекты испытательной площадки П-2М, содержащие ОЯД.

На всех объектах, где было подтверждено наличие ОЯД на глубине, необходимо провести дополнительные исследовательские работы с определением глубины залегания ОЯД, площади загрязнения, объема материала, изотопных соотношений. Помимо этого, с целью уменьшения угрозы распространения ОЯД, необходимо провести работы по исключению доступа к ядерным материалам.

Результаты исследования оставшейся территории «Опытного поля». В 2014 году закончено комплексное радиоэкологическое обследование оставшейся части территории испытательной площадки «Опытное поле». Площадь обследования составила 275 км^2 (за исключением территорий, обследованных в 2012 г. - площадки П-3, П-5, П-2, П-7).

В результате пешеходной гамма-спектрометрической съемки было получено и проанализировано более 1,3 миллиона гамма-спектров. На основании данных, полученных в ходе проведения анализа, построены карты-схемы площадного загрязнения техногенными радионуклидами ^{241}Am и ^{137}Cs на обследуемых площадках *(рисунок 3.227)*.

Рисунок 3.227. *Распределение ^{241}Am и ^{137}Cs на площадке «Опытное поле», обозначены участки и области загрязнений*

В ходе обследования был обнаружен эпицентр ядерного испытания, расположенный в юго-западной части площадки «Опытное поле». Объект с условным названием «В-1» представляет собой воронку от взрыва и след радиоактивных выпадений, выходящий за пределы площадки «Опытное поле». Общая площадь радиоактивного загрязнения (в пределах площадки) составляет ~5 км^2. Результаты детального обследования объекта В-1 не выявили значимых концентраций ОЯД.

Также в центральной части площадки «Опытное поле», вблизи площадки П-1, обнаружена область радиоактивного загрязнения почвенного покрова. Эта область является следом радиоактивных выпадений от испытания, проведенного на площадке П-5. Площадь радиоактивного загрязнения составляет ~7 км^2. Однако уровни концентрации ОЯД на данном участке значительно ниже 1 ppm.

На остальной части обследуемой территории участков с повышенными концентрациями ОЯД не обнаружено.

Таким образом, в ходе проведения площадного обследования оставшейся части территории «Опытного поля» не выявлено участков, где концентрации ОЯД превышает 1 ppm.

3.3.1.2 Проведение комплекса работ по рекультивации территории и приведению отдельных участков в безопасное состояние

В рамках выполнения работ по снижению рисков распространения с территории испытательной площадки «Опытное поле», НЯЦ РК провел мероприятия по изъятию ОЯД и дискованию (вспашке) верхнего слоя почвы на некоторых участках испытательной площадке «Опытное поле» *(рисунок 3.228)*.

Рисунок 3.228. *Один из участков проведения комплекса работ по рекультивации*

Участки, на которых проводилось изъятие ОЯД и дискование, были определены по результатам обследования испытательной площадки «Опытное поле» в 2012 г. Критерием выбора участков было содержание ОЯД в почве: под изъятие – более 8 ppm; под дискование – более 1 ppm.

Изъятие ОЯД проводилось ручным способом *(рисунок 3.229)*.

Рисунок 3.229. *Изъятие ОЯД*

Использование ручного способа позволило уменьшить глубину изъятия грунта, что в свою очередь привело к снижению объемов изымаемых ОЯД. Кроме того, была проведена коррекция по размеру участков (в большую сторону), что позволило гарантированно изъять ОЯД со значениями выше 8 ppm. При этом, оставшаяся после снятия верхнего слоя активность грунта контролировалась спектрометристом, находившемся на участке ведения работ. В случае превышения определенных значений суммарной активности (в пересчете показаний спектрометра (cps) к ppm) изъятие грунта проводилось на большую глубину *(рисунок 3.230)* и в некоторых случаях – за пределы изначально определенных контуров участка, до значений содержания ОЯД менее 8 ppm.

Рисунок 3.230. *Корректирование глубины изъятия по результатам оперативного контроля*

Изъятый с участков 2, 12, 13 грунт после обработки был размещен в транспортные упаковочные контейнеры (ТУК) для дальнейшей транспортировки к месту хранения *(рисунок 3.231)*. Всего было подготовлено 346 ТУК общим объемом 86,5 м^3.

Рисунок 3.231. *Формирование и размещение ТУКов для транспортировки к хранилищу РАО*

После проведения работ по изъятию ОЯД было выполнено дискование участков. Перед началом работ на местности были обозначены колышками и сигнальной лентой угловые (поворотные) точки и границы площадей дискования. Вынос на местности угловых точек проводился с использованием высокоточной координатной GPS привязки.

Дискование (вспашка) проведено на глубину 40-50 см *(рисунок 3.232)*.

Рисунок 3.232. *Вспашка участков*

Радиационное обследование после завершения работ. После проведения работ по изъятию ОЯД и дискованию была выполнена пешеходная гамма-спектрометрическая съемка на каждом участке. Результаты гамма-съемки подтвердили, что грунт с содержанием ОЯД более 8 ppm полностью изъят, после дискования содержание ОЯД в поверхностном слое почвы не превысило 1 ppm *(рисунок 3.233)*

а) *б)* *в)*

Рисунок 3.233. *Результаты пешеходной гамма-спектрометрической съемки одного из участков, а) до начала рекультивации; б) после изъятия ОЯД; в) после проведения дискования*

Таким образом, на Опытном поле впервые были выполнены работы по изъятию ОЯД на территории СИП, приведению их в безопасное состояние и размещению на хранение в контролируемые условия (под гарантии МАГАТЭ). Этим достигнута основная цель проекта – приведение в безопасное состояние территории бывшего СИП. Выполненные работы обусловили снижение загрязнения территории площадки «Опытное поле» до безопасного уровня.

Выполненные мероприятия по предотвращению несанкционированного доступа к ОЯД способствуют общему улучшению экологической обстановки на одном из участков территории СИП.

3.3.1.3 Радиоэкологическое сопровождение работ

Все работы по изъятию и дискованию проводились с радиационным сопровождением, т.е. с радиационным контролем персонала, техники, оборудования, рабочих мест.

Так как весь технологический процесс от изъятия грунта до формирования ТУКов связан с пылением, в течение всей рабочей смены проводилось увлажнение дорог, участков изъятия и рабочей площадки. Также перед проведением работ по вспашке участки обильно поливались водой. Данное орошение позволило практически полностью предотвратить пыление *(рисунок 3.234)*.

При необходимости выезда техники на условно чистую территорию проводилось радиометрическое обследование и, в случае необходимости, выполнялись дезактивационные мероприятия *(рисунок 3.235)*.

Рисунок 3.234. *Орошение участка под вспашку и рабочей площадки*

Рисунок 3.235. *Обследование и дезактивация автомобиля*

В местах непосредственного ведения работ и проживания персонала проводился радиационный контроль загрязнения воздушной среды техногенными радионуклидами. Контроль воздушной среды осуществлялся с помощью пробоотборников воздуха электромеханического типа, которые позволяют осаждать воздушные аэрозоли на фильтрующий элемент (фильтр) *(рисунок 3.236)*.

Рисунок 3.236. *Радиационный контроль жилой зоны*

Содержание техногенных радионуклидов ^{241}Am и ^{137}Cs в воздухе жилой зоны за весь период проведения работ не превышало значений $2{,}0x10^{-4}$ и $6{,}5x10^{-5}$ Бк/м^3 соответственно, что не превышает допустимой объемной активности для категории персонал (ДОАперс), согласно нормативным требованиям. Содержание радионуклида $^{239+240}Pu$ в воздухе жилой зоны также не превышает уровня ДОАперс.

В пробах воздушных аэрозолей, отобранных в производственной зоне, содержание техногенного радионуклида ^{137}Cs находилось ниже предела обнаружения используемого оборудования. Концентрация радионуклида ^{241}Am на «открытом» участке работ достигала 4 Бк/м^3, в ангаре – 2 Бк/м^3, что в 20 и 10 раз, соответственно, превышает ДОА для категории персонал, установленных гигиеническими нормативами. Концентрация радионуклида $^{239+240}Pu$ также превышала ДОА для категории персонал и составляла 30 Бк/м^3 на открытой местности, в ангаре – 6 Бк/м^3.

Учитывая то, что персонал в работе использовал средства индивидуальной защиты органов дыхания (имеющих кратность ослабления в 200 раз), внутреннее поступление техногенных радионуклидов не превышало допустимых уровней. Максимальное превышение объемной активности техногенного радионуклида $^{239+240}Pu$ в воздухе (в 1000 раз выше ДОА) зафиксировано в момент наибольшего пылеподъема (во время пыльной бури). При этом работы на участке не проводились, персонал в месте ведения работ отсутствовал. Принимая во внимание данное обстоятельство, при расчете доз от возможного ингаляционного поступления эти значения не использовались. Кроме того, для уменьшения дозовых нагрузок от ингаляционного поступления радионуклидов велся строгий учет времени пребывания персонала в рабочей зоне.

Радиационное сопровождение при проведении работ по изъятию ОЯД и дисковании участков, содержащих ОЯД, позволило исключить превышения дозовых пределов, установленных законодательством РК для проводившего работы персонала.

3.3.2 Проведение комплекса исследовательских и опытно-экспериментальных работ по усилению физической защиты мест проведения работ

Анализ проведенных работ по программе Снижения рисков распространения на СИП показал, что абсолютно безопасными по критериям угроз распространения и терроризма объекты бывшего ядерного полигона не станут никогда, по крайней мере, в исторически обозримом будущем. Значит, простой физической защиты объектов недостаточно. Необходимо исключить не только возможность негативных последствий от несанкционированной деятельности. Требуется, чтобы и санкционированная деятельность выполнялась в строго определённых рамках. Во-первых, нужно запретить любое хозяйствование в районе расположения объектов с радиоактивными отходами испытаний. Во-вторых, обеспечить защиту этого района от любых попыток проникнуть на его территорию.

Для обеспечения защиты НЯЦ РК было принято решение по проведению комплекса исследовательских и опытно-экспериментальных работ по усилению физической защиты мест проведения работ.

3.3.2.1 Исследования и выбор аппаратурного содержания комплекса дистанционного обнаружения.

В конце 2009 года, после того как предоставленное американской стороной оборудование системы обнаружения, изготовленное фирмой Harris, показало свою неэффективность и экономическую нецелесообразность, начались работы по поиску оборудования, менее затратного в эксплуатации и с лучшими тактико-техническими характеристиками.

