

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С РАО ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕРРИТОРИИ БЕРЕГОВОЙ БАЗЫ В П. ГРЕМИХА

Б.С. Степеннов, РНЦ КИ, А.В. Демин, ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ»

Общие положения

В «Концепции экологической реабилитации береговых технических баз Северного региона России», утвержденной руководителем Росатома в 2004 г., отмечается, что дальнейшая эксплуатация береговых баз (ББ) в губе Андреева и в губе Червяная (п. Гремиха) по приему ОЯТ и РАО от действующих кораблей ВМФ не предусматривается. ББ подлежат выводу из эксплуатации с последующей экологической реабилитацией.

Концепция обращения с РАО любого объекта Федерального агентства по атомной энергии (ФААЭ), в том числе и ББ в п. Гремиха, переданной в ведение Минатома в 2001 г., должна соответствовать общим положениям «Концепции Минатома России по обращению с радиоактивными отходами», введенной в действие приказом Министра № 475 от 03.08.2000, и учитывать специфику конкретного объекта.

Схема обращения с РАО согласно концепции предусматривает:

- сбор, сортировку, переработку и формирование упаковок РАО (кондиционирование), отвечающих требованиям стадий хранения и захоронения;
- временное хранение, транспортирование и захоронение кондиционированных радиоактивных отходов: упаковок короткоживущих РАО – в приповерхностные сооружения (наземные или заглубленные до 100 м), упаковок долгоживущих РАО – в глубокие геологические формации (на глубине 300 м и более).

Принятая Росатомом техническая политика в области обращения с РАО сводится в настоящее время к концентрации усилий по реализации стадий переработки, кондиционирования и временного хранения РАО объектов использования атомной энергии и отложенному решению реализации стадии захоронения. В качестве вынужденной меры принято временное ограничение схемы обращения с РАО стадией хранения. Сроки разработки и реализации стадии захоронения официально пока не определены, поэтому нормативная документация устанавливает продолжительность эксплуатации хранилищ (срок хранения) равной 30–50 годам. Предусматривается создание централизованных (региональных) долговременных хранилищ, что потребует в ближайшем будущем транспортирования упаковок РАО за пределы предприятий.

Политика в области обращения с РАО определяет технические решения для каждой из стадий обращения. При проектировании новых сооружений предполагают, что хранению подлежат кондиционированные отходы, т. е. упаковки РАО, рассматриваемые как закрытые источники ионизирующих излучений. Используемые контейнеры должны быть сертифицированы. Срок службы (долговечность) контейнера должна соответствовать проектному сроку эксплуатации хранилища или превышать его. Упаковки РАО формируются на установках кондиционирования и при поступлении в хранилище должны отвечать совокупным федеральным критериям приемлемости, определяемым требованиями стадий хранения и захоронения.

1. Специфика объекта в п. Гремиха

При рассмотрении конкретных организационно-технических решений по обращению с РАО в п. Гремиха важную роль играют специфические условия, сложившиеся в результате прошлой деятельности.

- Объект подлежит выводу из эксплуатации. Исчерпаны назначенный срок эксплуатации и ресурс работы систем и элементов объекта, утрачено первоначальное его назначение. Продление срока эксплуатации объекта не предусматривается. Перепрофилирование объекта также не планируется. В связи с этим *объем капитального строительства по возможности должен быть сведен к минимуму.*

- Существующая инфраструктура объекта не соответствует выполнению поставленных задач. На объекте нет штатных средств обращения с РАО, которыми можно было бы воспользоваться. Хранение РАО осуществляется не в штатных условиях и не отвечает современным требованиям, являясь источником радиоактивного загрязнения окружающей среды.

- В Северном регионе Российской Федерации в губе Сайда планируется создание централизованного комплекса по глубокой переработке ТРО и долговременному хранению кондиционированных ТРО. Поэтому в п. Гремиха *нецелесообразно предусматривать новые установки глубокой переработки ТРО и создание необходимой инфраструктуры под новое строительство.* В составе инфраструктуры объекта должны быть предусмотрены толь-

ADMINISTRATIVE AND TECHNICAL SOLUTIONS ON RW MANAGEMENT DURING REMEDIATION OF THE COASTAL BASE SITE IN GREMIKHA

B. Stepenov, RRC KI, Russia, A. Diemin, VNIPIET, Russia

General

In the "Concept of Environmental Remediation of Coastal Maintenance Bases in the Russian North" approved by the Head of Rosatom in 2004, Coastal Maintenance Bases (CMB) in Andreeva Bay and Chervianaya Bay (Gremikha) will no longer receive Spent Nuclear Fuel (SNF) and Radioactive Waste (RW) from operating Navy ships. The CMB shall be decommissioned with subsequent environmental remediation.

A concept of RW management at any facility of the Federal Agency for Atomic Energy, including the CMB in Gremikha that was transferred to Minatom in 2001, shall comply with general provisions of the "Concept of the Russian Minatom on Radioactive Waste Management" put in force by the Minister's Order # 475 of 03.08.2000 and take into account specific features of a given facility.

According to the concept, the RW management scheme includes:

- collection, sorting, treatment and package of RW (conditioning) to meet storage and disposal requirements;
- temporary storage, transportation and disposal of conditioned radioactive waste: short-lived RW packages - in near-surface facilities (above-ground or up to 100 m deep), and long-lived RW packages - in deep geological repositories (300 and more meters deep).

The technical policy in the field of RW management adopted by Rosatom at the moment reduces to efforts focused on implementation of phases of processing, conditioning and temporary storage of RW generating from nuclear facilities, and postponed decision concerning implementation of the disposal phase. As a necessary measure it was decided to temporarily limit the RW management scheme by the storage phase. No development and

implementation schedule has been officially set for the disposal phase; therefore regulations define the operating time of storage facilities (storage period) as 30 - 50 years. There are plans to build centralized (regional) long-term storage facilities, so in the near future RW packages will have to be transported outside the respective sites.

The policy described above defines technical solutions for the mentioned RW management phases. Newly constructed facilities are designed for conditioned waste storage, i.e. RW treated as closed ionization radiation sources. Certified containers shall be used. Container service life (endurance) shall not be less than the storage facility operating time. RW packages will be produced at conditioning facilities, and upon arrival at a storage facility they shall meet overall Federal waste acceptance criteria defined by requirements of storage and disposal phases.

1. Specific features of the facility in Gremikha

When considering specific administrative and technical solutions on RW management in Gremikha, it is important to take into account specific conditions formed as a result of previous operations at the site. The peculiarities include:

- The facility is subject to decommissioning. The specified operating time and service life of facility systems and components have expired; the facility is no longer used for its initial purpose. It is not planned to extend the facility life or repurpose the facility. Therefore the capital construction shall be reduced to a minimum as far as possible.
- The existing facility infrastructure does not allow fulfilling specified tasks. Conventional RW management facilities that might be used are not available at the site. RW is stored in off-design conditions not meeting modern



ко те установки, которые позволят минимизировать объемы РАО и обеспечить безопасность их транспортирования в региональный центр в губе Сайда.

- Объект является удаленным и изолированным, поэтому переработка отходов на месте должна быть минимизирована. Основной объем радиоактивных отходов после классификационной сортировки и уменьшения объема транспортирования (за счет фрагментации, упорядоченной укладки и предварительного прессования) должен быть упакован в контейнеры и отправлен на дальнейшую переработку в региональный центр в губе Сайда. При выборе технических решений по обращению с РАО *следует отдавать предпочтение мобильным, легко демонтируемым установкам*, средствам и сооружениям, не требующим капитального строительства. Установки должны быть простыми в управлении, требовать минимума вспомогательных систем и обслуживания, должна быть обеспечена их легкая доставка и сборка. С учетом суровых климатических условий мобильные установки необходимо размещать в укрытии (здании).

- Большое разнообразие видов твердых отходов. ТРО объекта различаются по месту хранения, номенклатуре, радиационным параметрам, физико-химическому составу и массогабаритным характеристикам. Поэтому важно распределить эти виды отходов на потоки и обосновать обращение с каждым из выделенных потоков отходов. Для реализации оптимальной схемы обращения с РАО принципиальное значение приобретает *система классификационной сортировки и ее приборное обеспечение*. Необходимо выбрать и обосновать критерии классификации для организации системы оптимальной поэтапной сортировки РАО.

- При реабилитации территории и разборке зданий и сооружений прогнозируется образование условно радиоактивных отходов, количественный вклад которых может быть заметным. Наличие условно радиоактивных отходов («VLLW») можно ожидать и среди накопленных НАО, удельная активность которых могла снизиться в результате радиоактивного распада до значения (и менее) нижней границы отнесения к РАО. Для *снижения нагрузки на систему обращения с ТРО на этапе сортировки следует разделить потоки радиоактивных и условно радиоактивных отходов*. При этом условно радиоактивные отходы с периодом потенциальной опасности не более 100 лет могут быть захоронены непосредственно на объекте в специальных приповерхностных могильниках упрощенной конструкции.

- В составе ТРО объекта имеются долгоживущие отходы, содержащие α -излучатели и β -, γ -излучатели – продукты активации (^{59}Ni , ^{63}Ni и др.). *Долгоживущие РАО требуют отдельного обращения*, так как они не могут быть захоронены приповерхностным способом, реализацию которого рассматривают в качестве первого этапа решения проблемы захоронения РАО в России. По-

этому при классификационной сортировке важно выделить эту группу отходов в отдельные потоки.

