

Таблица 2. Результаты моделирования динамики протонного пучка

Параметр	Инжекция	После ускорения
Скорость	0,015	0,057
Средняя энергия, МэВ	0,1055	1,553
Ток пучка, мА	200	154
Коэффициент прохождения тока, %		77
Потери, %:		
по фазе		23
по радиусу		0

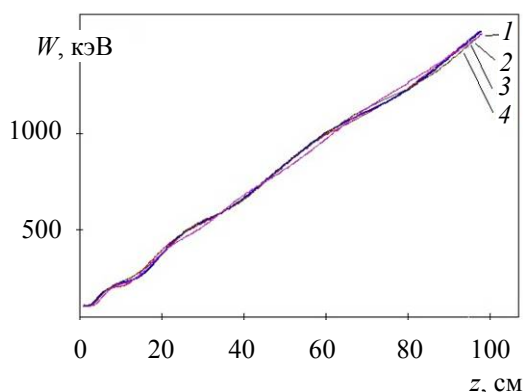


Рис. 5. Зависимость изменения энергии частиц протонов от длины ускорителя для тока пучка 0,2 (1), 1 (2), 2 (3), 5 А (4)

ка оказывает кулоновское поле. При токе инжекции $I < 0,24$ А эффект нагрузки током оказывает небольшое влияние на группировку протонного пучка. Это объясняется малой выходной мощностью по сравнению с входной мощностью ВЧ-генератора и малым параметром $EL/\sqrt{P}$, определяющим связь пучка со структурой. Представляет интерес возможность регулировки средней выходной энергии протонов при большом токе пучка. В этом случае можно было ожидать, что за счет изменения тока инжектируемого пучка будет изменяться выходная энер-

гия. Указанный эффект был изучен на примере расчета динамики протонного пучка в линейном ускорителе для разного начального тока (рис. 5). В результате численного моделирования видно, что изменять среднюю энергию на выходе протонного ускорителя, варьируя ток инжектируемого пучка, невозможно из-за низкого к.п.д. системы.

Заключение. Таким образом, анализ динамики электронного пучка в линейном ускорителе, работающем на бегущей волне, позволяет утверждать, что эффект нагрузки током даже при токе пучка $I < 1$ А может оказывать существенное влияние на выходные параметры. На нескольких примерах рассчитано влияние эффекта нагрузки током на динамику сильно-точного электронного и протонного пучков. Оказалось, что выходная энергия частиц существенно меняется при изменении тока пучка электронов, для протонного пучка влияние эффекта нагрузки током невелико.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масунов Э.С. Исследование самосогласованной динамики пучка в неоднородной замедляющей системе. — Журн. техн. физики, 1977, т. 47, № 1, с. 146—154.
2. Масунов Э.С., Рашиков В.И. Метод расчета группировки сильноточного пучка в неоднородной волноводной секции ЛУЭ. — В сб: Ускорители, вып. 17. М.: Атомиздат, 1979, с. 78—83.
3. Масунов Э.С., Рашиков В.И. Группировка и самоускорение сильноточного пучка в сильноточной замедляющей системе при наличии внешнего магнитного поля. — Журн. техн. физики, 1979, т. 49, № 17, с. 1462—1470.
4. Masunov E.S., Polozov S.M. High intensity ion beams in rf undulator linac. — Phys. Rev. ST Accel. Beams, 2008, p. 074201-1—074201-9.

Поступила в Редакцию 22.01.10

УДК 574:539.1.04+621.039.7

ПОДГОТОВКА ОБЪЕКТОВ ПОДОЛЬСКОГО ЗАВОДА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ К РЕАБИЛИТАЦИИ

Волков В.Г., Волкович А.Г., Данилович А.С., Лемус А.В., Колтышев С.М., Павленко В.И., Чесноков А.В.
(РНЦ «Курчатовский ин-т», г. Москва),
Гизай М.В. (Центр управления федеральной собственностью, г. Москва)

В 1989 г. в результате несанкционированного поступления источника ^{137}Cs в плавильную

печь были загрязнены отдельные цеха и территории Подольского завода цветных металлов. В

1989—2001 гг. выполнили неотложные дезактивационные мероприятия, выделили основную часть среднеактивных отходов и удалили на длительное хранение в МосНПО «Радон». Низкоактивные отходы сконцентрировали на нескольких специально выделенных площадках и внутри самого загрязненного плавильного цеха.