Были сформулированы задачи первого этапа, заключающиеся в определении следующих возможностей системы:

- работы оборудования в условиях горного массива Дегелен;
- передачи сигналов тревоги и управления оборудования в г. Курчатов и в место дислокации сил охраны;
- использования альтернативных источников электропитания;
- создания системы служебной радиосвязи.

В рамках указанных задач был выполнен поиск оборудования и рассмотрены варианты его применения. Одновременно шли работы по поиску систем обнаружения и передачи данных на расстояние от 40 до 140 км.

Трудность выбора оборудования состояла в том, что на охраняемом объекте отсутствуют какие-либо коммуникации. Поэтому требования к электропитанию особенные. Либо оборудование должно работать от автономного источника, либо необходимо создавать отдельную систему автономного электропитания для обеспечения работы оборудования.

Параллельно велись работы по выбору системы видеооценки ситуации и автономного электропитания.

В начале 2010 года группа работников НЯЦ посетила одного из производителей оборудования обнаружения вторжения. Производитель организовал демонстрационный показ работы оборудования, показал производство. В рамках визита были заключены предварительные договоренности о возможности поставки оборудования и дальнейшей его адаптации под условия охраняемого объекта.

3.3.2.2 Установка первого комплекса и тестирование работоспособности и эффективности

Физическая защита представляет собой комплекс инженерно-технических средств, состоящий из средства обнаружения, видеонаблюдения, связи, инженерно-технических заграждений и физических барьеров.

В рамках основного соглашения между РГП НЯЦ РК и DTRA создана трехуровневая система физической защиты горного массива Дегелен, площадок РБШ и Актан-Берли. Система включает специальные знаки, барьеры для предотвращения доступа и систему дистанционного обнаружения.

Объекты, расположенные на территории СИП, имеют нестандартную конфигурацию, их периметры имеют большую длину (самый крупный из объектов имеет протяженность периметра более 60 км), инфраструктура жизнеобеспечения на объектах отсутствует, оборудование работает в сложных климатических условиях. Системы создавались в опытно-экспериментальном порядке. Оборудование подбиралось путем тестиро-

вания в конкретных условиях небольших партий с возможностью дальнейшего расширения и наращивания. В настоящее время оборудование установлено, сконфигурировано и выполняет функции по обнаружению и задержке доступа потенциальных нарушителей.

Системы созданы по принципу многоуровневой, «глубоко эшелонированной защиты». На охраняемых объектах СИП создана трехуровневая система физической защиты (СФЗ):

1 уровень (предупреждение) - по периметру объекта протяженностью более 60 км с интервалом 200 м установлены специальные знаки с предупреждающими надписями на государственном и русском языке «Запретная зона. Проход (проезд) запрещен»;

2 уровень (сдерживание) – физические барьеры, элементы задержки нарушителя:

- ворота со специальными знаками;
- ограждения из колючей проволоки;
- рвы глубиной и шириной от 1,5 метров с отвалами;
- валуны (в местах, где невозможно прорыть ров).

Все элементы расположены в местах возможного подъезда к охраняемым объектам.

3 уровень технические средства СФЗ:

- система обнаружения;
- система видеооценки ситуации;
- система радиосвязи;
- система передачи данных;
- система автономного электропитания;
- рабочие места операторов, администратора и ситуационный центр;
- БПЛА.

Системы установлены на объектах, удаленность которых от г. Курчатов составляет от 80 до 200 км *(рисунок 3.237)*.

Рисунок 3.237. *Система физической защиты горного массива Дегелен*

Опытно-экспериментальные работы. Была разработана концепция системы, в которую входили следующие компоненты:

- система радиосвязи;
- система автономного электропитания;
- система передачи данных;
- система обнаружения.

Предполагалось в опытно-экспериментальном режиме проверить возможность работы указанных систем в условиях суровой зимы и горной местности.

В начале лета 2010 года были заключены договоры на поставку оборудования и произведен выбор мест установки на объекте. В соответствии с требованиями, НЯЦ РК провел опытные работы по возможности применения в условиях горного массива Дегелен комплекса для удаленного обнаружения с передачей данных по радиосвязи. Опытно-экспериментальные работы проводились параллельно с обслуживанием ранее установленной системы удаленного обнаружения фирмы «Harris».

На первоначальном этапе предполагалось провести опытные работы с использованием нескольких датчиков и мобильного пульта оператора системы обнаружения на некоторых объектах горного массива. Одновременно планировалось протестировать систему видеонаблюдения, состоящую из телевизионного сигнализатора и приемника телевизионного портативного.

Цель работ – выяснить работоспособность системы в различных условиях на различных удалениях от системы датчиков без передачи данных по радиосвязи и определение эффективности обнаружения нарушителя (человек, транспорт).

На втором этапе опытных работ планировалось провести установку и настройку системы передачи данных от группы датчиков системы обнаружения до Центров сбора информации.

Цель работ - поиск маршрута передачи стабильного радиосигнала к месту установки оборудования передачи данных с использованием разных антенн и других датчиков, работающих в качестве ретранслятора.

На заключительном этапе планировалось провести настройку работы всей экспериментальной системы обнаружения с получением данных на Центрах сбора информации.

Монтаж оборудования проводился персоналом группы технической поддержки в сложных природно-климатических условиях. Подъем оборудования на приоритетные высоты объектов осуществлялся вручную, что занимало много сил и времени *(рисунок 3.238)*.

Рисунок 3.238. *Доставка оборудования и материалов к точке «1008»*

Система обнаружения. В соответствии с Постановкой работ РГП НЯЦ РК закупил наземную автоматическую систему дистанционного контроля. Оборудование *(рисунок 3.239)* было доставлено поставщиком в г. Курчатов. Для его тестирования и первоначальной установки в г. Курчатов прибыли специалисты фирмы-производителя оборудования.

Рисунок 3.239. *Оборудование системы*

С учетом рельефа местности и расстояния были выбраны охраняемые объекты, на которых установлены детекторы *(рисунок 3.240)*. Проведена настройка и тестирование, обучение персонала.

Основной задачей исследования было определение возможности построения стабильно работающей системы обнаружения в условиях местности массива Дегелен.

Рисунок 3.240. *Установка и маскировка детекторов*

Для увеличения дальности связи и компенсации затухания сигнала на промежуточных вершинах были установлены детекторы, работающие в режиме ретранслятора.

В ходе эксперимента установлено:

- Детекторы работают в соответствии с заявленными производителем характеристиками. Дальность обнаружения человека составляет до 70 м от места установки, автомобиля – до 100 м.
- Передача сигнала из удаленных точек массива Дегелен с помощью ретрансляторов возможна. Дальность связи без ретранслятора составляет до 2,5 км.
- Передача сигналов по радиоканалу осуществляется.
- Сигналы, поступающие от детекторов, представлены оператору в графическом и текстовом виде, интуитивно понятны.

Система радиосвязи. Назначение системы – обеспечение устойчивой голосовой связи между производственными объектами РГП НЯЦ РК и его подрядчиками.

Работа системы обеспечивалась ретранслятором, который установлен на территории горного массива Дегелен, на высоте приблизительно 1000 м *(рисунок 3.241)*.

Рисунок 3.241. *Антенны, установленные на вершине 1008*

Рисунок 3.242. *Радиостанция GM-340 с блоком питания, установленная в НЯЦ РК*

Ретранслятор размещен в герметичном металлическом боксе. Стационарная антенна установлена на мачте высотой 8 метров. Электропитание ретранслятора осуществляется от системы бесперебойного автономного электропитания.

Расположение ретранслятора в наивысшей точке массива позволяло обеспечить наибольший радиус действия. То есть на всей территории массива Дегелен и на протяжении пути до г. Курчатов имелась возможность связи абонентов сети, имеющих ручные радиостанции. На *рисунке 3.242* представлена радиостанция GM-340 с блоком питания.

Система автономного электропитания. Назначение системы – обеспечение автономного электропитания оборудования радиосвязи, передачи данных и охранной сигнализации.

Оборудование системы автономного электропитания было установлено на высоте. Солнечные панели суммарной мощностью 520 Вт/ч уста-

новлены на специальные конструкции, позволяющие регулировать угол их наклона по отношению к горизонту. Панели рабочей поверхностью направлены на юг. Угол наклона выставлен 45о *(рисунок 3.243)*.

Рисунок 3.243. *Солнечные панели*

Рисунок 3.244. *АКБ и контроллер солнечного заряда*

Электроэнергия, вырабатываемая солнечными панелями, через контроллер солнечного заряда обеспечивала зарядку аккумуляторов суммарной емкостью 580 А/ч. Оборудование напряжением 220 В обеспечивается электропитанием через инвертор, подключенный к АКБ *(рисунок 3.244)*.

С учетом продолжительности светового дня в зимний период 5-7 часов, минимальная суточная выработка электроэнергии составит 5×520 – 2600 Вт. Этого достаточно для обеспечения работы оборудования связи и передачи данных. В случае увеличения мощности потребителей потребуется расширение системы.

Опытными работами доказано, что оборудование может работать в зимний период, когда наблюдается высокий снежный покров и ограничена возможность доступа к солнечным панелям и батареям для обслуживания.

Система передачи данных. Назначение системы – передача данных сигналов тревоги и управления между оборудованием, установленным на объекте, и приемным оборудованием в месте расположения сил охраны и в г. Курчатове.

Ранее предполагалось, что система передачи данных будет построена с использованием радиорелейного оборудования компании Микран (Россия). По определенным причинам, в ходе приобретения оборудования было выбрано другое оборудование, не уступающее по характеристикам.

Система передачи данных построена на оборудовании беспроводного доступа Motorola, предназначенного для организации высокоскоростных радиоканалов «точка-точка». Максимальная пропускная способность канала связи составляет 300 Мбит/с. Максимальная протяженность радиоканала — 140 км.

Были проведены работы по исследованию возможности организации канала точка 1 – Курчатов. Предполагалось, что указанное оборудование

позволит получить канал связи Дегелен – Курчатов без установки дополнительных ретрансляторов. Получить на этом участке устойчивый канал связи не удалось т. к. на пути прохождения сигнала имеется возвышенность, препятствующая прохождению сигнала. Хотя оборудование позволяет работать при отсутствии прямой видимости, но на расстояниях не более 60 км.