- Наличие большого количества крупногабаритных отходов *требует их фрагментации/резки до и/или после сортировки*. Для этого с учетом видов ТРО необходимо использовать оборудование нескольких типов.

- Большое количество ТРО хранится без упаковки, а те ТРО, которые хранятся упакованными, вследствие негерметичности контейнеров содержат воду и нуждаются в ее удалении, что *требует организации узла сушки*.

2. Цель и задачи обращения с РАО

Цель обращения с РАО – создание системы экологически безопасного обращения с отходами различных уровней активности и видов, накопленными и образующимися при проведении комплекса реабилитационных работ, при условии максимально возможного ограничения вредного воздействия ионизирующего излучения РАО на персонал, население и окружающую среду.

Основными задачами обращения с РАО являются:

- стабилизация существующего состояния ТРО, накопленных на открытых площадках;

- восстановление или создание новой минимально необходимой инфраструктуры объекта, обеспечивающей условия безопасного проведения работ по обращению с РАО;

- обоснование оптимальной схемы обращения с РАО с учетом специфических условий объекта в п. Гремиха;

- создание на объекте системы сбора, классификационной сортировки, частичной переработки и кондиционирования отходов с формированием упаковок РАО, отвечающих требованиям нормативной документации Российской Федерации по критериям приемлемости отходов для их транспортирования в региональный центр в губе Сайда на глубокую переработку и/или долговременное хранение;

- выбор установок (технологии и оборудования) сортировки и кондиционирования отходов, позволяющих достичь оптимального сокращения объема отходов для их транспортирования в региональный центр в губе Сайда на глубокую переработку и/или долговременное хранение;

- выделение из всего объема радиоактивных отходов группы «условно радиоактивных» («VLLW») отходов, с обеспечением условий захоронения этой группы отходов на объекте в хранилищах приповерхностного типа;

- обеспечение переработки накопленных и образующихся ЖРО на модульных установках переработки на объекте с использованием упрощенных технологических процессов, с получением упаковок кондиционированных отходов, пригодных для транспортирования в региональный центр на долговременное хранение;

- выбор и обоснование используемых для формирования упаковок РАО металлических и бетонных контей-

requirements, and so it is a source of radioactive contamination of the environment.

- There are plans to build a centralized complex for high-level processing of SRW and long-term storage of conditioned SRW in Saida Bay in the Russian North. Therefore it is impractical to plan construction of new facilities for high-level processing of SRW and building the infrastructure required for the new construction in Gremikha. Only facilities allowing minimization of RW volumes and safe transportation of the RW to the Regional Center in Saida Bay shall be included in the site infrastructure.

- The facility is remote and isolated, therefore on-site waste processing shall be minimized. The major volume of radioactive waste shall be packed in containers following classification sorting and reduction of volume to be transported (through fragmenting, ordered packing and pre-compacting) and shipped to the Regional Centre in Saida Bay for further processing. When selecting RW management options, preference should be given to mobile easily demountable plants, facilities and structures that do not involve capital construction. The plants shall be simple to operate, easy to deliver and install, require minimum auxiliary systems and servicing. In view of the severe climatic conditions, mobile plants shall be installed under cover (in a building).

- Wide variety of solid waste types. SRW at the facility differ in storage location, mix, radiation parameters, physicochemical composition and weight and size characteristics. Accordingly, it is important to divide these types of waste into flows and substantiate management of each identified waste flow. The classification sorting system and its instrumentation assume fundamental importance for implementation of the optimal RW management scheme. Classification criteria shall be selected and substantiated in order to establish a system of optimal step-by-step RW sorting.

- Significant volumes of very low level waste (VLLW) are expected to generate during remediation of the site and dismantlement of buildings and structures. VLLW may also be found among the accumulated LLW, which specific activity might decrease due to radioactive decay to a level corresponding to the lower limit of qualifying the waste as RW (or below the limit). In order to reduce the load on the SRW management system, VLLW flows shall be separated from other RW flows at the sorting stage. VLLW with the potential hazard period not over 100 years can be disposed of directly on the site in special near-surface repositories of simplified design.

- SRW at the site include long-lived waste containing α -emitters and β -, γ -emitters, activation products (^{59}Ni , ^{63}Ni and others).

- Long-lived RW shall be treated separately, since they cannot be placed in near-surface repositories, which may be expected to be built as the first phase of solving the disposal problem in Russia. Therefore it is important to

separate out flows of this waste during the classification sorting.

- Large volumes of bulky waste shall be fragmented / cut before and/or after the sorting. Several kinds of such equipment shall be used depending on SRW types.

- There is a large volume of unpacked SRW, and water is inside containers with SRW as the containers are leaking, so a drainage unit is required to remove the water.

2. Purpose and objectives of RW management

The purpose of RW management is to establish a system for environmentally safe management of waste of various activity levels and types that had been accumulated before and are generating in the course of remediation activities provided that the adverse impact of LRW ionizing radiation on the workers, public and environment is limited to the maximum extent possible.

Main RW management objectives include:

- stabilization of the current state of SRW accumulated in open areas;

- refurbishment of the existing site infrastructure or construction of a new minimum required one to provide conditions for safe RW management operations;

- justification of an optimum RW management scheme in view of specific conditions of the Gremikha site;

- establishment of an on-site system for collection, classification sorting, partial processing and conditioning of waste, including forming of RW packages that would meet RF regulatory requirements in terms of waste acceptance criteria to allow delivery of the waste to the Regional Centre in Saida Bay for high-level processing and/or long-term storage;

- selection of waste sorting and conditioning facilities (technology and equipment) enabling an optimum reduction in the waste volume for delivery to the Regional Centre in Saida Bay for high-level processing and/or long-term storage;

- separation of VLLW from the total volume of radioactive waste and providing conditions for on-site disposal of this group of waste in near-surface repositories;

- making provisions for processing of accumulated and generating LRW in modular treatment plants using simplified processes to produce conditioned waste packages suitable for delivery to the Regional Centre for long-term storage;

- selection and justification of metal and concrete containers to be used for producing RW packages meeting unification, certification, durability and other requirements of the Russian regulations;

- ensuring safe conditions of on-site temporary storage of RW packages before their shipment to the Regional Centre;

- meeting radiation safety requirements at all work stages including limitation of releases and discharges to the environment subject to ecological conditions and requirements.

Таблица 1. Оценка общего количества ТРО на ПВХ

Место нахождения ТРО	Объект ТРО	Объем ТРО, м ³	Масса, т	Удельная активность (уровни излучения)	Категория по СПОРО-2002
Хранилища ТРО	Металлические контейнеры в технологическом зале	525	-	-	НАО САО
	Металлические контейнеры в «саркофаге» 2 шт. 1,5 м ³ (гильзы термопар и СУЗ)	3	-	-	ВАО САО
Хранилища ЖРО	Трубопроводы, арматура, насосы на полу подвала и трубного коридора	5	-	До 8·10 ⁵ Бк/кг (насосы)	НАО
	Цементированные ЖРО на 1 этаже - 2 бочки по 200 л	0,4	-	До 120 мкЭв/ч	НАО
	Сменные фильтры установки очистки ЖРО «Поток»	-	-	До 220 мкЭв/ч	НАО
Плавучая емкость ПЕК-50	Емкости для ЖРО	~200	~180	До 6·10 ⁵ Бк/кг (До 35 мкЭв/ч)	НАО
Два внешних приямка	Гильзы термопар и СУЗ	2	-	До 170 Эв/ч	ВАО САО НАО
Монжусная площадка	Бетонные контейнеры	10	50	До 2·10 ⁶ Бк/кг	САО НАО
	Стальные контейнеры	-	-	-	САО НАО
Емкости в хранилищах ТРО		До 400	-	-	-
Площадка дезактивации	Контейнер для стержней СУЗ (2 шт. порожние)	-	-	-	-
	Контейнер тип 11 (1 шт. порожний)	-	-	-	-
ПВХТРО	Контейнер с ТРО, неконтейнеризированные ТРО	~82	-	-	ВАО САО НАО

неров, отвечающих требованиям нормативной документации Российской Федерации;

- обеспечение безопасных условий временного хранения упаковок РАО на объекте в п. Гремиха перед их отправкой в региональный центр;

- обеспечение требований радиационной безопасности на всех этапах проведения работ, включая ограничение выбросов и сбросов в окружающую среду с соблюдением экологических условий и требований.

3. Характеристика РАО

Твердые РАО

При эксплуатации пункта временного хранения (ПВХ), в основном в процессе проведения перегрузок топлива АПЛ и транспортно-технологических операций при отправке ОТВС с объекта, образовались твердые радиоактивные отходы, которые до сих пор там находятся. По уровню удельной активности представлены все категории отходов – ВАО, САО, НАО. Оценка общего количества ТРО приведена в табл. 1.

Накопленные на объекте твердые радиоактивные отходы различаются по массогабаритным характеристикам, физико-химическому составу, уровню удельной активности (низко-, средне- и высокоактивные) и радионуклидному составу (содержанию долгоживущих и короткоживущих α - и β -, γ -излучателей).

Общий объем накопленных твердых радиоактивных отходов составляет около 1500 м³, из них низкоактивных – около 86%, среднеактивных – около 13%, высокоактивных – около 0,5%.

По способам и месту хранения можно выделить следующие группы ТРО:

- отходы, которые хранятся навалом без упаковки на открытых площадках;

- отходы, которые хранятся на открытых площадках в контейнерах;

- отходы, которые хранятся навалом без упаковки в заглубленных хранилищах (емкости, не предназначенные для хранения ТРО);

- отходы, которые хранятся в зданиях и сооружениях, не имеющих статуса хранилища.