В 2008 г. специалисты РНЦ «Курчатовский институт», ЗАО «Альянс-Гамма» и Центра управления федеральной собственностью обследовали площадки хранения низкоактивных отходов, предложили переработать проект реабилитации объектов и территории с целью отказаться от создания на заводе промежуточного хранилища радиоактивных отходов. В рамках подготовленного предложения предлагается сепарировать отходы, отделить низкоактивные от остальных промышленных, кондиционировать, поместить в контейнеры и удалить в стационарные региональные хранилища, промышленные отходы, составляющие основную часть образовавшихся, разместить в хранилище, созданном на территории завода.

Подольский завод цветных металлов расположен на расстоянии 1 км к северо-западу от городского поселения Львовский Подольского района Московской области, в 37 км к югу от МКАД, в густо населенном промышленном районе, с точки зрения гидрографии — в верхней левобережной части водосбора р. Петрицы (в конечном счете притоке р. Москвы). Площадь промышленной площадки составляет 412 тыс. м² (рис. 1).

Низкоактивные отходы сконцентрированы на площадках хранения шлаков № 1—7, остатки загрязненных строительных конструкций и разобранных плавильных печей сосредоточены в рафинировочном отделении плавильного цеха. В ходе дезактивационных работ произошло вторичное радиоактивное загрязнение внутризаводского участка железнодорожной ветки и склада отдела капитального строительства.

По результатам радиационного обследования 2008 г. определены характеристики основных загрязненных объектов, виды и состояние радиоактивных отходов и дана оценка объемов, подлежащих радиационной сепарации.

Рафинировочное отделение плавильного цеха остается наиболее загрязненным объектом, в одной из печей которого произошла чрезвычайная ситуация. После разрушения вакуумных печей в цехе образовались два отвала загрязненно-

го кирпичного боя объемом около 500 м³, под отвалами находится загрязненное оборудование подвальных помещений — газоходы, боровы печей, трубопроводы, объем которых будет оценен в процессе реабилитации.

Кирпичный бой объемом около 600 м³, образовавшийся в результате разрушения дымовой трубы, по всей вероятности, включает в себя оборудование и конструкции, расположенные ниже нулевой отметки, — газоводы, фундамент, грунт.

Радиоактивное загрязнение носит поверхностный характер, загрязнены стены и металлоконструкции, кирпичный бой, образовавшийся при демонтаже плавильных печей и дымовой трубы, грунт и оборудование подвального этажа. Исследования на загрязнение грунтовых вод в подвальном помещении не проводились. Для радиохимического и спектрометрического анализа в лабораторных условиях отобраны образцы материалов стен рафинировочного отделения, металлических конструкций.

Общая площадь загрязнения цеха и прилегающей территории составляет около 4000 м², измеренная поверхностная активность ¹³⁷Cs менее 10⁵ Бк/м² на 10% площади, остальные 90% имеют уровень загрязнения более 10⁵ Бк/м². Прогнозируемый объем твердых радиоактивных отходов, подлежащих сортировке, — 1100 м³.

Склад отдела капитального строительства, площадка загрязненного металлолома и шлакоотвалы № 1—5 объединены в одну спецплощадку, на которой частично выполняются условия ограничения доступа персонала и населения — она обнесена бетонным забором, имеются металлические ворота.

Загрязнение склада имеет поверхностный характер (нефиксированное, снимаемое), определяется ¹³⁷Cs, загрязнены металлоконструкции, оборудование и стяжка пола. Диапазон изменения мощности эквивалентной дозы γ -излучения на высоте 0,1 м от поверхности пола составляет 0,12—0,36 мкЗв/ч с учетом естественного радиационного фона.