Для решения задачи передачи данных в г. Курчатове необходимо устанавливать дополнительный ретранслятор. Место его размещения необходимо определить дополнительно, с учетом следующих факторов: наличие электропитания, наличие вышки для размещения оборудования, подходящий рельеф местности.

Установка первого комплекса СФЗ и проведение тестирования работоспособности и эффективности всех систем показали:

1. Система служебной радиосвязи – может функционировать в существующем режиме. Необходимо приобретение комплекта запасных АКБ для ручных радиостанций. Если потребуется расширение возможностей использования (подключение в телефонную сеть, расширение сети ретрансляции), необходим переход на цифровое оборудование.
2. Система автономного электроснабжения – мощность системы рассчитана для выполнения существующих задач. Необходима проверка работоспособности в зимних условиях. Для обеспечения энергонезависимости систем целесообразно разделить системы электропитания оборудования радиосвязи и передачи данных. В случае увеличения мощности потребителей необходимо расширение системы (приобретение дополнительных солнечных панелей, замена контроллеров и инверторов, добавление в систему бензинового генератора с системой автозапуска). Также стоит рассмотреть использование в качестве дополнительного источника энергии – ветрогенератора.
3. Система передачи данных – обеспечивает передачу данных до Центра сбора информации. Передача данных в г. Курчатов возможна с использованием промежуточного ретранслятора. Стоит рассмотреть вопрос использования оптоволоконной линии связи.
4. Система обнаружения – использование детекторов для охраны наиболее значимых рубежей возможно. Для создания сети охранной сигнализации требуется установка необходимого количества детекторов на охраняемый объект и детекторов, используемых в качестве ретрансляторов.

Использование телевизионных передатчиков в имеющемся исполнении не представляется целесообразным на каждом из объектов по причине небольшого расстояния трансляции сигнала. Компания-разработчик ведет работы по модернизации телевизионного оборудования, а именно сохранения видеокадров на сменный носитель. Использование такого оборудования более предпочтительно.

Работы по созданию СФЗ проведены в соответствии с нормами и правилами в области безопасности и направлены на обеспечение защиты ядерных объектов. Выполнение работ обеспечило надежное функционирование систем физической защиты объектов на территории СИП, отвечающее требованиям по обеспечению безопасности. Реализация данного проекта обеспечила защиту вышеназванных объектов с учетом современных

угроз и научно-технических достижений в области безопасности, что дало возможность пресечения на ранних стадиях любых вероятных диверсионно-террористических акций и любого вида вмешательства в технологический процесс посторонних лиц и неквалифицированного персонала.

3.3.2.3 Расширение возможностей и увеличение территории контроля

Для поддержания систем контроля на современном техническом уровне НЯЦ РК постоянно проводит работы по модернизации с целью расширения возможности и увеличения территории контроля. Для этого были решены следующие основные задачи:

Задача 1. Для создания первого уровня физической защиты объектов и соблюдения юридических норм, при применении технических средств охраны, по периметру указанных объектов были установлены столбы красного цвета с предупредительными знаками «Опасная зона. Проход (проезд) запрещен». При этом знаки, огораживающие периметр некоторых объектов, являются продолжением уже существующей системы «первого уровня».

Задача 2. С целью максимального затруднения преодоления «второго уровня» ФЗ, выполнено:

1. Восстановление и усиление дополнительными диагональными рядами существующего колючего ограждения;
2. Проведено сооружение дополнительных элементов препятствий для проезда техники и передвижения скота с размещением их перед колючим ограждением;
3. Выполнена замена существующих ворота «второго уровня» на усиленные распашные шлагбаумы, снабженные двумя замками с антивандальной защитой.

Задача 3. Произведена установка и тестовая эксплуатация новых систем видеоконтроля в районе расположения контролируемых объектов для получения возможности автоматизированного наблюдения в реальном времени и фиксации событий в наиболее уязвимых местах стратегического объекта.

Задача 4. С целью контроля передвижения транспорта на перекрестке основных автодорог установлена видеосистема с возможностью записи и архивирования видеоинформации.

Задача 5. Для увеличения скорости канала передачи данных установлен промежуточный ретранслятор на участке объект 100 – г. Курчатов.

Задача 6. Учитывая важность обеспечения бесперебойной работы системы передачи данных, сформирован «горячий резерв» из оборудования повышенного риска для проведения срочного замена в случае выхода из строя.

Задача 7. В связи с тем, что вновь устанавливаемое оборудование на большой высоте требует дополнительного электропитания, увеличена мощность системы автономного электроснабжения, а также резерва солнечных модулей и др. вспомогательного оборудования.

По завершению работ были проведены несколько тестирований и тренировок.

3.3.2.4 Проведение совместных тренировок и тестирование системы дистанционного контроля доступа на ряд объектов бывшего СИП

В августе 2015 года была проведена комплексная проверка функционирования всей системы физической защиты. Задачи комплексной оценки включали:

1. Проверку технических систем обнаружения при попытках условного нарушителя проникнуть на охраняемый объект (*рисунки 3.245, 3.246)*.
2. Оценку круглосуточной работы систем, управления, связи и компьютерной техники и осуществления взаимодействия между участниками процесса *(рисунок 3.247)*.

Рисунок 3.245. *Попытка проникновения условных нарушителей*

Рисунок 3.246. *Задержание условных нарушителей*

Рисунок 3.247. *Проверка функционирования системы в ночное время*

Проведенная комплексная проверка показала высокую эффективность технических систем обнаружения, управления, связи и компьютерной техники (в условиях светлого и темного времени суток), а также оперативное взаимодействие между участниками процесса.

В настоящее время все системы введены в эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 3

1. Батырбеков Э.Г., статья «Новое качество полигона», научно-публицистический журнал «Человек, энергия, атом», №1 (19) 2013
2. Степанюк В.С., статья «Снятие угроз», научно-публицистический журнал «Человек, энергия, атом», №1 (19) 2013
3. Куценко В.М., статья «Нам есть чем гордиться», научно-публицистический журнал «Человек, энергия, атом», №1 (19) 2013
4. Березин С.А., Бывший Семипалатинский испытательный полигон. Текущая ситуация и предстоящие планы в области нераспространения и ядерной безопасности, Международная конференция «Ядерные технологии 21 века и проблемы нераспространения», 7-9 октября 2015 года, Астана, Казахстан
5. Материалы итоговых отчетов по контракту DTRA01-02-C-0059
6. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-04-C-0018
7. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-04-C-0024
8. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-05-C-0036
9. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-06-C-0047
10. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-08-G-0001-0001
11. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-08-G-0001-0002
12. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-08-G-0001-0003
13. Материалы итоговых отчетов по контракту DTRA01-02-C-0068
14. Материалы итоговых отчетов по контракту DTRA 01-03-C-0058
15. Eben Harrell, David E. Hoffman, Plutonium Mountain Inside the 17-year mission to secure a dangerous legacy of Soviet nuclear testing, Project on Managing the Atom, 2013
16. Материалы итоговых отчетов по контракту HDTRA1-08-G-0001-0004

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в истории создания, развития и частичного уничтожения ядерного оружия, одного из видов оружия массового поражения, произошла ликвидация полигона – Семипалатинского полигона, созданного в бывшем Советском Союзе для испытаний такого оружия. Более того, судьба распорядилась так, что этот полигон почти сразу после закрытия стал собственностью другого и уже безъядерного государства – Республики Казахстан, государства, ставшего суверенным после распада СССР.

Республика Казахстан, объявив себя безъядерным государством, стала решать такую сложную проблему, как возможность использования территории бывшего ядерного полигона в народном хозяйстве. Для этого нужно было начать работу по ликвидации инфраструктуры ядерных испытаний. Такая работа началась. Активную помощь в ее проведении оказывали и оказывают специалисты США, России, различных международных организаций, например, МАГАТЭ, НАТО и др.

После закрытия штолен и ликвидации скважин была проведена большая работа по восстановлению рельефов в районе расположения порталов штолен и устьев скважин до естественного ландшафтного вида путем засыпки их грунтом. Восстановительные работы значительно улучшили внешний вид территорий испытательных площадок «Дегелен» и «Балапан», а также в значительной степени способствовали улучшению радиационно-гигиенической обстановки на этих площадках. Особое влияние на снижение радиоактивного загрязнения местности на территории горного массива Дегелен оказало закрытие штолен с водотоками, в результате чего значительно сократился вынос радиоактивности на дневную поверхность. Уменьшению выноса радионуклидов с водой способствовала установка на некоторых водоносных штольнях щебеночных фильтров.

Следует признать, что рекультивационные работы, выполненные в 1995-2000 гг. на испытательных площадках «Дегелен» и «Балапан», значительно улучшили ландшафтную обстановку в районах их расположения. Вместе с тем, результаты исследований показали, что в горном массиве Дегелен, где на свойства окружающей среды большое влияние оказывает природная водная система, закрытие штолен с водопроявлениями, в которых проводились ядерные испытания, в полной мере не исключает миграцию радионуклидов из полостей взрывов, в том числе и по новым руслам, особенно при резком увеличении интенсивности атмосферных осадков.

После прекращения ядерных испытаний на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне остались объекты, содержащие «чувствительную» информацию о технологии проведения ядерных испытаний. К таким объектам относились контейнеры «Колба», отдельные штольни горного массива Дегелен и площадки, содержащие диспергированные отходы ядерной деятельности, а также другое специальное технологическое оборудование испытаний и аппаратурные комплексы регистрации. Ведение на территории полигона хозяйственной деятельности, в том числе и несанкционированной, существенно повысило вероятность доступа к «чувствительной» информации и могло привести к нарушениям

в области соблюдения положений Договора о нераспространении ядерного оружия, а также угрозе радиационного и ядерного терроризма.

Поиск путей совместного научно-технического сотрудничества специалистов ядерной державы – Российской Федерации и неядерного государства – Республики Казахстан для разрешения возникшей ситуации привел к необходимости заключения 28 марта 1997 года «Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о контейнерах «Колба» и специальном технологическом оборудовании, находящихся на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона». Соглашением был предусмотрен комплекс работ с пятью испытанными (содержащими ОЯД) и одним неиспытанным контейнерами «Колба» и другим СТО, находящимся на территории бывшего СИП. Были определены процедуры выполнения охранных мероприятий и обеспечения радиационной и экологической безопасности при проведении работ.