Вторичные ТРО, образующиеся при обращении с контейнерами ОЯТ и ТРО

При проведении работ на ПВХ в п. Гремиха предполагается образование твердых вторичных радиоактивных отходов.

Ориентировочное количество вторичных ТРО, образование которых ожидается за время проведения работ по реабилитации ПВХ, достигает 1000 м³.

Table 1. Estimation of the Total Volume of SRW at the TSF

SRW location	SRW description	SRW volume, m ³	Mass, t	Specific activity (radiation levels)	Category according to SPORO-2002
SRW storage	Metal containers in the process hall	525	-	-	LLW ILW
	Metal containers in the "sarcophagus". 2 containers 1,5 m ³ each (thermocouple cases and Control and protection system rod -CPS)	3	-	-	HLW ILW
LRW storage	Pipes, fittings, deposits on the floor of the basement and pipe lane	5	-	Up to 8·10 ⁵ Bq/kg (deposits)	LLW
	Cement-grouted LRW on the first floor – 2 drums 200 l each	0,4	-	Up to 120 μ Sv/h	LLW
	Disposable filters from the "Potok" LRW treatment plant	-	-	Up to 220 μ Sv/h	LLW
PEK-50 Floating tank	LRW tanks	~200	~180	Up to 6·10 ⁵ Бк/кг (Up to 35 μ Sv/h)	LLW
Two sinks outside the building	Thermocouple cases and CPS	2	-	Up to 170 Sv/h	HLW ILW LLW
Montejus area	Concrete containers	10	50	Up to 2·10 ⁶ Bq/kg	ILW LLW
	Steel containers	-	-	-	ILW LLW
ETanks in the SRW storage facilities		Up to 400	-	-	-
Decontamination area	Container for CPS rods (2 empty containers)	-	-	-	-
	Container of type 11 (1 empty container)	-	-	-	-
Open Pad Temporary Storage Site	Containers with SRW, bulk SRW	~82	-	-	HLW ILW LLW

3. Characteristic of radioactive waste SRW

SRW was produced during TSF operation, mainly from refueling of nuclear powered submarines and Spent Fuel Assemblies management for removal from the site, and thus far remains on the site. All waste categories by the specific activity level - High-level waste (HLW), intermediate-level waste (ILW) and low-level waste (LLW) - are represented. The estimated total volume of SRW is shown in Table 1.

SRW accumulated on the site differs in weight and size characteristics, physicochemical composition, specific activity level (low-, intermediate- and high-level waste), and radionuclide composition (long- and short-lived α - and β -, γ -emitter content).

The total volume of accumulated SRW is about 1500 m³, about 86% of which is low-level waste, about 13% - intermediate-level waste, and about 0,5% - high-level waste.

The following SRW groups may be identified by storage methods and places:

- unpacked waste stored in bulk in open areas;
- waste stored in containers in open areas;
- unpacked waste stored in bulk in buried storages (tanks not intended for SRW storage);
- waste stored in buildings and structures that do not have a status of storage facilities.

Secondary SRW generated from handling SNF and SRW containers

The generation of the secondary SRW is expected by carrying out the operations at Gremikha TSF.

The rough volume of the secondary SRW throughout the TSF remediation activities is expected to be up to 1000 m³.

LRW

The total volume of LRW liquid accumulated at the TSF

Table 2 below shows the total volume of LRW accumulated on the site based on analysis of data obtained from radiation surveys of LRW storage places in Gremikha.

Total volume of generating LRW

The following process and non-process secondary LRW will be generated during operations on SNF and SRW removal from places of their accumulation and preparation for shipment outside the site:

- LRW from the cooldown and drainage unit;
- Low-level waste: decontamination solutions and waters from decontamination of equipment, vehicles and rooms, shower and other waters from change rooms;
- Low-level storm sewerage waters.

Volumes and characteristics of the LRW are shown in Table 3 below.

At the moment the volume of LRW accumulated on the

Жидкие РАО

Общее количество жидких радиоактивных отходов, накопленных на ПВХ

Данные по общему количеству накопленных на объекте ЖРО, полученные в результате радиационного обследования объектов хранения ЖРО в п. Гремиха, приведены в табл. 2.

Общее количество образующихся ЖРО

В процессе выполнения работ по удалению ОЯТ и ТРО из мест накопления и подготовке их к вывозу за пределы объекта образуются вторичные технологические и нетехнологические жидкие радиоактивные отходы:

- ЖРО из модуля разморозки и осушки;
- низкоактивные отходы: дезактивационные растворы и воды от дезактивации оборудования, транспортных средств и помещений; душевые и другие воды из санпускников;

- низкоактивные воды дождевой канализации.

Количество и характеристики этих ЖРО приведены в табл. 3.

По оценкам в настоящее время объем накопленных ЖРО на объекте составляет не менее 320 м³ без учета ЖРО в плавемях ПЕК-50. В процессе работ по реабилитации объекта предполагается образование не более 1000 м³/год ЖРО в основном низкого уровня активности.

4. Организационные и технические решения по обращению с РАО при реабилитации территории береговой базы в п. Гремиха

4.1. Концептуальная схема обращения с различными видами РАО

Анализ специфики условий реабилитации объекта позволил выработать конкретные концептуальные положения схемы обращения с РАО и наметить организационные и технические решения по ее реализации.

Основные критерии выбора организационных и технических решений по обращению с РАО:

- простота, отработанность, эффективность применяемых технологий и процессов в сочетании с обеспечением ЯРБ;
- минимизация введения новых капитальных строений;
- минимизация этапов технологического процесса обращения с РАО с обеспечением норм транспортирования и критериев приемлемости в региональные центры для последующей работы;
- унификация и минимизация номенклатуры контейнеров, используемых в ТТС.

Концептуальная схема обращения с накопленными и вновь образующимися РАО в филиале № 2 «Сев РАО» представлена на рис. 1.

Предложенная концептуальная схема предусматривает следующие основные организационные и технические мероприятия:

- переработку ЖРО на объекте на модульных установках с применением простых технологий и получением в качестве конечного продукта переработки цементованных концентратов ЖРО, упакованных в защитные бетонные контейнеры, сертифицированные для транспортирования в региональный центр и хранения в наземных долговременных хранилищах на территории регионального центра;

- сбор (извлечение из неорганизованных мест хранения) и классификационную сортировку ТРО, находящихся на хранении без упаковок с выделением:

- высоко- и среднеактивных ТРО, содержащих долгоживущие нуклиды (ДЖН);
- низкоактивных ТРО, содержащих ДЖН;
- средне- и низкоактивных ТРО, содержащих короткоживущие нуклиды (КЖН);
- условно радиоактивных ТРО (VLLW);

- фрагментацию и омоноличивание цементным раствором не подлежащих дальнейшей переработке высоко- и части среднеактивных ТРО, содержащих ДЖН, с формированием упаковок, пригодных для транспортирования и долговременного хранения в хранилищах регионального центра;

- фрагментацию и предварительную подпрессовку части (мягких ТРО) низкоактивных ТРО, содержащих ДЖН, средне- и низкоактивных ТРО, содержащих КЖН, с формированием упаковок, сертифицированных для транспортирования данной группы ТРО на переработку в региональный центр в губе Сайда;

- захоронение в приповерхностном могильнике на объекте в п. Гремиха условно радиоактивных ТРО (VLLW);

- упаковку ТРО, хранящихся в контейнерах и имеющих паспорта качества, в сертифицированные транспортные контейнеры для отправки на переработку в региональный центр в губе Сайда.

4.2. Обращение с ЖРО

В соответствии с решениями, принятыми в Обосновании инвестиций (ОБИН), при разработке технических решений по обращению с ЖРО рассматриваются два основных варианта:

site is estimated as at least 320 м³ if LRW in PEK-50 floating tanks is excluded. It is expected that low-level LRW will be mostly generated at a rate of 1000 м³/y maximum during the facility remediation activities.

4. Administrative and technical solutions on RW management during remediation of the coastal base site in Gremikha

4.1. Conceptual scheme of RW management

Analysis of the peculiarity of the site remediation conditions allowed developing a conceptual framework of the RW management scheme and outlining administrative and technical solutions for implementation of the scheme.

The administrative and technical solutions on RW management were selected on the basis of the following criteria:

- Technologies and processes to be used shall be simple, proven, efficient and shall ensure nuclear and radiation safety.
- Minimum construction of permanent buildings.
- Minimum number of steps in the RW management process along with meeting acceptance criteria and regulations relating to transportation to regional centers for subsequent operations.

- Unification and minimization of a range of containers used in transportation and management schemes.

The conceptual flow chart of handling RW accumulated and generating at SevRAO Branch #.2 is presented in Fig. 1.

The proposed conceptual scheme provides for the following basic technical and administrative measures:

- LRW treatment in modular plants using simple processes with a final product in the form of cement-grouted LRW concentrate packed in shielding concrete containers certified for transportation to the Regional Centre and long-term above-ground storage at the Regional Centre site;
- Collection (removal from non-organized storage places) and classification sorting of SRW in storage with separation of:

- high- and intermediate SRW containing LLN,
- low-level SRW containing LLN,
- intermediate- and low-level SRW containing SLN,
- very low-level SRW (VLLW).