Р и с. 1. Расположение основных загрязненных объектов Подольского завода цветных металлов: 1 — рафинировочное отделение; 2 — шлакоотвалы № 6, 7; 3 — площадка загрязненного металлолома; 4 — шлакоотвалы № 1—5; 5 — склад отдела капитального строительства; 6 — железнодорожное полотно

Измеренная удельная активность ^{137}Cs в пробах со стен и оборудования, размещенного в помещении склада отдела капитального строительства, не превышает 28 кБк/кг. Плотность потока β -излучения в контрольных точках достигает 140 л/(см²·мин). Дезактивационные работы необходимо провести на общей площади ~3600 м² (прогноз).

Загрязненный шлак отвалов № 1—5 объемом ~10 тыс. м³ подлежит сортировке. Низкоактивные отходы подлежат кондиционированию и упаковке в металлические контейнеры. Глубина залегания грунтовых вод в районе расположения отвалов 1,5—2 м.

Радиоактивное загрязнение металлолома — поверхностное, обусловлено бесконтрольным выносом радионуклидов из помещения цеха в период, прошедший со времени чрезвычайной ситуации до ее обнаружения. Металл подлежит сортировке на чистый—грязный обычным способом по мощности эквивалентной дозы и поверхностному загрязнению.

На площадке в виде отдельных насыпей сосредоточены радиоактивные отходы, в состав которых входят шлак, кирпич от разборки печей. Загрязнение материала насыпей носит объемный характер, объем радиоактивных отходов около 4700 м³, удельная активность изменяется от $9,6 \cdot 10^3$ до $4,8 \cdot 10^7$ Бк/кг, суммарная активность превышает $4,1 \cdot 10^{12}$ Бк, мощность эквивалентной дозы варьирует от 0,6 до 23,1 мкЗв/ч.

На площадке металлолома имеется участок хранения опасных промышленных отходов, которые включают:

отходы, выявленные и размещенные на площадке в результате дезактивации зданий и сооружений завода в 1989—2002 гг.;

несортированный металлолом, выявленный и размещенный на площадке в результате дезактивации в 1989—2006 гг.

Объем отходов около 3900 м³, удельная активность не превышает $9,6 \cdot 10^3$ Бк/кг. Площадь загрязненной ^{137}Cs территории площадки составляет около 8100 м², поверхностная активность 5600 м² составляет более $5 \cdot 10^5$ Бк/м². Глубина проникновения радионуклида в грунт достигает 0,6 м.

На заводе имеется однопутевая тупиковая ветка с выходом за территорию на основные пути федеральной железной дороги Курского на-

правления. Рельсовые пути железнодорожной ветки внутриобъектового назначения загрязнены в процессе удаления радиоактивного металла. Загрязнение рельсового пути и гравийной отсыпки носит поверхностный характер. Протяженность загрязненного участка около 50 м. Общая загрязненная площадь составляет 150 м², поверхностная активность 130 м² составляет более $5 \cdot 10^5$ Бк/м² (максимальное значение достигает $1,2 \cdot 10^7$ Бк/м²). Удельная активность изменяется от $1,9 \cdot 10^3$ до $2,4 \cdot 10^7$ Бк/кг.

Шлакоотвалы № 6, 7 расположены в центре заводской территории. Общий объем сосредоточенных на них материалов составляет ориентировочно 2800 м³, в том числе радиоактивные отходы 1800 м³. Загрязнение шлаков носит объемный характер суммарной активностью $\sim 2 \cdot 10^{11}$ Бк, общая площадь загрязненных ^{137}Cs территорий составляет 1100 м², из них 500 м² с загрязнением до $5 \cdot 10^5$ Бк/м² и 600 м² более $5 \cdot 10^5$ Бк/м², объем подлежащих сортировке материалов ~700 м³. Структура шлака внутри отвала различная: от монолитного спекшегося до рыхлой массы. На отвалах наряду со шлаком имеются и другие отходы хозяйственной деятельности — рельсы, куски труб, арматура, железобетонные плиты и их обломки, шпалы, строительный мусор, грунт.