В период с 1996 г. по 2000 г. НЯЦ РК были выполнены работы по ликвидации инфраструктуры проведения ядерных испытаний ядерного оружия на бывшем СИП. Проекты выполнялись в рамках Исполнительного соглашения между РК и США относительно ликвидации инфраструктуры оружия массового поражения от 3 октября 1995 года.

Начиная с 2000 года, работы проводились на трехсторонней основе (РК – РФ – США) с учетом Соглашения ЛИОМУ. Механизмом участия в данном виде работ России является Соглашение «Колба». Весь комплекс работ, связанный с поддержанием режима нераспространения на территории бывшего СИП, имеет большое социально-экономическое значение и позволяет поэтапно перейти к полномасштабной реабилитации территории и поэтапной передаче земель для нужд экономики.

В 2000 году на объектах бывшего СИП в рамках реализации на трехсторонней основе были начаты работы по исключению несанкционированного доступа и дополнительной защите ОЯД, находящихся на испытательных площадках и штольнях горного массива Дегелен. Целью работ было исключение угрозы распространения и терроризма. В мае 2000 года на одиннадцатом заседании Координационной группы по реализации Соглашения «Колба» было принято решение использовать механизм КГ для координации этих работ. Финансирование работ обеспечивалось Американской стороной.

В период с 2000 по 2012 годы специалистами Росатома (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»), РГП НЯЦ РК и DTRA МО США были выполнены работы на 46 объектах бывшего СИП, а именно:

- создание на объектах площадки «Актан-Берли» обвалованных грунтом железобетонных сооружений, перекрывающих испытательные скважины, содержащие ОЯД;
- создание дополнительной бетонной защита на объектах с контейнерами «Колба», заполнение внутренних полостей четырех испытанных контейнеров, содержащих ОЯД, и одного неиспытанного контейнера связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым растворами;
- извлечение и вывоз в Российскую Федерацию активированного СТО с двух объектов горного массива Дегелен;
- создание дополнительных бетонных и железобетонных защитных ба-

рьеров на сорока двух объектах горного массива Дегелен, заполнение на этих объектах внутренних полостей боксов, содержащих ОЯД, связующим материалом – цементно-песчаным и магнетитовым растворами.

Работы по созданию дополнительных защитных барьеров и заполнению боксов с ОЯД на объектах горного массива Дегелен выполнялись по так называемым «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. При «горизонтальной» технологии производилось вскрытие портала штольни и восстановление горной выработки до бокса с ОЯД, заполнение полости бокса связующим раствором, установка бетонных или железобетонных барьеров, обрушение свода штольни и его маскировка под окружающий горный ландшафт. При «вертикальной» технологии заполнение связующим материалом полости бокса с ОЯД и создание бетонных защитных барьеров производилось через скважины, пробуренные вертикально с поверхности горного массива. Аналогичным «вертикальным» способом производилось заполнение связующим материалом внутренних полостей контейнеров «Колба».

По «горизонтальной» технологии были выполнены работы на 19 объектах горного массива Дегелен, по «вертикальной» – на 20 объектах, и на 2 объектах работы были выполнены одновременно по «горизонтальной» и «вертикальной» технологиям. В ходе выполнения этих работ на объектах были созданы дополнительные защитные барьеры общим объемом около 40 000 м3 (бетон, горная порода, специальные растворы), что эквивалентно созданию дополнительной защиты протяженностью более 4 км (в среднем по 100 метров на штольню объекта). Всего в период работ с 2000 по 2012 годы на объектах СИП по Соглашению было создано дополнительных барьеров объемом около 90 000 куб. метров.

Перед началом и после завершения работ по дополнительной защите ОЯД на каждом из объектов специалистами НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» были проведены независимые радиоэкологические обследования территории. Результаты обследований показали, что после завершения работ экологическая обстановка на всех штольнях и площадках бывшего СИП улучшилась.

Помимо работ по дополнительной защите ОЯД на объектах горного массива Дегелен, НЯЦ РК были выполнены мероприятия по исключению попыток несанкционированного проникновения в штольни – проведена засыпка существующих лазов в полость штольни. В период с 2008 по 2011 годы были ликвидированы лазы на 73 объектах. Финансирование этих работ также обеспечивалось Американской стороной.

Основными исполнителями работ со стороны Российской Федерации являлись Федеральные ядерные центры – ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», со стороны Республики Казахстан – РГП НЯЦ РК. Независимый радиоэкологический контроль выполнения работ осуществлял НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина».

В работах по ликвидации «чувствительной» информации, исключению угрозы распространения ОЯД с территории бывшего СИП вместе с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и другими организациями Государственной корпорации по атомной энергии Российской Федерации участвовали институты и организации РГП НЯЦ РК (Институт радиационной безо-

пасности и экологии, Институт геофизических исследований, Институт атомной энергии, Предприятие «Байкал», Предприятие «Казахский государственный научно-производственный центр взрывных работ»), а также подрядные организации Российской Федерации и Республики Казахстан (ЗАО ВНИИЭФ ТАНИК, ТОО «Дегелен», ТОО «Востокавтопром»).

С 2000 года в работах на площадках и объектах бывшего СИП принимали участие представители третьей стороны – DTRA МО США.

В результате работ, выполненных в рамках Соглашения, на объектах и площадках бывшего СИП созданы надежные защитные барьеры, исключающие несанкционированный (без применения промышленных средств) доступ к ОЯД и «чувствительной» информации, находящейся на объектах проведения ядерных испытаний.

Одним из основных результатов совместных работ является тесное сотрудничество и кооперация в столь «чувствительной» сфере.

За 15 лет непрерывной работы по ликвидации последствий ядерных испытаний на территории бывшего СИП, выполненных на трехсторонней основе, между участниками сложились добрые и уважительные отношения, т.к. все понимали, что причастны к решению одной из глобальных проблем.

Успешность трехсторонних работ во многом определилась способностью исполнителей находить компромиссные решения, которые присутствовали практически в каждой работе. Самый главный результат трехсторонних работ – это опыт взаимопонимания. Хотелось бы, чтобы этот опыт нашел применение и в будущем.

Ценность результатов работ для всей планеты отметили три президента – Российской Федерации Д.А. Медведев, Республики Казахстан Н.А. Назарбаев, Соединенных Штатов Америки Б. Обама в апреле 2012 года на саммите по ядерной безопасности в Сеуле. Президенты сделали специальное заявление об уникальности трехстороннего сотрудничества, которое дало отличные результаты. Мы можем с уверенностью сказать, что полигон действительно стал гораздо безопаснее, чем был, что прямые угрозы, которые он нес и Казахстану, и всему мировому сообществу, локализованы. И сделано это таким образом, что сегодня без промышленного вмешательства на объекты бывшей испытательной инфраструктуры проникнуть невозможно, что «копателям», которые добывали там цветные и черные металлы, очень трудно попасть в самые чувствительные места полигона и нанести какой-то серьезный ущерб безопасности. Зона потенциальных угроз приведена в очень приличное состояние и с точки зрения инженерной и физической защиты. Самые чувствительные точки полигона охраняются силами Национальной гвардии МВД РК, для наблюдения используются передовые системы дистанционного обнаружения. Зона поставлена под контроль МАГАТЭ, включающий спутниковый контроль. Поэтому признаки промышленного вмешательства в потенциально опасные объекты будут быстро обнаружены и пресечены.

Авторы благодарят сотрудников Национального ядерного центра Республики Казахстан за помощь и поддержку при подготовке материалов первого тома монографии: Осинцева А.Ю., Перепелкина И.Г., Смаил Р., Хотынца А.В., Локштанова С.С., Иванова Е.В., Утенкову Н.О., Ковалерову Н.В., Григорьева В.И.

Подлежит опубликованию
в "Ведомостях", республиканских и областных газетах

КАЗАК СОВЕТТІК СОЦИАЛИСТІК РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІНІҢ

ЖАРЛЫҒЫ

УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА КАЗАХСКОЙ СОВЕТСКОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

О закрытии Семипалатинского испытательного ядерного полигона

На территории Казахской ССР в Семипалатинской области с 1949 года осуществлялись испытания ядерного оружия. За это время здесь было произведено около 500 ядерных взрывов, которые нанесли урон здоровью и жизни тысяч людей.

Учитывая, что Казахская ССР выполнила свой долг по созданию ядерного потенциала, обеспечившего стратегический военный паритет между СССР и США, и, принимая во внимание требования общественности республики, постановляю:

1. Закрыть Семипалатинский испытательный ядерный полигон.

2. Кабинету Министров Казахской ССР по согласованию с Министерством обороны СССР и Министерством атомной энергетики и промышленности СССР преобразовать Семипалатинский испытательный полигон в союзно-республиканский научно-исследовательский центр. В 1991 году разработать и утвердить его статус и перечень основных направлений научно-исследовательских работ.

3. Учитывая, что при проведении воздушных и наземных испытаний с 1949 по 1962 годы нанесен ущерб здоровью населения районов, прилегающих к Семипалатинскому полигону, совместно с союзными органами определить размеры и порядок компенсационных выплат пострадавшим гражданам Казахской ССР.

4. Кабинету Министров Казахской ССР совместно с союзными министерствами и ведомствами, причастными к проведению ядерных взрывов на территории республики, утвердить программу социально-экономического развития, улучшения условий жизни и медицинского обслуживания населения районов Семипалатинской, Карагандинской и Павлодарской областей, прилегающих к испытательному полигону, с привлечением на указанные цели средств соответствующих союзных источников.

Настоящий Указ вступает в силу с момента его принятия.

Президент
Казахской Советской Социалистической
Республики Н. НАЗАРБАЕВ

Алма-Ата,
29 августа 1991 г.
№ 409

КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ МИНИСТРЛЕР КАБИНЕТІНІҢ

ҚАУЛЫСЫ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

КАБИНЕТА МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

1993 жылы ___ № ___

№ ___ данасы

от 21 января 1993 года

№ 55

экз. №

О мерах по обеспечению деятельности Национального ядерного центра Республики Казахстан

Во исполнение Указа Президента Республики Казахстан от 15 мая 1992 г. № 779 "О Национальном ядерном центре и Агентстве по атомной энергии Республики Казахстан" Кабинет Министров Республики Казахстан п о с т а н о в л я е т :

1. Установить, что Национальный ядерный центр Республики Казахстан (в дальнейшем Ядерный центр) является самостоятельным учреждением республиканского подчинения, входит в состав Академии наук Республики Казахстан, которая осуществляет научное руководство и координацию его работы.