- fragmentation and grouting of high-level SRW and part of intermediate-level SRW containing LLN that are not subject to further processing, and preparation of packages suitable for transportation and long-term storage in storage facilities of the Regional Centre,

- fragmentation and pre-compaction of a part of low-level SRW containing LLN, and intermediate- and low-level SRW containing SLN (soft SRW), and preparation of packages certified for transportation of this class of SRW to the Regional Centre in Saida Bay for processing,

- disposal of very low-level SRW in a near-surface repository at the Gremikha site,
- packing of containerized SRW having passports of quality in certified shipping casks for delivery to the Regional Centre in Saida Bay for processing.

4.2. LRW management

According to options adopted in the OBIN when developing technical solutions on LRW management, the following two basic options of LRW management are considered:

- option 1 – removal of all accumulated and generating LRW from the TSF;
- option 2 – processing of all accumulated and generating LRW at the TSF.

The conceptual flow chart for the LRW management options is presented in Fig. 2.

The process of management of low- and intermediate-level low- and high-salt LRW according to option 1 provides for preparation of the LRW for removal by ship to Zvezdochka and/or Atomflot and includes the following steps:

- collection of LRW;
- interim storage and neutralization;
- pH adjustment (if necessary);
- sedimentation of suspensions, formation of decantate and sediment;
- compaction of the sediment;
- cement grouting of the sediment;
- cement grouting of interiors of shielding concrete containers;
- interim storage of the containers with the grouted sediment;
- transportation of the concrete containers to the Regional Centre in Saida Bay for long-term storage;
- delivery of the decantate to a ship intended for transportation of LRW.

The process of the same LRW management according to the second option will include the following steps:

- collection of LRW;
- interim storage and neutralization;
- sedimentation of suspensions and compaction of the sediment;

Таблица 2. Общее количество накопленных ЖРО

Место нахождения ЖРО	Объем ЖРО, м ³	Категория по СПОРО-2002
Емкости для ЖРО; приямки 1 и 2; приемные гнезда 1, 2, 4; ПВХТРО.*	260	НАО
	60	САО
	0,25	ВАО

* Без учета ЖРО в плавемях ПЕК-50.

Table 2. The Total Volume of Accumulated LRW

LRW location	LRW volume, m ³	Category according to SPORO-2002
LRW tanks; sinks Nos. 1&2; receptacles 1, 2&4; Open Pad.*	260	LLW
	60	ILW
	0,25	HLW

Таблица 3. Количество и характеристика вторичных ЖРО

Номенклатура	Количество, м³/год	Категория, РАО	Радиационные характеристики
ЖРО от дезактивации автотранспорта и контейнеров	Не более 70	НАО	$3,7 \cdot 10^2 - 3,7 \cdot 10^3$ Бк/л
ЖРО от дезактивации зданий и сооружений	250	НАО	От 10^3 до 10^7 кБк/кг
	50	САО	До 10^3 кБк/л
Технологические ЖРО (из модуля разморозки и осушки)	До 8	НАО	До 10^7 кБк/л
	До 1,5	САО	До $3,7 \cdot 10^2$ кБк/л
Воды дождевой канализации с ПВХТРО	240	НАО	До $3,7 \cdot 10^2$ кБк/л
Душевые и другие воды из санпропускников	360	НАО	До $3,7 \cdot 10^2$ кБк/л
Воды от саншлюзов	460	НАО	До $3,7 \cdot 10^2$ кБк/л
Всего:	968	НАО	
	51,5	САО	

- вариант 1 – вывоз всех накопленных и образующихся ЖРО с ПВХ;

- вариант 2 – переработка всех накопленных и образующихся ЖРО на ПВХ.

Принципиальная схема вариантов обращения с ЖРО изображена на рис.2.

Технология обращения с низко- и среднеактивными малосолевыми и высокосолевыми ЖРО по варианту 1 обеспечивает подготовку ЖРО к вывозу судном на ФГУП «ЦС«Звездочка» и/или ФГУП «Атомфлот». Подготовка ЖРО предусматривает проведение следующих технологических операций:

- сбор ЖРО;
- временное хранение, усреднение;
- корректировку pH (при необходимости);
- осаждение взвесей, получение декантата и осадка;
- уплотнение осадка;
- цементирование осадка;

- заливку цементного раствора в защитные бетонные контейнеры;

- временное хранение контейнеров цементированного осадка;

- транспортирование бетонных контейнеров на долговременное хранение в региональный центр в губе Сайда;

- передачу декантата на судно для перевозки ЖРО.

Технология обращения с ЖРО по варианту 2 включает следующие технологические операции:

- сбор ЖРО;
- временное хранение, усреднение;
- осаждение взвесей и уплотнение осадка;
- переработку осветленных ЖРО методом упаривания на модульной установке;
- цементирование осадка и концентратов от упаривания ЖРО;
- контрольную доочистку конденсата от упаривания среднеактивных ЖРО на селективных сорбентах;

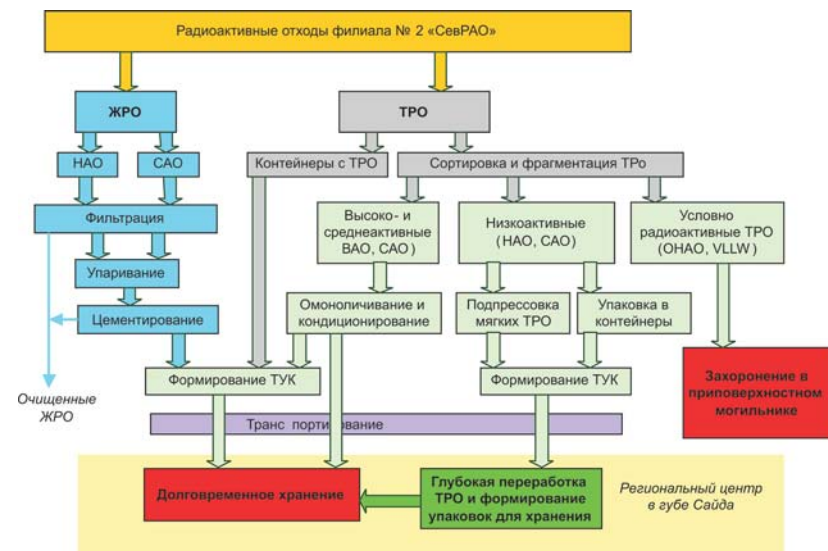


Рис. 1. Концептуальная схема обращения с РАО в филиале № 2 «СевРАО»

Table 3. Volume and characteristic of the secondary LRW

LRW type	Volume, m³/y	RW category	Radiation characteristics
LRW from decontamination of vehicles and containers	70 max	LLW	$3,7 \times 10^2 - 3,7 \times 10^4$ Bq/l
LRW from decontamination of buildings and structures	250	LLW	
	50	ILW	from 10^3 to 10^7 kBq/kg
Process LRW (from the cooldown and drainage unit)	up to 8	LLW	up to 10^3 kBq/l
	up to 1,5	ILW	up to 10^7 kBq/l
Storm sewerage waters from the Open Pad	240	LLW	up to $3,7 \times 10^2$ kBq/l
Shower and other waters from change rooms	360	LLW	up to $3,7 \times 10^2$ kBq/l
Waters from contamination control stations	400	LLW	up to $3,7 \times 10^2$ kBq/l
Total :	968	LLW	
	51,5	ILW	

- treatment of clarified LRW by evaporation in a modular plant;

- cement grouting of the sediment and concentrates produced by the LRW evaporation;

- check post-treatment of the condensate from evaporation of intermediate-level LRW using selective sorbents;

- cement grouting of interiors of shielding concrete containers;

- interim storage of the containers with the grouted sediment,

- transportation of the concrete containers to the Regional Centre in Saida Bay for long-term storage;

discharge of purified LRW into household sewerage or recycling.

Analysis of comparison criteria for the above options has shown advantages of option 2 over option 1 mostly due to significant administrative and technical difficulties with

making arrangements for safe transportation of LRW by sea to other facilities for processing.

Based on the estimated total volume of accumulated LRW (at least 320 m³) and volumes of LRW generating annually in the course of remediation activities (1000 m³/y maximum), the average output of the LRW treatment facility was estimated at 300–400 liters per hour.

It is proposed to use a modular evaporation plant as a basic LRW concentration unit. The presence of surface-active substances (SAS) in LRW may have a significant effect on the evaporation plant performance. Sampling and analysis of accumulated LRW demonstrated the absence of SAS in the LRW. To preclude any SAS content in LRW generated every year, it is suggested that SAS-free decontamination solutions and detergents should be used in the operations, so that SAS do not affect the evaporation process.