Радиационное обследование объектов и загрязненных территорий в 2008 г. Радиоактивное загрязнение территории Подольского завода цветных металлов определяли путем измерения мощности эквивалентной дозы, удельной активности ^{137}Cs в почве и строительных конструкциях.

Распределение мощности эквивалентной дозы измеряли в соответствии с методикой радиационного контроля «Пешеходная радиометрическая γ -съемка», утвержденной техническим директором МосНПО «Радон» и согласованной с директором Центра метрологии ионизирующих излучений ВНИИФТРИ.

Как показывает опыт радиационных обследований, в результате пешеходной γ -съемки удается выявить до 90% загрязненных объектов. Результаты пешеходной γ -съемки наносили на карты-планы масштабом 1:500 (детализация наиболее радиоактивно загрязненных мест и объектов представлялась в масштабе 1:100). Мощность дозы γ -излучения измеряли на всех участках радиоактивного загрязнения с помо-

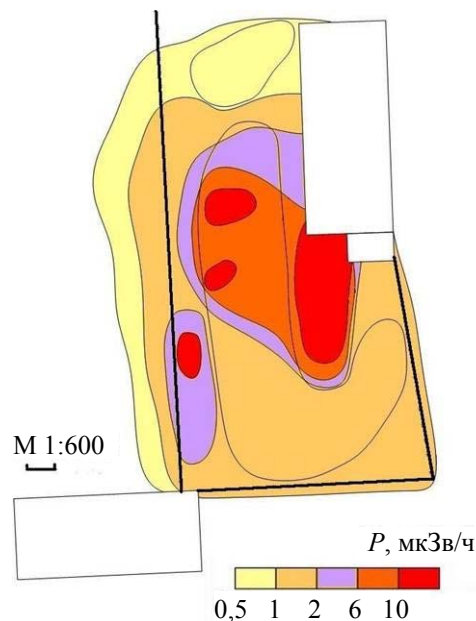
щью дозиметров-радиометров ДКС-96 с блоками детектирования БДЗА, БДПГ, БДЗБ, радиометров СРП-88М, СРП-68-01, дозиметров ДКГ-05 Д и ДТЛ-02.

Пешеходная γ -съемка выполнена по сетке 2×2 м со сгущением шага в местах радиоактивных аномалий до 1×1 м. В качестве готовой топографической основы использовали карты-планы масштабом 1:500 (1:200). Сеть измерений оператор разбивал на глаз, расстояние между профилями и точками измерений определяли шагами. Для привязки фиксированных точек измерений использовали карту-план (рабочий планшет), на которую нанесены здания, железнодорожные пути, границы территорий, бетонные заборы. Линии маршрутов и результаты фиксированных измерений оператор вносил непосредственно на рабочий планшет, который являлся основным первичным результатом измерений.

При выполнении пешеходной γ -съемки оператор непрерывно контролировал скорость счета импульсов радиометра, перемещая блок детектирования прибора на высоте 5—10 см над поверхностью земли. Через каждые 2 м по профилю измеряли мощность дозы γ -излучения, которую фиксировали на планшете.

При выявлении участков с повышенной мощностью дозы проводили детальные измерения вдоль дополнительных параллельных профилей, длина которых определялась мощностью эквивалентной дозы и заканчивалась при значениях, соответствующих средним для окружающих территорий. В процессе детализации определяли конфигурацию радиоактивного объекта, на карте местности обозначали его эпицентр и границы.

По результатам измерения для каждого выявленного радиоактивного объекта составляли примерные планы распределения радиоактивного загрязнения в масштабе 1:500 (1:200) (рис. 2). В наиболее загрязненных местах для определения распространения радиоактивного загрязнения в глубину почвы делали скважины в соответствии с методикой радиационного контроля «Радиоактивность подстилающих грунтов. Бурение и γ -каротаж скважин», утвержденной техническим директором МосНПО «Радон» и согласованной с директором Центра метрологии ионизирующих излучений ВНИИФТРИ. Измерения проводили с использованием поверенных



Р и с. 2. Распределение мощности эквивалентной дозы на шлакоотвалах № 1—5: — — ограждение

и аттестованных в установленном порядке приборов.