Ядерный центр осуществляет свою деятельность на основании законодательства Республики Казахстан и в соответствии с Положением о Центре, утверждаемым Кабинетом Министров Республики Казахстан. Ядерный центр имеет самостоятельный баланс и расчетный счет, печать с изображением Государственного герба Республики Казахстан и со своим наименованием на казахском и русском языках.

Руководство Ядерным центром осуществляет Генеральная дирекция во главе с Генеральным директором Центра, назначаемым Кабинетом Министров Республики Казахстан.

Определить местонахождение Генеральной дирекции Ядерного центра в г.Курчатове Семипалатинской области.

2. Возложить на Ядерный центр:

функции головной организации в области атомной науки и техники Республики Казахстан;

проведение работ по радиационной безопасности и экологии;

изучение и ликвидацию последствий ядерных взрывов и радиационного загрязнения окружающей среды в результате производственной деятельности на территории республики;

2.

исследование проблем и разработку технологий утилизации, хранения и захоронения радиоактивных отходов;

повышение надежности ядерных энергетических установок и исследование проблем безопасности атомной энергетики;

разработку и практическую реализацию ядерно-физических методов и ядерных технологий в интересах науки и народного хозяйства Республики Казахстан;

осуществление контроля за проведением испытаний ядерного оружия и несанкционированных ядерных взрывов на полигонах других стран;

проведение фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики и атомной энергетики;

подготовку и повышение квалификации кадров в области атомной науки и промышленности;

осуществление работ по повышению уровня знаний населения республики в области использования атомной энергии в мирных целях; информационно-издательская деятельность;

международное и межреспубликанское сотрудничество в области использования атомной энергии.

3. Включить в состав Ядерного центра:

Объединенную экспедицию НПО "Луч" Министерства науки и новых технологий Республики Казахстан;

Институт ядерной физики Академии наук Республики Казахстан;

предприятие "Байкал" Министерства промышленности Республики Казахстан;

геофизическую обсерваторию "Боровое";

геофизическую партию № 35 Министерства геологии и охраны недр Республики Казахстан.

Рекомендовать Государственному комитету Республики Казахстан по государственному имуществу делегировать Ядерному центру права владения, пользования и управления имуществом организаций, учреждений , переданных в состав Центра.

4. Установить, что Ядерный центр осуществляет научное руководство подразделениями реактора БН-350 Мангышлакского энергокомбината и другими научно-исследовательскими подразделениями ядерного направления в Республике Казахстан в рамках выполнения государственной программы по атомной энергетике независимо от их ведомственной подчиненности.

3.

5. Считать целесообразным создать на базе войсковой части № 52605 Научно-исследовательский комплекс оборонных программ с включением его в состав Ядерного центра.

Министерству обороны, Министерству науки и новых технологий Республики Казахстан совместно с заинтересованными организациями решить вопрос о статусе войсковой части № 52605 на основе заключения соответствующего соглашения между Республикой Казахстан и Российской Федерацией.

6. Распространить на руководителей и научных работников научных учреждений Ядерного центра условия оплаты труда, установленные для аналогичных должностей системы Академии наук Республики Казахстан.

Сохранить действующие на I января 1993 года тарифные ставки и должностные оклады остальным категориям работников учреждений Ядерного центра Республики Казахстан.

Министерству труда, Министерству финансов Республики Казахстан совместно с Ядерным центром, Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан в месячный срок разработать и внести в Кабинет Министров Республики Казахстан на утверждение предложения по дополнительным льготам, имея в виду установление для различных категорий работников Центра дифференцированного отраслевого коэффициента и надбавок к должностным окладам и тарифным ставкам с учетом особых условий труда и разъездного характера работы.

7. Установить, что финансирование Ядерного центра производится из государственного бюджета, инвестиций зарубежных партнеров, международных фондов и собственных средств, полученных за реализацию разработок центра.

Министерству науки и новых технологий обеспечить, начиная с 1993 года, целевое финансирование Ядерного центра за счет средств, предусматриваемых бюджетом на финансирование науки в размерах, необходимых для выполнения государственной целевой научно-технической программы по атомной энергетике.

8. Поручить Государственному комитету Республики Казахстан по антимонопольной политике совместно с Министерством науки и новых технологий, Министерством геологии и охраны недр, Министерством энергетики и топливных ресурсов, Министерством экономики

4.

Республики Казахстан, главами Карагандинской, Павлодарской и Семипалатинской областных администраций в двухмесячный срок разработать и представить на рассмотрение Кабинета Министров Республики Казахстан предложения о передаче в установленном порядке Ядерному центру разработки месторождений полезных ископаемых, расположенных на территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона, и создании акционерной компании для осуществления крупномасштабной промышленно-финансовой деятельности, направленной на развитие атомной энергетики и социально-экономической реабилитации региона.

9. Возложить на Генеральную дирекцию Национального ядерного центра функции генерального заказчика по развитию производственной и жилой зоны в г.Курчатове и пос.Алатау Фрунзенского района г. Алма-Аты.

10. Установить, что сотрудникам Ядерного центра, проработавшим в г.Курчатове более 10 лет, а также военнослужащим, уволенным в запас, и желающим выехать на постоянное место жительство в другие города и населенные пункты Республики Казахстан, участки для индивидуального строительства предоставляются главами местных администраций в первоочередном порядке.

Рекомендовать Национальному государственному банку Республики Казахстан, начиная с 1993 года, выделение льготного кредита для индивидуального строительства или приобретения жилья в сумме 100 млн.рублей.

11. Министерству экономики, Министерству финансов Республики Казахстан предусматривать, начиная с 1993 года, выделение необходимых средств, а главам областных администраций Республики Казахстан обеспечить в установленном порядке строительство жилья для сотрудников Ядерного центра.

12. Государственному комитету по архитектуре и строительству Республики Казахстан, Генеральной дирекции Ядерного центра по согласованию с местной администрацией разработать и утвердить в Кабинете Министров Республики Казахстан генеральные планы застройки г.Курчатова и пос.Алатау с учетом развития их как центров международного сотрудничества в области мирного использования атомной энергии.

5.

13. Рекомендовать Комитету национальной безопасности Республики Казахстан совместно с Министерством обороны, Министерством внутренних дел Республики Казахстан, Генеральной дирекцией Ядерного центра, Главой Семипалатинской областной администрации разработать и внести в месячный срок в Кабинет Министров Республики Казахстан предложения о снятии режимности жилой зоны г.Курчатова и обеспечению государственных и коммерческих секретов промышленных зон.

14. В целях укомплектования Ядерного центра высококвалифицированными специалистами различного профиля Министерству образования, Министерству науки и новых технологий, Министерству финансов, Министерству экономики Республики Казахстан, Ядерному центру совместно с Академией наук Республики Казахстан в двухмесячный срок рассмотреть и внести предложение в Кабинет Министров Республики Казахстан об организации в составе Ядерного центра Казахского инженерно-физического института.

15. Ядерному центру совместно с Агентством по атомной энергии, Министерством науки и новых технологий, Министерством обороны, Министерством экологии и биоресурсов, Академией наук Республики Казахстан, другими заинтересованными министерствами и ведомствами республики в двухмесячный срок разработать и представить в Кабинет Министров Республики Казахстан:

проект положения о Ядерном центре Республики Казахстан;

предложения по организации технополисов, в том числе со статусом свободных экономических зон на базе г.Курчатова и поселка Алатау Алма-Атинской области.

16. Ядерному центру совместно с Министерством обороны Республики Казахстан и Государственным комитетом Республики Казахстан по земельным отношениям и землеустройству по согласованию с главами Семипалатинской, Павлодарской и Карагандинской областных администраций в двухмесячный срок разработать и внести на рассмотрение в Верховный Совет Республики Казахстан предложения по определению на территории бывшего Семипалатинского полигона границ г.Курчатова и прилегающих к нему территорий, связанных с деятельностью Ядерного центра, в соответствии с проектом межхозяйственного землеустройства, включив в черту города земли с жилой и техническими зонами, межобъектовых коммуникаций связи и систем жизнеобеспечения, охранных и санитарных зон, а также о статусе города Курчатова.

6.

17. Министерству здравоохранения Республики Казахстан совместно с Министерством обороны, Министерством науки и новых технологий, Министерством экономики, Министерством финансов Республики Казахстан, Ядерным центром, главой Семипалатинской областной администрации в двухмесячный срок рассмотреть и внести в Кабинет Министров Республики Казахстан предложение об образовании Регионального лечебно-диагностического центра на базе Медико-санитарной части 167 Министерства здравоохранения Республики Казахстан и военного госпиталя войсковой части 52605 в составе Ядерного центра.

18. Установить Ядерному центру лимит служебных легковых автомобилей в количестве 2 единиц.

19. Министерству связи Республики Казахстан по прямым договорам обеспечить Ядерный центр необходимой телефонной, телеграфной и телексной связью.

20. Республиканскому валютному комитету предусматривать необходимые валютные средства для осуществления международного сотрудничества по вопросам, относящимся к компетенции Ядерного центра.

Премьер-министр
Республики Казахстан С.Терещенко

КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
МИНИСТРЛЕР КАБИНЕТІНІҢ
ҚАУЛЫСЫ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ
КАБИНЕТА МИНИСТРОВ
РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

29 октября 1993
№ 1082

Об организации институтов в составе Национального ядерного центра Республики Казахстан

Кабинет Министров Республики Казахстан ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Принять предложения Национального ядерного центра Республики Казахстан, согласованные с Национальной академией наук, Министерством науки и новых технологий, Министерством экономики и Министерством финансов Республики Казахстан, об организации в составе Центра следующих институтов:

Института атомной энергии в г.Курчатове Семипалатинской области на базе Объединенной экспедиции ПНС "Дуч", предприятия "Байкал", соответствующих лабораторий и отделов Института ядерной физики Национального ядерного центра Республики Казахстан;

Института геофизических исследований в п.Боровое Кокшетауской области на базе геофизической обсерватории "Боровое" и геофизической партии № 35 Национального ядерного центра Республики Казахстан;

Института радиационной безопасности и экологии в г.Курчатове Семипалатинской области на базе радиоэкологических подразделений Национального ядерного центра Республики Казахстан с последующим включением в состав организованного института научного сектора войсковой части № 52605.

Организацию указанных институтов провести в пределах финансовых и материально-технических ресурсов, штатной численности в пределах нормативов, установленных Национальному ядерному центру Республики Казахстан на 1993 год.