Collection tanks will be used for LRW interim storage

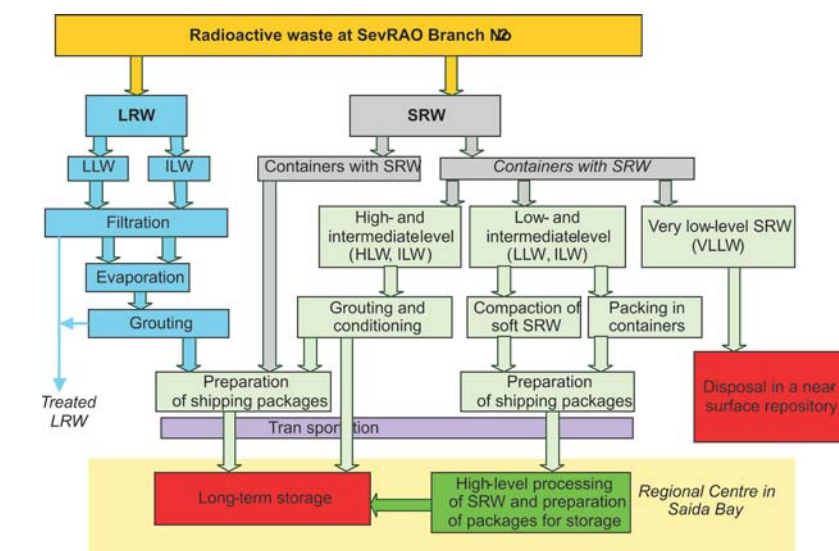


Fig. 1. Conceptual Flow Chart of RW Management at SevRAO, Branch #.2

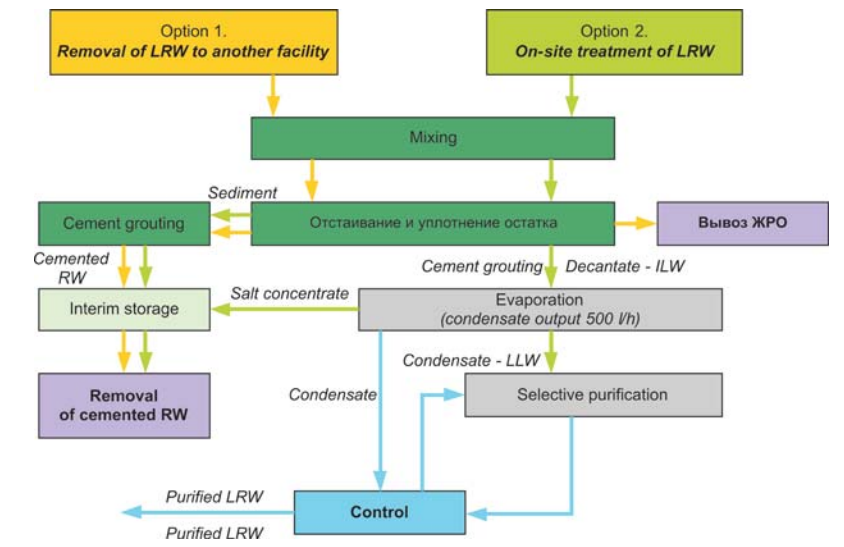
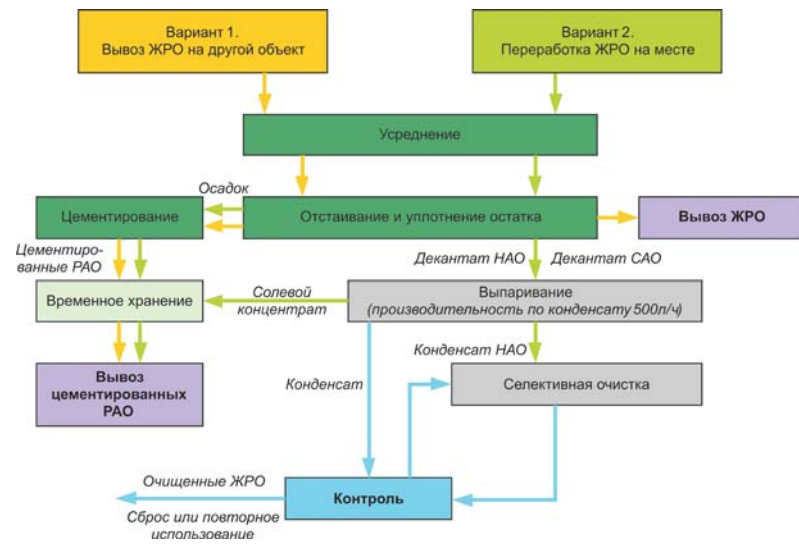


Рис. 2. Принципиальная схема обращения с ЖРО

Fig. 2. Conceptual Flow Chart of LRW Management

- заливку цементного раствора в защитные бетонные контейнеры;
- временное хранение контейнеров цементированного осадка;
- транспортирование бетонных контейнеров на долговременное хранение в региональный центр в губе Сайда;
- слив очищенных ЖРО в хозяйственную канализацию для передачи на повторное использование.

ЖРО предлагается использовать модульную выпарную установку. Эффективность работы выпарной установки существенно зависит от наличия поверхностно-активных веществ (ПАВ) в ЖРО. Взятые пробы и анализы накопленных ЖРО показали отсутствие в них ПАВ. Для исключения содержания ПАВ в ежегодно образующихся ЖРО в процессе выполнения работ предложено использовать дезактивирующие и моющие растворы, не содержащие ПАВ, чтобы исключить их влияние на процесс выпаривания ЖРО.

Анализ критериев сравнения представленных вариантов показал преимущество варианта 2 по сравнению с вариантом 1 в основном вследствие значительных организационных и технических сложностей обеспечения безопасного транспортирования ЖРО морским транспортом на другие объекты для переработки.

Временное хранение и усреднение ЖРО, а также сбор очищенных ЖРО для проведения контроля активности перед сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию будет производиться с применением емкостей-сборников. В качестве емкостей-сборников предполагается использовать имеющиеся на «СевРАО» контейнеры-цистерны ИМО-5 вместимостью 20 м³.

С учетом общего объема накопленных ЖРО (не менее 320 м³) и объемов ежегодно образующихся ЖРО в процессе выполнения работ по реабилитации (не более 1000 м³/год) определена средняя производительность установки переработки ЖРО – 300–400 л/ч.

В процессе разработки аппаратных схем переработки ЖРО была также проанализирована возможность использования существующих установки цементирования «МУЦ» и установки сорбционной очистки (селективной

and neutralization and for collection of treated LRW for checking activity prior to discharge into the household sewerage system. It is proposed to use IMO-5 tank containers of volume 20 m³ available at SevRAO as collection tanks.

By developing LRW treatment flow charts, the possibility of using the existent MUC cementing plant and the EKO-2 LRW sorption treatment (selective sorption) plant was assessed. For a number of reasons it was considered that these plants could not be used in the new LRW treatment processes. The MUC cementing plant is designed for operations with cement compound with the highest activity of 10⁶Bq/kg which is insufficient, and the EKO-2 plant does not meet current safety requirements.

- a section for LRW unloading from a tank lorry;
- purified LRW control tanks;
- area for buffer storage of drums with low-level cemented LRW;
- modular gas-cleaning process equipment;
- auxiliary systems equipment.

It is proposed to install process equipment for LRW treatment according to options 1 and 2 in free rooms of existing building where the EKO-2 plant is located and in a newly constructed annex to this building in place of the existent annex (to be demolished). The layout of buildings and structures of the LRW management system is shown in Fig. 3.

- The annex is intended for:
- units of plants for LRW preparation for treatment;
 - LRW cementing plant;
 - area for reloading of drums with cement compound;
 - purified LRW control tanks.

After refurbishment of the EKO-2 plant building, it will accommodate:

The annex will be constructed in place of the old one to be demolished. The annex will have a through vehicle corridor with a 5-ton crane.

As an alternative option the use of assembly room in the SRW storage building is considered for the emplacement of LRW treatment units. The layout of buildings and structures of the LRW management system for this option is shown in Fig. 4. Implementation of this option will allow avoiding new construction of the annex and reducing, to a considerable

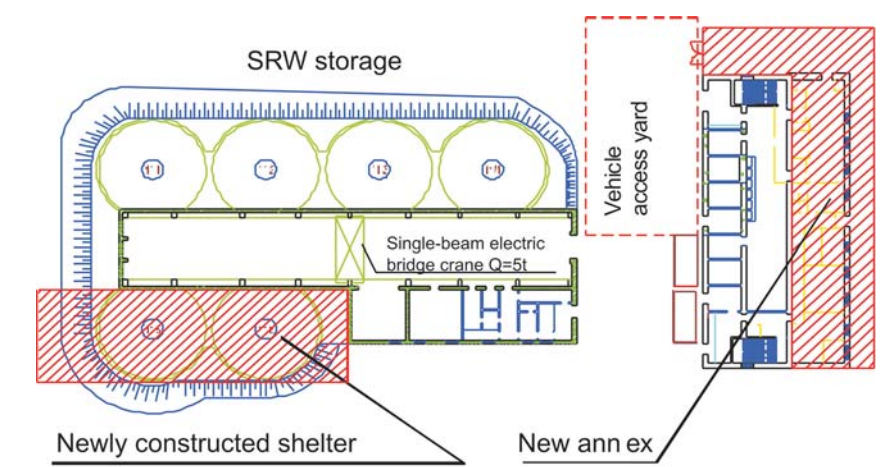


Рис.3. Схема расположения зданий и укрытий для размещения оборудования цеха ЖРО

Fig. 3. Layout of Buildings and Shelters for LRW Treatment Equipment

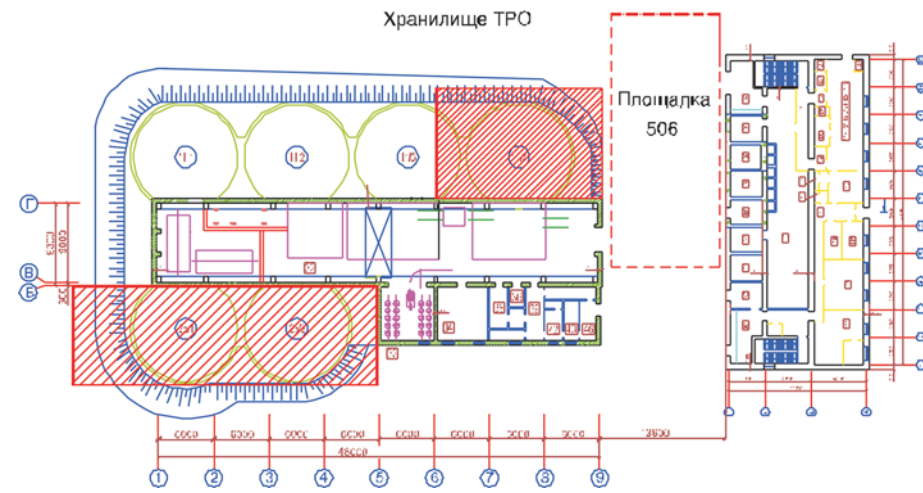


Рис. 4. Схема расположения зданий и укрытий для размещения оборудования цеха ЖРО по альтернативному варианту

сорбции) ЖРО – ЭКО-2. Однако по ряду причин было признано, что эти установки не могут быть использованы в новых технологических схемах переработки ЖРО. Так, установка цементирования «МУЦ» рассчитана на работу с цементным компаундом активностью не более 10⁶Бк/кг, что является недостаточным при переработке ЖРО, а установка ЭКО-2 не отвечает современным требованиям безопасности.