Резюмируя результаты исследований, можно отметить, что:

основными источниками загрязнения ^{137}Cs территории завода остаются отвалы средне- и низкоактивных отходов, представляющие собой шлаки, снятый при дезактивации грунт и элементы конструкций демонтированного оборудования;

загрязнение территории другими γ -излучающими нуклидами техногенного происхождения, а также β -излучающим ^{90}Sr не обнаружено. Содержание природных радионуклидов находится на уровне естественного фона;

высокий уровень содержания ^{137}Cs в обменной форме в глинистых грунтах на глубине до 1 м спустя 20 лет после чрезвычайной ситуации позволяет предположить, что происходит его постоянная подпитка посредством смыва дождевыми и талыми водами;

иные формы переноса ^{137}Cs (ветровой, механический) в значительном количестве маловероятны, за исключением природных катаклизмов и грубых технологических ошибок;

при проведении вскрышных работ на площадке бывшего отвала № 6 можно ожидать увеличения общего объема отходов, подлежащих переработке, примерно на 1000 м^3 за счет загрязненного грунта.

Перед проведением реабилитационных работ необходимо определить и согласовать с Центром государственного саннадзора Московской области критерии сортировки отходов по следующим основным позициям: строительные конструкции разрушаемого цеха рафинировочного отделения, металлолом, грунт и шлакогрунт, остаточное загрязнение грунта выше границы обводненного горизонта на отметке $-0,5$ м, загрязнение технической воды для сброса в ливневую канализацию, строительный мусор, бетонный бой, щебень.

Проект реабилитации территории завода.

В 1992—1993 гг. ГСПИ был разработан проект мероприятий по устранению последствий радиационного загрязнения и строительству временных хранилищ радиоактивных отходов на Подольском заводе цветных металлов. Его корректировали в 1997, 2001 и 2005 гг. В рамках проекта предполагалось создание на территории завода регионального временного хранилища радиоактивных отходов. Оценочный объем отходов, находящихся на территории и объектах завода, составляет ~ 20 тыс. м³. В соответствии с законодательством хранение отходов во временных хранилищах разрешено только в контейнерном виде [1]. Размещение и хранение такого количества отходов в контейнерах потребует значительных материальных затрат.

По результатам радиационного обследования 2007—2008 гг. на территории завода находится около 18,5 тыс. м³ несепарированных отходов, из них к среднеактивным может быть отнесено около 100—150 м³, к низкоактивным — 7 тыс. м³, остальные являются промышленными отходами, которые могут быть размещены в хранилище промышленно опасных отходов. Если сепаровать низкоактивные отходы, то можно снизить объем подлежащих окончательной изоляции до 1—1,5 тыс. м³. Этот объем может быть кондиционирован, упакован в металлические контейнеры КРАД-2,7 и отправлен на длительное хранение в МосНПО «Радон».

В связи с этим специалисты РНЦ «Курчатовский институт», МосНПО «Радон» и ЦУФС обратились в ГСПИ с предложением переработать и утвердить изменения в проект с целью отказаться от создания на территории завода временного хранилища отходов, как было предусмотрено более ранними версиями проекта. Такое решение, если оно будет найдено, отвечает нынешним требованиям законодательства и

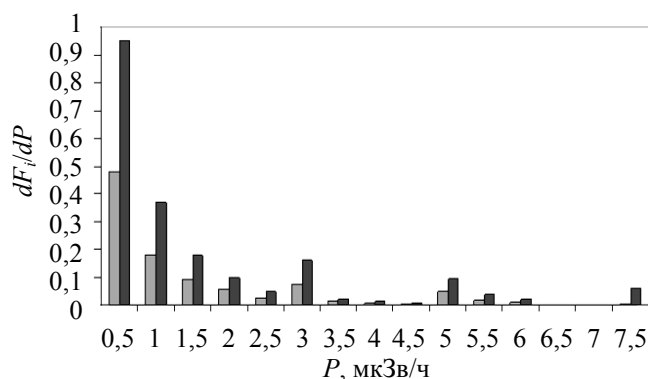
совпадает с позицией правительства Московской области, в ведении которого находится завод.