2. Согласиться с предложениями Национального ядерного центра Республики Казахстан, согласованными с Национальной академией

2

наук и Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан, об установлении следующих основных направлений научной деятельности созданных институтов:

по Институту атомной энергии:

концепции и программы развития атомной энергетики в Республике Казахстан;

безопасность атомной энергетики;

космические ядерно-энергетические установки;

радиационная физика твердого тела и реакторное материаловедение;

по Институту геофизических исследований:

контроль за испытаниями ядерного оружия;

геофизические методы изучения и мониторинга геологических структур бывших ядерных полигонов;

определение площадок для строительства атомных теплоэлектростанций, пунктов хранения и захоронения радиоактивных отходов;

регистрация и прогноз землетрясений;

по Институту радиационной безопасности и экологии:

медико-биологические аспекты радиационных воздействий;

радиоэкология и радиационный мониторинг регионов проведения ядерных испытаний и мест расположения радиационно опасных объектов;

состояние и консервация подземных полостей, образованных в результате ядерных испытаний;

рекультивация радиационно-загрязненных территорий;

системы сбора, транспортировки, хранения, захоронения и переработки радиоактивных отходов.

Премьер-министр
Республики Казахстан С.Терешенко

03-11-93 08:34 FROM:Kazakhstan Atomic Energy Agency ID: 3272 633356 S.01

АТОМ ЭНЕРГИЯСЫ
ЖӘНІНДЕГІ АГЕНТТІГІ

ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

480013, Алматы қ., Республика алаңы,13
Телефондары: 63-48-85, 63-73-74
Телетайп: 251179 ИНФОР
Факстар: (3272) 63-48-85, 63-33-56

480013, г. Алматы, Площадь Республики, 13
Телефоны: 63-48-85, 63-73-74
Телетайп: 251179 ИНФОР
Факсы: (3272) 63-48-85, 63-33-56

№ 650-21/7

199___ жылы:1 _____
1 ноября 1993 года

Директору ИБФР
тов. Ильину Л.А.

Прошу командировать
в г. Курчатов
тов. Логачева В.А.
для пользы дела.

04.11.93

03.11.93

МИНИСТРУ АЭ
РОССИИ
МИХАЙЛОВУ В. Н.

FAX (095) 2302420

Копия: ВНИИЭФ
ТРУТНЕВУ Ю. А.
FAX 54585

УВАЖАЕМЫЙ ВИКТОР НИКИТОВИЧ!

9 НОЯБРЯ 1993 г. В г. КУРЧАТОВЕ НАМЕЧЕНО ПРИБЫТИЕ ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ США ПОД РУКОВОДСТВОМ ДР. ДОНА ЛИНГЕР., С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ И АТТЕСТАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ ПОЛИГОНЕ.

ДЛЯ УЧАСТИЯ В ПЕРЕГОВОРАХ ПРОСИМ ВАС НАПРАВИТЬ ГРУППУ ЭКСПЕРТОВ ОТ МАЭ В СОСТАВЕ:

ЧЕРНЫШЕВА А. К.; ДУБАСОВА Ю. В.; МАТУЩЕНКО А. М.; ЛОГАЧЕВА В. А. ГУДИНА Ф. М.; РУБАШКИНА В. Н.; ГОРИНА В. В.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР В. ШКОЛЬНИК

Мазуренко
04.11.93г.

031193

Возглавляя делегацию от России поручено академику Трутневу Ю.А.

Кол. экз. 1
Гр. 5-2705

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
ПРЕЗИДЕНТІ

ПРЕЗИДЕНТ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

99 жылы _____
№ _____
№ _____ данасы

от 3 декабря 1993 года
№ И-770
экз. № _____

Президенту
Российской Федерации
Ельцину Б.Н.

Глубокоуважаемый Борис Николаевич !

Семипалатинский испытательный ядерный полигон в течение 40 лет использовался для проведения исследований и совершенствования ядерного оружия в Советском Союзе. В результате испытаний был нанесен серьезный ущерб здоровью людей и окружающей природной среде.

На территории Семипалатинского полигона было произведено около 500 ядерных взрывов (87 воздушных, 26 наземных и 360 подземных). Образовалось около 12 млн. тонн радиоактивных отходов общей активностью порядка 13 млн. кюри.

В этой связи проблемы изучения состояния природной среды в районах проведения ядерных испытаний, ликвидация последствий и оказание помощи пострадавшему населению, по нашему мнению, являются общей ответственностью всех стран бывшего СССР, в первую очередь, Российской Федерации и Республики Казахстан и должны решаться в рамках вывода ядерного оружия с территории Казахстана и передачи его в ведение Российской Федерации.

Ликвидация последствий ядерных испытаний и проведение конверсии Семипалатинского полигона позволит кроме того использовать в интересах двух наших стран значительный научно-технический потенциал, созданный на полигоне и вокруг него. Исследования проблем безопасности в атомной энергетике, разработка эффективных методов захоронения радиоактивных отходов могут получить существенное развитие в результате конверсии и расширения возмож-

Пр-1858

- 2 -

ностей существующих научно-технических и производственных объектов полигона.

В связи с этим полагаю необходимым рассмотреть и принять специальную Программу ликвидации последствий испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне с определением конкретного участия в ней Российской Федерации и Республики Казахстан. Наличие такой Программы позволит также привлечь для ее выполнения финансовые средства других стран и международных организаций, проявляющих большую заинтересованность в судьбе бывшего Семипалатинского ядерного полигона и населения, оказавшегося помимо своей воли, в зоне радиоактивного заражения.

Надеюсь, Борис Николаевич, на Ваше понимание этой сложной общечеловеческой проблемы и уверен в Вашей полной поддержке.

С уважением

Н. Назарбаев

Министру Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

С.К.Шойгу

30.12.1994г. №01-3096

О Соглашении между Российской Федерацией и Республикой Казахстан по вопросам Семипалатинского полигона

Уважаемый Сергей Кужугетович!

I. Поручениями Правительства Российской Федерации от I3.04.94 № ВЧ-П8-09805 и от II.08.94 № ВЧ-П8-25000 определено, что Минатом России совместно с Минобороны России, Минфином России и другими привлеченными и заинтересованными министерствами и ведомствами должны доработать и представить для подписания проект Соглашения о ликвидации последствий испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне и других ядерных взрывов на территории Республики Казахстан. Это предусмотрено Меморандумом по итогам встречи в г.Алма-25.I2.93 Председателя Правительства Российской Федерации В.С.Черномырдина и Премьер-министра Республики Казахстан С.А.Терещенко и Протоколом встречи Глав Правительства Российской Федерации и Республики Казахстан от 28.03.94.

В Минатоме России на основе предложений Российской и Казахстанской Сторон с участием Ваших полномочных представителей Л.И.Анисимовой и С.А.Бублия в результате длительных и сложных переговоров разработан вариант проекта Соглашения, который направлен на рассмотрение (прилагается по состоянию на I9.I2.94, в порядке информации) В данном варианте проекта Соглашения позиция МЧС России (исх.№ 22-2270-37 от 28.09.94,В.Я.Возняк) учтена.

- 2 -

Основным механизмом обеспечения реализации Соглашения является назначение исполнительными органами Сторон Координационной группы из компетентных экспертов, ответственных за конкретные направления (статья 3 Соглашения).

Прошу Вашего решения о назначении в состав формируемой Координационной группы Ваших представителей - ведущих специалистов по вопросам, отраженным в статьях I-6 проекта Соглашения, а также Ваших указаний о подготовке соответствующих предложений по данным вопросам.

2. Одновременно сообщаю, что Минатом России очень озабочен ситуацией, складывающейся по проблеме Соглашения в контексте Закона Республики Казахстан от I8.I2.92 "О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне" и Указа Президента Российской Федерации от 20.I2.93 № 2228 "О социальной защите граждан, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне" с развивающим его постановлением Правительства Российской Федерации от I7.II.94 № I263 "О порядке предоставления компенсаций и льгот гражданам Российской Федерации, проживающим в I949-I963 годах за пределами Российской Федерации и подвергшимся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне". В соответствии с этим постановлением МЧС России совместно с Минобороны России, Минздравмедпромом России и Госкомсанэпидемнадзором России предписано выполнить ретроспективные оценки радиационной обстановки на территории бывшей Казахской ССР с целью определения перечня населенных пунктов этой республики, подвергшихся в I949-I963 годах радиационному воздействию от ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. В этом отношении наша озабоченность обуславливается различными подходами в законодательных актах двух республик к механизму гарантий соответствующих компенсаций и льгот населению, подвергшемуся на территории Казахстана радиационному воздействию, а также тем, что в Республике Казахстан осуществляется достаточно активная работа по выдаче удостоверений, подтверждающих право на льготы, пострадавшему вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном полигоне (его образец прилагается в порядке информации), которые уже предоставлены около двум миллионам граждан, в том числе проживающим и на территории Российской Федерации. Игнорировать это

- 3 -

обстоятельство нельзя. В этой связи требуется разработка в рамках Соглашения единого научного подхода к оценке радиационной обстановки на территории Республики Казахстан с целью определения влияния проведенных ядерных взрывов на состояние здоровья населения и реализации мер по оздоровлению людей, с учетом результатов медицинских обследований населения в 50-60 годы, что, несомненно, является прерогативой Минздравмедпрома России.

В этом плане, исходя из важности проблемы, предлагается выполнить опережающим порядком в обеспечение реализации Соглашения целевую НИР "Оценка радиационной обстановки на территории бывшей Казахской ССР вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне и определение степени ее влияния на население", поручив ее Институту биофизики Минздравмедпрома России на базе лаборатории профессора В.А.Логачева, подготовленной, по нашему мнению, к соответствующим экспертным исследованиям на основе архивных материалов, содержащих данные радиационных разведок на территории Республики Казахстан и результаты комплексных медицинских обследований населения этой республики, что является сферой компетенции Минздравмедпрома России. При этом следует считать принципиально важным осуществление долевого участия в финансировании данной НИР (по согласованию), с тем, чтобы при последующих взаимоотношениях с Казахстанской Стороной Российская Сторона именно в лице наших ведомств могла объективно отмечать свой реальный вклад в решение задачи обеспечения выполнения обязательств по Соглашению. Это необходимо и с точки зрения оптимизации расходов со стороны Российской Федерации.

Проект соответствующего Технического задания на НИР может быть представлен от ИБФ Минздравмедпрома России (отв.профессор В.А.Логачев).