Для размещения технологического оборудования участков переработки ЖРО по вариантам 1 и 2 предусматриваются использование свободных помещений существующего здания, где размещается установка ЭКО-2, и строительство новой пристройки к нему на месте существующей пристройки, подлежащей сносу. Компонировка зданий и сооружений системы обращения с ЖРО показана на рис 3.

Здание установки ЭКО-2 после реконструкции предназначается для размещения:

- узла разгрузки ЖРО из автоцистерны;
- контрольных емкостей очищенных ЖРО;

ценных ЖРО.

Пристройка имеет сквозной транспортный въезд, оснащенный краном грузоподъемностью 5 т.

В качестве альтернативного варианта размещения модулей переработки ЖРО рассматривается использование монтажного зала хранилища ТРО. Компонировка зданий и сооружений системы обращения с ЖРО по этому варианту изображена на рис. 4. Реализация этого решения позволит избежать новых строительных работ по созданию пристройки и в значительной степени сократить технологические связи емкостей сбора ЖРО, размещаемых в хранилище ТРО, и технологических установок переработки ЖРО, которые могут быть размещены в монтажном зале хранилища ТРО, а не в пристройке к зданию 17.

Для рассмотрения данного варианта необходимо решить вопрос удаления из здания 19 находящихся там на временном хранении более 520 контейнеров с ТРО (с учетом работ в 2008 г.) и освобождения этого здания для размещения там установок переработки ЖРО. Эти

контейнеры могут быть перемещены на временное хранение на специальную площадку под скалой или в первоочередном порядке вывезены в транспортных контейнерах в региональный центр в губе Сайда. Но эти вопросы требуют дополнительной, более детальной проработки для принятия окончательного решения по выбору варианта.

4.3. Обращение с ТРО

Одним из этапов работ по реабилитации ПВХ в п.

- участка буферного хранения бочек с низкоактивными, цементированными ЖРО;
- газоочистного технологического оборудования в модульном исполнении;
- оборудования вспомогательных систем.

Пристройка предназначается для размещения:

- модулей установок подготовки ЖРО к переработке;
- установки цементирования ЖРО;
- участка перегрузки бочек с цементным компаундом;
- контрольных емкостей очи-

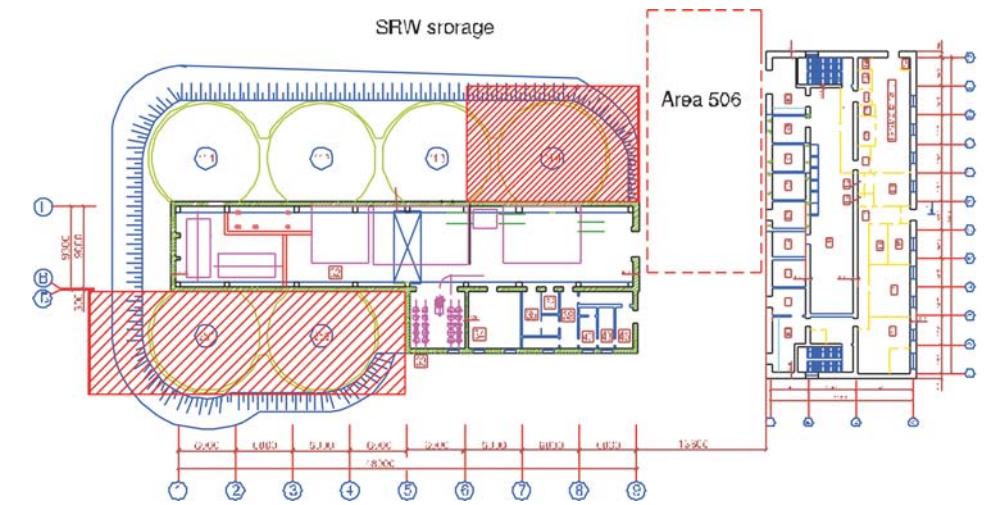


Fig. 4. Layout of Buildings and Shelters for LRW Treatment Equipment for the Alternative Option

degree, process links between LRW collection tanks to be located in the SRW storage building and LRW treatment plants, which can be installed in the assembly room in the SRW storage building instead of the annex.

This option can be considered if over 520 containers with SRW in temporary storage in the SRW storage building are removed from the building (in view of the work planned for 2008), and the building is vacated to allow installation of LRW treatment plants. The containers may be transferred for temporary storage in the special area under the rock or removed in shipping casks to the Regional Centre in Saida Bay in the first place. These issues, however, shall be further studied in more detail before a final choice of the option can be made.

4.3. SRW Management

One of the phases of Gremikha TSF remediation activities is removal of accumulated SRW from the waste accumulation places.

In view of the small volumes of accumulated and generating SRW, and specific requirements of the Gremikha TSF, the SRW management scheme provides for establishment of a minimum required and sufficient SRW management process including SRW conditioning and removal to the Regional SRW Processing Centre in Saida Bay.

The conditioning process consists of classification sorting and certification of SRW according to NP-020-2000 requirements, packing (or repacking) of SRW and preparation of shipping packages according to NP-053-04 requirements for delivery by container ship to the Saida Bay.

The following two containers will be prepared for removal:

- containers with waste prepared for long-term storage and disposal;
- containers with waste to be further treatment.

The conceptual flow chart of SRW management at the TSF in Gremikha is shown in Fig. 5.



Рис. 5. Принципиальная схема обращения с ТРО

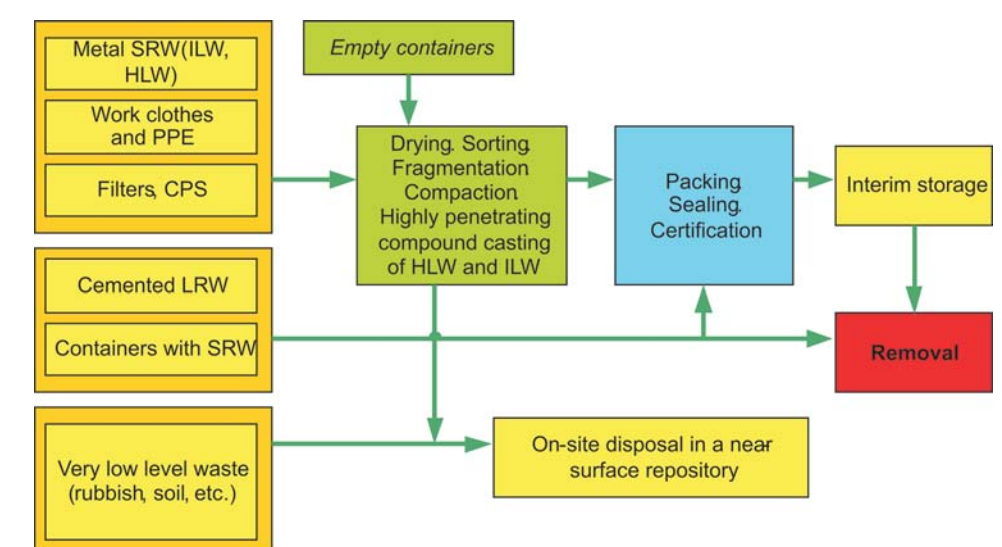


Fig. 5. Conceptual Flow Chart of SRW Management

Таблица 4. Перечень и характеристика контейнеров двухцелевого назначения для транспортирования кондиционированных РАО в региональный центр в губе Сайда