Переработка отвалов радиоактивно загрязненных грунтов. В результате обработки и анализа измерения радиоактивно загрязненных грунтов из отвалов, выполненных в 2008 г. на площадке завода, были построены статистические ряды и таблицы плотностей частоты dF/dP попадания измерений мощности эквивалентной дозы проб грунта в какой-либо из указанных в таблице интервалов мощности эквивалентной дозы dP , а также гистограммы, являющиеся статистическими аналогами кривых распределения по мощности дозы: числа и относительной массы проб (рис. 3).

Статистический ряд и таблица плотностей частоты для проб, отобранных на радиоактивно загрязненных объектах Подольского завода цветных металлов

Мощность D , мкЗв/ч	Число проб	Частота	Плотность частоты	Масса проб, кг
<0,5	142	0,47	0,95	169,7
0,5—1	56	0,19	0,37	64,1
1—1,5	27	0,09	0,18	32,3
1,5—2	15	0,05	0,1	19,6
2—2,5	7	0,02	0,05	8,2
2,5—3	23	0,08	0,15	25,6
3—3,5	4	0,01	0,03	4,5
3,5—4	2	0,007	0,01	2,3
4—4,5	1	0,003	0,007	1
4,5—5	14	0,47	0,09	17,3
5—5,5	5	0,02	0,03	6,1
5,5—6	3	0,01	0,02	3,7
6—6,5	0	0	0	0
6,5—7	0	0	0	0
7—7,5	1	0,003	0,07	1,2

На основании распределения проб грунта по мощности эквивалентной дозы, а также фракционного состава и иных физических свойств шлакогрунта и грунта была предложена предварительная технологическая схема дезактивации и оценено количество радиоактивно загрязненных материалов, которые могут быть выделены уже на стадии сепарации и переведены в категорию «промышленные отходы» (рис. 4) [1]. Доля таких материалов составляет $\sim 70\%$ их общей массы.



Р и с. 3. Распределение числа (■) и массы проб грунта (▨) из отвалов по мощности эквивалентной дозы

В соответствии с приведенной схемой для сепарации радиоактивно загрязненных грунтов в рамках реализации проекта ликвидации последствий радиационной аварии предполагается использовать комплекс установок, включающий установки поточной и покусковой радиометрической сепарации грунта, водно-гравитационной сепарации грунта. Помимо перечисленных основных технологических установок, в состав комплекса входят дробилка и грохоты.

В настоящее время в РНЦ «Курчатовский институт» в составе аналогичного комплекса работают в режиме опытно-промышленной эксплуатации установка водно-гравитационной сепарации и грохоты, в режиме пусконаладочных

работ — установка радиометрической сепарации [2, 3].

На этапе подготовки к сепарации грунта на площадке завода планируется модернизировать установку водно-гравитационной сепарации путем оптимизации компоновки ее основных технологических аппаратов и включения модуля механической оттирки фракции $-3+0,1$ мм, уточнить параметры технологической схемы, адаптировать технологии и отдельные аппараты к условиям работы с грунтом и другими материалами с площадки завода, скорректировать режимы отдельных аппаратов в зависимости от свойств сепарируемых материалов. Для установки поточной радиометрической сепарации грунта предусматривается усовершенствовать конструкцию, заменить вибрлоток на измерительный конвейер, установить ленточные конвейеры для выгрузки продуктов сепарации в контейнеры, калибровать измерительный блок на материалах с площадки завода.

Для покусковой радиометрической сепарации предполагается завершить проектирование, изготовить и пустить в опытно-промышленную эксплуатацию установку. Опытную-промышленную эксплуатацию установки планируется провести при ликвидации последствий радиационной аварии на заводе.

По предварительной оценке продолжительность планируемых работ составит 18 мес.