Прошу Вашего решения

Верно: Секретарь
Упр. делами Минздравмедпрома
России

В.Н.Михайлов

White Paper
On
Kazakhstan NNC Radiation Materials Issue

Introduction

During the CTR and Seismic Calibration efforts at the Republic of Korea/NNC, several issues were identified which raised concern about the potential availability of radioactive material for terrorist activities. The openness of the Semi Palatinsk Test Site, the activities of local citizens at the test site salvaging material for resale, makes the issue of theft of radiation material very important.

Issues

Three issues have been identified at the Semi Palatinsk Test Site:

Issue 1. The availability of the large explosion containment containers referred to as KOLBA's which were used for fully contained hydronuclear, HPEOS and/or FBR testing and would contain available radioactive material.

Issue 2. The use of a simplified uncontained shallow subsurface testing for HPEOS or hydronuclear which would contain available radioactive material (the P-7 TOR Test Site).

Issue 3. A test area in which it is rumored that many shallow subsurface tests (approx 100) were conducted in an organized grid. These tests supposedly contained varying amounts of radioactive material which is still available if excavated carefully.

Scope

The following tasks were deemed as necessary in order to identify and access the radioactive material. It was assumed in these tasks that considerable excavation and/or construction was necessary, but does not include characterizing, removing and containerizing the radioactive material.

Task 1. Locate and provide the necessary access to all KOLBA containers to allow trained personnel to retrieve the Material which may be in the containers. Preliminary information, three (3), located at Tunnel 200m; one (1), located in a Sarcophagus; and one (1) at a reactor site. (The U.S. Government proposes to train NNC personnel to perform the material retrieval under the supervision of U. S. personnel.) (Est ROM Cost $400K)

Task 2. Locate the P-7 (TOR) locations where tests occurred. Excavate the Material at each area to allow trained personnel to retrieve and place the material in containers for permanent storage. Preliminary information, three sites exist, the Material is buried 3 to 5 meters. (Est ROM Cost $100K)

From The National Security Archive's Nunn-Lugar Collection

Task 3. Locate the ACTON BERLY test grid. Identify the sites where the material is buried. Excavate each site to allow trained personnel to retrieve and place the material in containers for permanent storage. Preliminary information, approximately 100 sites exist, located in a 4 meter by 4 meter grid, the Material is buried approximately 6 meters. (Est ROM Costs $3,500K)

The above estimates should include personnel, material, and equipment costs and the estimated time necessary to accomplish each task. And it should also include a total dollar estimate.

DTRA will provide oversite, training and specialized personnel safety equipment and material to National Nuclear Center to accomplish each task. The identification, characterization, containerization, removal, storage and/or elimination is not included in these estimates.

Dr. Don Linger/DTRA (CP)/325-7694/13 Jan 00

From The National Security Archive's Nunn-Lugar Collection

Report
Of the Trilateral Working Group Meeting
Of the Technical Experts
On the Secure Containment of Residues of Nuclear Activities

At the Former Semipalatinsk Test Site (STS)

Washington, D.C.
June 14-16, 2000

The objective of the meeting was to develop a mutually acceptable technical solution for project implementation assuring safe and secure containment of the residues of nuclear activites (RONA) at the agreed area at the Semipalatinsk Test Site.

The participants of the meeting authorized by their respective agencies as provided in the agreements reached at the trilateral meeting (Moscow, May 04, 2000) reviewed technical approaches that would preclude unauthorized access to the RONA and allow for a long-term containment of the RONA.

1. During the meeting the following technical options for the joint project were discussed:
   1.1. Removing (extracting) the RONA from all the wells at the site and moving the RONA for interim storage to another site at the STS.
   1.2. Partial removal (from 35 wells) of the RONA by excavation and moving the RONA for interim storage to another site at the STS.
   1.3. Pouring concrete pad (entombing) over the whole area of the site.
   1.4. Removing (extracting) the RONA from all the 35 wells at the site using excavation technologies and pouring a concrete pad over the whole area of the site.

2. The parties agreed that all these options are technically feasible; however the preferred options are Options 3 and 4. The Russian side will provide information concerning the wells at the site; the information will be needed to implement the project. It is agreed to involve the International Atomic Energy Agency (IAEA) for both options in accordance with the laws of the Republic of Kazakhstan (RK).
   2.1. Option 3 can be implemented with minimal additional requirements.
   2.2 Implementation of Option 4 requires the following considerations:
   - The storage conditions of the removed material should preclude access to the material by any person or by any organization without joint decision of all (three) parties participating in the project.
   - Interim storage will be at the "Baikal" test-stand site of the NNC RK. During the interim storage period, the question of long-term storage should be solved.

3. Responsibilities of the participating parties:
   3.1. The Russian side:
   - Provides the information required to carry out the project;
   - Monitors project implementation and participates in the project.
   3.2. The U.S. side:

From The National Security Archive's Nunn-Lugar Collection

- Defines the statement of work (in concurrence with the other participants);
- Monitors project implementation.

3.3. The Kazakhstan side:

- Carries out actual implementation of the project.

4. The participants of the meeting agreed that:

4.1. Implementation of either option by the RK will be done in consultation with the Russian and American sides. The Russian and Kazakhstan sides are prepared to start immediately on Option 3 (concrete entombing of the site).

4.2. It is agreed that the work on the selected option should be completed before the end of year 2000. For this reason, the parties agreed to reach a final decision on the option to be implemented as quickly as possible with the goal of commencing work in mid-July.

5. All the information related to this project is considered to be in confidence and dissemination of this information to fourth parties is permitted only upon mutual agreement of the three parties participating in this project.

The list of the participants is attached.

On behalf of the U.S. DOE	On behalf of Minatom RF	On behalf of Minenergo RK
Robinson, P.W.	Kutsenko, V.M.	Tokhvatulin, Sh.T.

From The National Security Archive's Nunn-Lugar Collection

Краткая хронология событий, связанных с Семипалатинским испытательным полигоном (СИП) после его закрытия

19 сентября 1989 г. – Последнее ядерное испытание СССР на Семипалатинском испытательном полигоне.

29 августа 1991 г. – Президент Казахской ССР Назарбаев Н.А. своим Указом закрывает Семипалатинский испытательный ядерный полигон за четыре месяца до распада Советского Союза.

30 декабря 1991 г. – Формально прекращает свое существование Советский Союз. Казахстан наследует 4-й крупнейший ядерный арсенал в мире – 1410 ядерных боеголовок, установленных на 104 стратегических ракетах наземного базирования типа СС-18 и 40 стратегических бомбардировщиках Ту-95, оснащенных крылатыми ракетами, а также научно-исследовательскую и производственную инфраструктуру для создания собственного оружия массового уничтожения.

15 мая 1992 г. – Указом Президента Республики Казахстан создано Агентство по атомной энергии Республики Казахстан.

15 мая 1992 г. – Указом Президента Республики Казахстан на базе комплекса бывшего Семипалатинского испытательного полигона и соответствующих научных организаций и объектов, расположенных на территории Казахстана, создан Национальный ядерный центр Республики Казахстан.

23 мая 1992 г. – Казахстан подписывает Лиссабонский протокол к Договору между СССР и США о сокращении и ограничении стратегических наступательных вооружений (Договору СНВ-1), в котором отказывается от обладания ядерным оружием и фиксирует свои обязательства о нераспространении ядерного оружия.

13 декабря 1993 г. – Парламент Казахстана ратифицирует Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО). В тот же день в Алматы Президент Казахстана Назарбаев Н.А. и Вице-президент США А. Гор подписывают Рамочное Соглашение между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки относительно уничтожения шахтных пусковых установок межконтинентальных баллистических ракет, ликвидации последствий аварийных ситуаций и предотвращения распространения ядерного оружия, открывающее путь к реализации Программы Совместного сокращения угрозы (Программа Нанна-Лугара) в Казахстане.

14 февраля 1994 г. – Президент Казахстана Назарбаев Н.А. вручает ратификационные документы Президенту США Клинтону У.Д. в Вашингтоне, вследствие чего Казахстан формально присоединяется к Договору о нераспространении ядерного оружия как государство, не имеющее ядерного оружия.

февраль 1994 г. – Казахстан присоединяется к Международному Агентству по Атомной Энергии (МАГАТЭ). Из Казахстана в Россию выводятся все 40 стратегических бомбардировщиков Ту-95с оружием.

31 мая 1995 г. – На бывшем Семипалатинском полигоне в результате взрыва заряда обычного взрывчатого вещества и разрушения без ядерного энерговыделения уничтожен последний ядерный заряд в штольне 108-К, остававшийся там с 1990 г.

3 октября 1995 г. – Соглашение между Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан и Министерством обороны США относительно ликвидации инфраструктуры ядерного оружия (Соглашение ЛИОМУ).

1995 г. – Начало работ на СИП по ликвидации всех штолен горного массива Дегелен, в которых проводились или планировались ядерные испытания.

1996 – 1997 гг. – Начало площадных радиоэкологических исследований на СИП (Абралинский район, 4500 км^2).

18 ноября 1997 г. – Между Министерством энергетики США и Министерством науки - Академии наук Республики Казахстан подписан Исполнительный договор, предусматривающий размещение на длительное хранение отработанного топлива реактора БН-350 на реакторном комплексе «Байкал-1» НЯЦ РК, расположенном на СИП.

17 сентября 1998 г. – Проведен 25-тонный экспериментальный калибровочный взрыв с целью закрытия последней испытательной скважины (№1071) на площадке Балапан.

сентябрь 1999 г. – Уничтожены все 148 шахтно-пусковых установок (ШПУ) для межконтинентальных баллистических ракет в четырех регионах Казахстана, в том числе 61 ШПУ в районе г. Державинск, 61 ШПУ в районе г. Жангиз-Тобе, 14 испытательных ШПУ на СИП и 12 испытательных ШПУ в районе г. Ленинск.

1999 г. – Организацией Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ОДВЗЯИ) на территории СИП проведены первые полевые учения по Инспекции на месте. Отрабатывались процедуры визуальных наблюдений, пассивной сейсмики, мер безопасности. Участники – 12 специалистов из 9 стран и ОДВЗЯИ.