Оборудование и его технические характеристики	Тип, марка контейнеров, аналог	Обозначение документа, стадия разработки	Место применения оборудования	Число, ед.	Примечание
1. Контейнер-сборник необоротный* V = 6 м³ (5,2), h _{стенки} = 10 мм Габариты: 2650×1750×1375 мм Материал: сталь углеродистая m = 800 кг	КТ-6000/1	Новая разработка	Площадка 500/1 и ПВХТРО, здания 504, 505, площадки 502 и 515	26	Для чехлов типа 22 и кассет контейнеров типа 6, ловушек Л1-31, фильтров Ф1-3
2. Контейнер транспортный оборотный двухцелевого назначения V = 2,58 м³, Габариты: D=2000мм, H = 1274мм Материал: сталь углеродистая m = 990 кг	УКТИА	ГОСТ16327-88	Здания 504, 505, площадки 502 и 515	217	Для размещения бочек БН-0,2 с прессуемыми ТРО
3. Защитный невозвратный контейнер двухцелевого назначения Габариты: 1650×1650×1375 мм Материал: железобетон m = 4300 кг	НЗК-150-1,5П	ГОСТ Р51824-2001	Здания 504, 505, площадки 502 и 515. На этапе 2 площадка 500/1 и ПВХТРО	905 + 70	Для отходов НАО и САО
4. Вкладыш бетонный в контейнер НЗК-150 Габариты: 1600×1600×1300мм Материал: бетон m _{стенки=250мм} = 7,64(с крышкой) V = 0,415м³	-	Новая разработка	Здания 504, 505, площадки 502 и 515. На этапе 2 площадка 500/1 и ПВХТРО	70	В комплекте с контейнером НЗК-150 для ВАО.
5. Транспортный контейнер для ТРО V = 32,2 м³ Габариты: 6058×2438×2438 мм Материал: сталь углеродистая m = 2500 кг	Морской 20-футовый контейнер 1С	То же	Площадки 502, 515	20	Для контейнеров НЗК 150-1,5П, КТ-6000/1, УКТИА. По НП-053-04;
6. Контейнер универсальный крупнотоннажный транспортный для низкоактивных РАО V = 32 м³ Габариты: 5895×2270×2381 мм Материал: сталь нержавеющая m = 2550 кг	УКТН-24000	ТУ 3177-0010552243 99-2005	Площадки 502, 515	7	По НП-053-04; ТИ<10, Принадлежность ЗАО «Экомет С»

*На стадии дальнейшего проектирования возможно использование контейнера типа «короб вместимостью 5,2 м³», предложенного фирмой «Астес» (Италия) для пункта временного хранения, расположенного в губе Андреева.

Гремиха является удаление накопленных ТРО. С учетом небольшого количества накопленных и образующихся ТРО, а также специфических требований на ПВХ в п. Гремиха схема обращения с ТРО предусматривает разработку минимально необходимого и достаточного процесса обращения с ТРО, заключающегося в кондиционировании ТРО и вывозе в региональный центр по обращению с ТРО в губе Сайда.

Процесс кондиционирования заключается в классификационной сортировке и паспортизации ТРО в соответствии с требованиями НП-020-2000, упаковке (или пере-

упаковке) ТРО и подготовке транспортных упаковок в соответствии с требованиями НП-053-04 для вывоза на судне-контейнеровозе в губу Сайда.

К вывозу будут подготавливаться два потока контейнеров:

- контейнеры с отходами, подготовленные для длительного хранения и захоронения;
- контейнеры с отходами, которые требуют дальнейшей переработки.

Принципиальная схема обращения с ТРО на ПВХ в п. Гремиха показана на рис. 5.

Table 4. List and Characteristic of Dual-Purpose Containers for Transportation of Conditioned RW to the Regional Centre in Saida Bay

Description and technical characteristics of equipment	Container type, analogue	Standard, development stage	Place of equipment application	Pcs.	Note
1. Non-returnable collection container* V = 6 m³ (5,2), h _{wall} =10 mm Sizes: 2650×1750×1375 mm Material: carbon steel m = 800 kg	КТ-6000/1	New development	Area 500/1 and Open Pad, buildings 504 and 505, areas 502 and 515	26	For casings of type 22 and casings of type 6 containers, Л1-31 traps, Ф1-3 filters
2. Dual-purpose returnable shipping cask V = 2,58 m³, Sizes = 2000 mm, H = 1274 mm Material: carbon steel m = 990 kg	УКТИА	ГОСТ 16327-88	Buildings 504 and 505, areas 502 and 515	217	For БН-0,2 drums with compactable SRW
3. Non-returnable dual-purpose shielding container Sizes: 1650×1650×1375 mm Material: reinforced concrete m = 4300 kg	НЗК-150-1,5П	ГОСТ Р51824-2001	Buildings 504 and 505, areas 502 and 515. At phase II – area 500/1 and Open Pad	905 + 70	For LLW and ILW
4. Concrete insert for НЗК-150 container Sizes: 1600×1600×1300 mm Material: concrete m _{стенки=250мм} = 7,64(with the lid) V = 0,415м³	-	New development	Buildings 504 and 505, areas 502 and 515. At phase II – area 500/1 and Open Pad	70	Complete with НЗК-150 container for HLW.
5. Shipping cask for SRW V = 32,2 m³ Sizes: 6058×2438×2438 mm Material: carbon steel m = 2500 kg	20-foot marine container 1С	New development	Areas 502 and 515	20	For НЗК 150-1,5П, КТ-6000/1, УКТИА. containers According to NP-053-04
6. General-purpose large-tonnage shipping container for low-level waste V = 32 m³ Sizes: 5895×2270×2381 mm Material: stainless steel m = 2550 kg	УКТН-24000	ТУ 3177-0010552243 99-2005	Areas 502 and 515	7	According to NP-053-04; ТИ<10, Belongs to Ecomet S

* In further designing there may be used a container of "5,2-m³ box" type proposed by Actec (Italy) for the temporary storage facility in Andreeva Bay.

Classification sorting is the most important process operation in RW management aimed at forming waste flows according to processing, storage and disposal methods.

The proposed solid waste classification system uses the following criteria:

- waste origin (sources);
- radiation parameters: exposure or effective dose rate, specific activity, radionuclide composition, period when the waste is potentially hazardous;
- physicochemical properties: combustible and incombustible, soft, metal, concrete, and soil;

- processing methods: waste that can be decontaminated, compacted, remelted, fragmented, and unreclaimable waste;

- mass and size parameters of waste: large-size equipment that can be fragmented, large-size equipment that cannot be fragmented, long objects, thick-walled and thin-walled metal.

Objectives of the classification sorting include:

- reduction of the radioactive waste volume through identification of the non-radioactive waste category and a part of very low level SRW that can be considered "clean" waste after 100-year storage;

Классификационная сортировка отходов является важнейшей технологической операцией обращения с РАО, направленной на формирование потоков отходов по способам переработки, хранения и последующего захоронения.

Критериями предлагаемой системы классификации твердых отходов являются:

- происхождение (источники образования) отходов;
- радиационные параметры: мощность экспозиционной или эффективной дозы, удельная активность, радионуклидный состав, срок потенциальной опасности отходов;
- физическо-химические свойства: горючие и негорючие, мягкие, метал, бетон, грунт;
- методы переработки: дезактивируемые, прессуемые, переплавляемые, фрагментируемые, неперерабатываемые отходы;
- массогабаритные параметры отходов: крупногабаритное фрагментируемое оборудование; крупногабаритное нефрагментируемое оборудование; длинномерные изделия; толстостенный и тонкостенный металл.

Задачами классификационной сортировки являются:

- сокращение объема радиоактивных отходов в результате выделения категории нерадиоактивных отходов, а также части условно радиоактивных ТРО, которые после хранения в течение 100 лет могут быть переведены в категорию «чистых» отходов;
- разделение радиоактивных отходов на долгоживущие и короткоживущие РАО;
- разделение ТРО на группы по способам переработки: горючие и негорючие; перерабатываемые и неперерабатываемые; низко-, средне- и высокоактивные отходы формируют в отдельные потоки.

Все ТРО, которые могут быть переработаны, осушаются, сортируются по соответствующим группам, фрагментируются, а мягкие низкоактивные ТРО дополнительно подпрессовываются (в целях уменьшения объемов транспортирования и обеспечения безопасности при транспортировании), паспортизируются и укладываются в контейнеры, которые будут направлены на дальнейшую переработку в региональный центр в губе Сайда.

Высоко- и среднеактивные ТРО, содержащие ДЖН, которые не могут быть эффективно переработаны с помощью существующих методов переработки, фрагментируются, упорядоченно укладываются в защитные контейнеры и иммобилизируются цементным раствором для обеспечения безопасности при транспортировании на долговременное хранение в региональный центр и дополнительной биологической защиты этих отходов при транспортировании и долговременном хранении.

Условно радиоактивные ТРО (VLLW), выявленные по соответствующим критериям приемлемости в процессе проведения работ по реабилитации территории, а также в процессе классификационной сортировки ТРО, могут

быть направлены на захоронение в приповерхностный могильник курганного типа, по конструкции аналогичный тому, который в настоящее время проектируется для объекта в губе Андреева.

Для проведения этих работ в составе цеха обращения с РАО предусмотрено создание участков обращения с контейнерами на ПВХТРО, кондиционирования и временного хранения ТРО и приготовления бетонного раствора. Чтобы обеспечить функционирование этих участков, будут задействованы объекты существующей инфраструктуры после реконструкции, а также построены новые здания и сооружения.

Установки по кондиционированию ТРО предполагается разместить в существующих зданиях после их реконструкции и двух дополнительно построенных пристройках. Размещение зданий и сооружений по кондиционированию ТРО и их назначение показано на рис. 6.

Площадка хранения контейнеров с ТРО предназначена для:

- временного хранения контейнеров-сборников с ТРО, удаленных с ПВХТРО;
- временного хранения контейнеров с ТРО двухцелевого назначения;
- формирования транспортных упаковок;
- формирования транспортной партии.