В рамках доработки и корректировки проекта ликвидации последствий радиационной аварии планируется реализовать следующие мероприятия и работы:

выбор и отработка технологии дезактивации строительных конструкций склада отдела капитального строительства и рафинировочного отделения, демонтажа и дезактивации расположенного в нем оборудования, а также технологии обращения с радиоактивно загрязненным металлоломом;

разработка проекта сноса или демонтажа зданий рафинировочного отделения и склада отдела капитального строительства, включая обращение с радиоактивными материалами, образующимися при демонтаже;

разработка программы контроля радиационной обстановки и дозиметрического контроля, обоснование безопасности, оценка воздействия на окружающую среду ликвидации последствий радиационной аварии;

дезактивация строительных конструкций,



Р и с. 4. Укрупненная технологическая схема переработки радиоактивно загрязненного грунта площадки Подольского завода цветных металлов

оборудования, металлоконструкций и металлолома;

сооружение на площадке завода временного участка дезактивации радиоактивно загрязненных материалов.

Предварительные оценки показали, что предлагаемые технологии переработки радиоактивно загрязненных материалов могут снизить объем отходов, направляемых на длительное хранение, в 8—10 раз и позволят соблюсти следующие критерии безопасности и охраны окружающей среды:

превышение мощности дозы естественного фона γ -излучения — не более чем на 0,11 мкЗв/ч;

среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе не будет превышать 27 Бк/м³.

Основным критерием окончания реабилитационных работ будет являться достижение уровня мощности γ -излучения на высоте 1 м над поверхностью земли, превышающего фоновое не более чем на 0,11 мкЗв/ч.

Сепарация, упаковка и кондиционирование вторичных отходов и их доставка на долговременное хранение в МосНПО «Радон» по сравнению с непереработанными материалами снижает затраты примерно на 10,8 млрд руб. При этом следует отметить, что сюда включены затраты на сооружение установок и укрытий для них на площадке завода.

Заключение. По результатам радиационного обследования предложено переработать и утвердить новую версию проекта, предусматривающую полное удаление радиоактивных отходов и создание на территории завода хранилища

только промышленных опасных отходов. В этом случае отпадает необходимость в постреабилитационных мероприятиях и эксплуатации временных хранилищ отходов. Средства, которые должны быть потрачены на эксплуатацию временного хранилища в течение времени его существования, превышают стоимость удаления отходов на длительное хранение в МосНПО «Радон». Такое решение позволит сэкономить средства, радиоактивные отходы будут упакованы в контейнеры, которые позволят их размещение в региональных хранилищах для окончательной изоляции, когда они будут созданы в Московском регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО 2002) СП 2.6.6.1168—02. М., 2002 (Минздрав России).
2. Волков В.Г., Зверков Ю.А., Иванов О.П. и др. Дезактивация радиоактивно загрязненного грунта в РНЦ «Курчатовский институт». — Атомная энергия, 2007, т. 103, вып. 6, с. 381—387.
3. Данилович А.С., Колтышев С.М. Установка радиометрической сепарации загрязненного грунта. — Приборы, 2009, № 12, с. 56—59.

Поступила в Редакцию 2.04.10

УДК 621.039.7.004.9

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПУНКТА ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В ПОС. ГРЕМИХЕ

Степеннов Д.Б., Максимов С.Б. (ИЯР РНЦ «Курчатовский ин-т», г. Москва)

С 2003 г. в рамках концепции экологической реабилитации бывших береговых технических баз Северного региона России РНЦ «Курчатовский институт» координирует работы по экологической реабилитации пункта временного хранения отработавшего ядерного топлива и рации и развития и Европейской комиссии в рамках программы ТАСИС [1].

диоактивных отходов в губе Червяной (пос. Гремиха). Пункт расположен на Кольском полуострове в 300 км восточнее Мурманска. Работы проводятся под руководством Росатома при поддержке Комиссариата по атомной энергии Франции, Европейского банка реконструк-

Для сопровождения экологической реабилитации на всех ее этапах от комплексного инже-