2000 г. – Работы на СИП по предотвращению распространения оружия массового уничтожения (ОМУ) и связанных с ним материалов, технологий и знаний продолжаются уже на трехсторонней основе (РК-РФ-США). Целью работ является усиление созданных в 1995-2000 годах барьеров (закрытых порталов) и исключение несанкционированного доступа к отходам ядерной деятельности (ОЯД), а также предотвращение распространения делящихся и радиоактивных материалов и, соответственно, информации, «чувствительной» по критериям нераспространения ОМУ.

июль 2000 г. – Уничтожен портал последней штольни горного массива «Дегелен» бывшего СИП. Всего на полигоне в результате работ

по уничтожению инфраструктуры испытания ядерного оружия, проводившихся с 1996 по 2000 гг., ликвидированы 181 штольня на площадке «Дегелен» и 13 неиспользованных испытательных скважин на площадке «Балапан».

2002 г. – ОДВЗЯИ на СИП проведен широкомасштабный полевой эксперимент FE02. Отрабатывались видеосъемка, радиоэкологическое и сейсмическое обследование. Участники – 42 специалиста из 24 стран и ОДВЗЯИ.

2005 г. – ОДВЗЯИ на СИП проведено ориентировочное учение FE05 на (площадка «Балапан»). Участники – 38 специалиста из 22 стран и ОДВЗЯИ.

2008 г. – Начало проведения комплексного экологического обследования территории СИП с целью возвращения земель запаса в хозяйственный оборот.

2008 г. – ОДВЗЯИ на СИП проведен самый крупномасштабный интегрированный полевой эксперимент IFE08. Участники – более 200 человек из 40 стран. Казахстан в четвертый раз предоставил территорию бывшего Семипалатинского испытательного полигона для проведения учений международных инспекционных команд с целью укрепления роли Договоров и Соглашений о международном режиме ядерного нераспространения и разоружения.

2 декабря 2009 года – шестьдесят четвертая сессия Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций, единогласно приняв резолюцию 64/35, объявила 29 августа Международным днем действий против ядерных испытаний. Резолюция призывает к более активному просвещению и информированию людей «о последствиях испытательных взрывов ядерного оружия и любых других ядерных взрывов и необходимости их прекращения как одному из средств достижения цели построения мира, свободного от ядерного оружия».

6 апреля 2010 г. – В рамках официального визита в Казахстан Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун посетил г. Курчатов и СИП.

11 апреля 2010 г. – Результаты ряда работ, выполняемых НЯЦ РК в поддержку режима нераспространения, отмечены в Совместном заявлении Президента Казахстана Н. Назарбаева и Президента США Б. Обамы, сделанном в ходе встречи, состоявшейся в Вашингтоне.

24 ноября 2010 г. – Первое официальное постановление Правительства Республики Казахстан о переводе в хозяйственное пользование и предоставлении земельных участков на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона.

13 октября 2011 г. – Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Амано посетил Семипалатинский испытательный полигон в рамках мероприятий международного форума «За безъядерный мир».

27 марта 2012 г. – Результаты работ, выполняемых НЯЦ РК в поддержку режима нераспространения, отмечены в совместном заявлении Президентов РК, США и РФ на Саммите по ядерной безопасности в Сеуле.

27–29 августа 2012 г. – В Астане прошла Международная конференция «От запрета ядерных испытаний к миру, свободному от ядерного оружия». Конференция была приурочена к 29 августа – Международному дню действий против ядерных испытаний. 28 августа участники посетили объекты НЯЦ РК в Курчатове и приняли участие в митинге в Семее, посвященном закрытию Семипалатинского полигона.

29 августа 2012 г. – Президент Республики Казахстан на международной конференции «От запрета ядерных испытаний к миру, свободному от ядерного оружия» объявил о запуске международного проекта «АТОМ» (Abolish Testing. Our Mission). Проект направлен на объединение глобальных общественных усилий с целью добиться окончательного запрета испытаний ядерного оружия.

октябрь 2012 г. – Завершены основные работы по проекту HDTRA в рамках соглашения с Агентством по сокращению угрозы Минобороны США (DTRA) по усилению физической защиты штолен горного массива Дегелен. Объемы возведенных физических барьеров для предотвращения доступа к отходам ядерной деятельности на СИП суммарно составляют около 90 000 куб. метров бетона, специальных растворов и горной породы.

октябрь 2013 г. – В поддержку программы совместного уменьшения угрозы Республика Казахстан совместно с США при поддержке Отдела по DTRA на территории Семипалатинского испытательного полигона проведен оперативный эксперимент по тестированию систем физической защиты объектов полигона.

11–12 марта 2014 г. – Казахстаном совместно с Комитетом Совета Безопасности ООН проведен семинар на тему: «Вклад Резолюции 1540 (2004) в региональное и глобальное разоружение и нераспространение – к 10-летнему юбилею Резолюции 1540» (г. Астана, Казахстан).

24–25 марта 2014 г. – Участие Президента Республики Казахстан в Саммите по ядерной безопасности (Гаага, Нидерланды). Выдвинута – инициатива полного и всеобщего ядерного разоружения, которое является единственной гарантией ядерной безопасности. Поддержано Казахстаном создание новых зон, свободных от ядерного оружия, в том числе и на Ближнем Востоке.

27–29 августа 2014 г. – Республикой Казахстан проведена конференция, посвященная 25-летию создания общественного антиядерного движения «Невада – Семипалатинск» (г. Курчатов, Казахстан).

10–12 августа 2015 г. – в поддержку программы совместного уменьшения угрозы Республика Казахстан совместно с Национальной гвардией Республики Казахстан при содействии Агентства по уменьшению угрозы Министерства обороны США на территории Семипалатинского испытательного полигона проведен оперативный эксперимент.

28 сентября 2015 г. – участие Президента Республики Казахстан в 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Выдвинута инициатива по достижению безъядерного мира к 2045 году (100-летию ООН) – пред-

ложение о принятии Всеобщей декларации о построении мира, свободного от ядерного оружия.

29 сентября 2015 г. – участие Республики Казахстан в качестве сопредседателя 9-ой Конференции (по Статье XIV) в рамках Генеральной Ассамблеи ООН (г. Нью-Йорк, США).

31 марта – 1 апреля 2016 года – участие Президента Республики Казахстан в IV Саммите по ядерной безопасности (США, Вашингтон). Выдвинута инициатива о создании под эгидой ООН глобальной сети борьбы с терроризмом. В рамках Саммита обнародован Манифест «Мир. XXI век». Манифест обрел статус официального документа Генеральной Ассамблеи и Совета Безопасности ООН.

28 июня 2016 года – Республика Казахстан избрана непостоянным членом Совета Безопасности Организации Объединенных Наций от Азиатско-Тихоокеанской группы государств на 2017–2018 годы. Уставом Организации на Республику Казахстан возложены полномочия по поддержанию глобального мира и безопасности.

СОДЕРЖАНИЕ

Слово Президента **3**

Предисловие **7**

Введение **9**

Глава 1. Создание, деятельность и закрытие **11**

1.1 Общие сведения о территории полигона **11**
1.1.1 Особенности геологического строения района 12
1.1.2 Гидрогеология 14

1.2 Основные этапы строительства и оборудования полигонных объектов **15**
1.3 Основные испытательные площадки и объекты 20
1.3.1 Испытательная площадка «Опытное поле» 21
1.3.2 Испытательная площадка «Дегелен» 24
1.3.3 Испытательная площадка «Балапан» 25
1.4 Особенности последнего этапа деятельности и закрытие полигона 26
1.5 Ядерное наследие Республики Казахстан: ядерное оружие, Семипалатинский полигон и «атомная конверсия» 27

Глава 2. Ликвидация инфраструктуры проведения ядерных испытаний **31**

2.1 Начало работ по демилитаризации Семипалатинского полигона **31**
2.1.1 Организация работ по ликвидации инфраструктуры проведения испытаний ядерного оружия 31

2.2 Закрытие штолен горного массива Дегелен **36**
2.2.1 Изучение радиационной обстановки на территории бывшего Семипалатинского полигона 36
2.2.2 Программа характеризации штолен горного массива Дегелен 39
2.2.3 Создание инфраструктуры для закрытия штолен горного массива Дегелен и демонстрационное закрытие штольни № 192 42
2.2.4 Закрытие штолен горного массива Дегелен 43

2.3 Проведение серии калибровочных экспериментов сети мониторинга ядерных испытаний «Омега» **57**
2.3.1 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега» 58
2.3.2 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега 2» 59
2.3.3 Подготовка и проведение экспериментального калибровочного взрыва «Омега 3» 61

2.4 Закрытие скважин испытательной площадки «Балапан»..... 66
2.4.1 Программа характеризации площадки «Балапан». Выявление и обследование неиспользованных скважин, предназначенных для проведения ядерных испытаний..... 66
2.4.2 Радиационная обстановка площадки «Балапан»..... 70
2.4.3 Ликвидация испытательных скважин..... 72
2.4.4 Сейсмологическое обеспечение работ..... 79
2.4.5 Ликвидация ШПУ на испытательной площадке «Балапан» 80

2.5 Радиационное обследование СИП после окончания работ..... 85

Глава 3. Снижение рисков распространения 91

3.1 Совместные работы Казахстана и России 91
3.1.1 Ликвидация последнего ядерного заряда в штольне 108-К..... 95
3.1.2 Работы по консервации контейнеров «Колба» 98
3.1.3 Работы по демонтажу и консервации технологического оборудования на ряде объектов бывшего Семипалатинского испытательного полигона..... 102

3.2 Совместные работы Казахстана, России и США 104
3.2.1 Предотвращению доступа к отходам ядерной деятельности, находящимся на площадке А-Б 106
3.2.2 Повышение безопасности двух отработанных контейнеров «Колба», содержащих ОЯД (проект «Спичечный коробок»)..... 138
3.2.3 Повышение безопасности трех отработанных контейнеров «Колба», содержащих ОЯД (проект «Кочевник»)..... 149
3.2.4 Изъятие и вывоз их двух штолен на ПО «Маяк» (Россия) активированного специального технологического оборудования (проект «Беркут»)..... 168
3.2.5 Усиление физических барьеров штолен горного массива Дегелен..... 222
3.2.6 Патрулирование территории 248
3.2.7 Результаты работ..... 253

3.3 Совместные работы Казахстана и США..... 262
3.3.1 Снижение рисков распространения с территории испытательной площадки «Опытное поле» 262
3.3.2 Проведение комплекса исследовательских и опытно-экспериментальных работ по усилению физической защиты мест проведения работ 277

Заключение..... 288

Приложения..... 292