Площадка хранения порожней тары предназначена для временного хранения порожних контейнеров-сборников и контейнеров двухцелевого назначения для ТРО, а также расходных материалов (цемента, химреагентов и др.).

Здание обращения с ТРО предназначено для вскрытия «старых» контейнеров, извлечения ТРО, сортировки, фрагментации, подпрессовки и кондиционирования ТРО. В здании предусмотрена установка следующих технологических модулей:

- технологический модуль тамбур-шлюза;
- модуль перегрузки объектов ТРО;
- модуль разморозки и сушки;
- модуль воздушно-плазменной резки;
- модуль извлечения ТРО из контейнеров;
- модуль газоочистки;
- модуль дезактивации оборудования;
- модуль вакуумной уборки;
- модуль подпрессовки мягких низкоактивных ТРО;
- модуль установки крышек контейнеров;
- модуль шлюз-камер.

Здание кондиционирования ТРО предназначено для формирования упаковок с ТРО. В здании предусмотрена установка следующих технологических модулей:

- модуль фиксации ТРО и герметизации крышки контейнеров типа НЗК;
- модуль комплектации металлических контейнеров;
- модуль дезактивации оборудования и наружных поверхностей контейнеров;

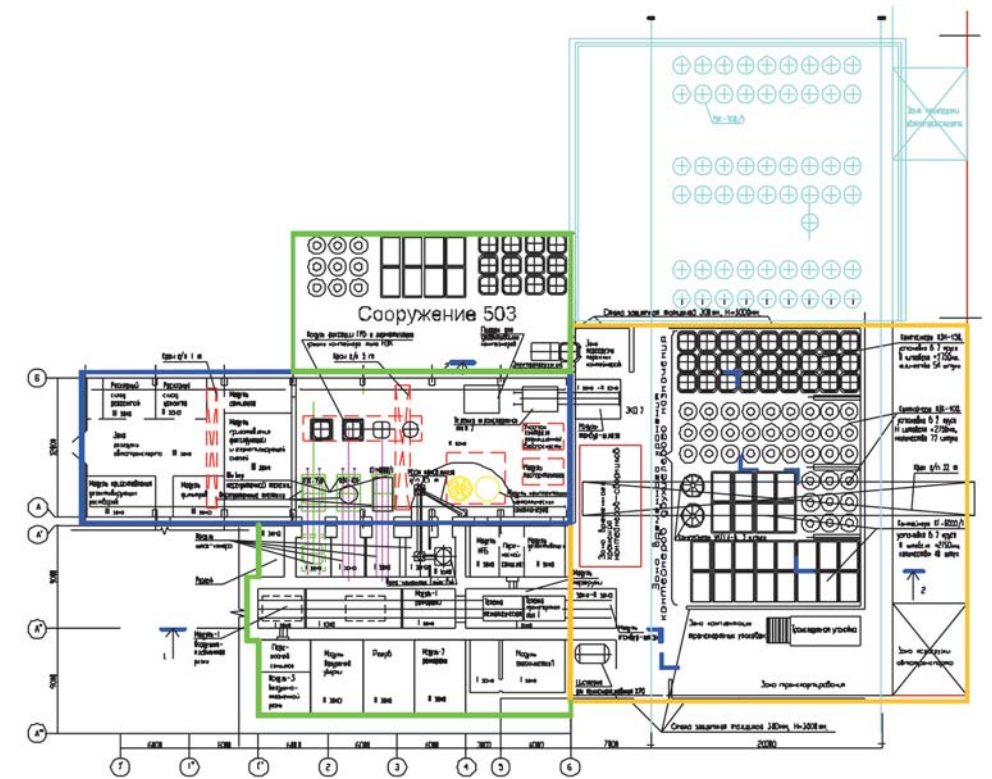


Рис. 6. Здания и сооружения для кондиционирования ТРО

Fig. 6. Buildings and Structures for SRW Conditioning

- separation of radioactive waste into long-lived and short-lived RW;

- SRW grouping by processing methods. Combustible and incombustible; reclaimable and unreclaimable, low-, intermediate- and high-level waste form separate flows.

All SRW that can be processed is drained, sorted into groups and fragmented, and soft low-level SRW is additionally compacted (to reduce the volume to be transported and ensure safety during transportation), certified and packed into containers to be delivered to the Regional Centre in Saida Bay for further treatment.

High-level SRW and intermediate-level SRW containing LLN that cannot be effectively treated by existing methods is fragmented, packed into shielding containers in a certain order and immobilized by cement grout to ensure safety during transportation to the Regional Center for long-term storage and provide additional biological shielding of the waste during transportation and long-term storage.

Very low level SRW (VLLW) identified on the basis of corresponding acceptance criteria in the course of the site remediation activities and during the SRW classification sorting may be disposed of in a near-surface repository of a mound type similar in design to that being developed for the TSF in Andreeva Bay.

To perform this work, it is proposed to establish a RW management department including an area for handling containers at the Open Pad, and area for SRW conditioning and temporary storage, and an area for concrete

preparation. These areas will be operated using the existent infrastructure facilities after their refurbishment, and also construction of new buildings and structures is planned.

SRW conditioning units will be installed in existent buildings after their refurbishment, and in two newly constructed annexes. Layout of structures to be used for SRW conditioning is shown in Fig. 6.

The area for storage of containers with SRW is intended for:

- temporary storage of collection containers with SRW removed from the Open Pad;
- temporary storage of dual-purpose containers with SRW;
- preparation of shipping packages;
- making up a shipment.

The area for storage of empty containers is intended for temporary storage of empty collection containers, dual-purpose SRW containers, and consumables (cement, chemicals, etc.).

The building for SRW management is intended for opening "old" containers, SRW extraction, sorting, fragmentation, compaction and conditioning. The following process units will be installed in the building:

- entrance cabin unit;
- SRW container transfer unit;
- cooldown and drainage unit;
- air plasma cutting unit;
- unit for SRW removal from containers;

- модуль паспортизации;
- модуль приготовления дезактивирующих растворов;
- расходный склад реагентов;
- расходный склад цемента.

4.4. Формирование транспортных упаковок различных видов твердых отходов

Процесс обращения с ТРО завершается размещением кондиционированных ТРО в контейнеры и транспортные упаковочные комплекты, герметизацией ТУК, его маркировкой, радиационным контролем и при необходимости дезактивацией наружной поверхности, подготовкой паспортной документации. В результате кондиционирования твердых отходов, с учетом их разделения на указанные выше виды (группы), образуются упаковки РАО различных типов.

По своему назначению упаковки этих типов могут быть разделены на следующие группы:

- необоротные контейнеры, направляемые в региональный центр на долговременное хранение;
- оборотные транспортные контейнеры (упаковка типа «А») для транспортирования ТРО в первичных упаковках на переработку в региональный центр;
- дополнительные оборотные транспортные контейнеры (для формирования упаковки типа «В») для других контейнеров в соответствии с требованиями НП-053-04.

Перечень и характеристика контейнеров двухцелевого назначения для транспортирования кондиционированных РАО в региональный центр в губе Сайда приведены в табл.4.

Такой достаточно большой перечень типов упаковок для транспортирования кондиционированных ТРО обусловлен большой номенклатурой различных видов ТРО, имеющихся на объекте, а также необходимостью соблюдения всех требований безопасности при транспортировании ТРО в региональный центр в губе Сайда.

Таким образом, для транспортирования кондиционированных ТРО предусматривается использование шести типов транспортных контейнеров:

- контейнеры п. 1 и 3 (см. табл.4) используются в качестве необоротных контейнеров, направляемых в региональный центр на долговременное хранение;
- контейнеры п. 2 и 6 используются в качестве оборотных транспортных контейнеров (упаковка типа «А») для транспортирования ТРО в первичных упаковках на переработку в региональный центр;
- контейнеры п. 5 используются в качестве дополнительных оборотных транспортных контейнеров (упаковка типа «В») для других контейнеров в соответствии с требованиями НП-053-04.

Представляют интерес разработки и предложения зарубежных организаций по контейнерам, необходимым для формирования транспортных упаковок с РАО. В России из всего рассмотренного выше парка контей-

неров разработаны, сертифицированы и находятся в промышленной эксплуатации лишь несколько видов. Использование существующих зарубежных контейнеров серийного производства позволит значительно сократить сроки начала вывоза ТРО из объекта в п. Гремиха в региональный центр в губе Сайда. Предлагаемые контейнеры должны отвечать требованиям нормативной документации Российской Федерации, характеризоваться долговечностью, а также оптимальными технико-экономическими показателями.

5. Заключение

К настоящему времени в рамках завершающейся разработки Концептуального проекта по обращению с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АПЛ «ВВР», АПЛ типа «Альфа» и реабилитации территории ПВХ в п. Гремиха проработаны основные организационные и технические вопросы обращения с РАО, накопленными на объекте.

Намечены этапы реализации по обращению с РАО, разработаны принципиальные технологические схемы обращения с различными группами отходов, выбираются типы контейнеров для хранения и транспортирования РАО, начат выбор установок и оборудования, предложены компоновочные решения установок переработки и кондиционирования отходов, находятся в стадии обоснования схемы размещения новых сооружений и укрытий на генплане объекта.

До начала разработки рабочего проекта по комплексу обращения с РАО на ПВХ в п. Гремиха необходимо выполнить дополнительные проработки и принять окончательное решение о целесообразности размещения участков переработки ЖРО в пристройке к зданию 17 или в здании 19 с перемещением контейнеров с ТРО, находящихся в этом здании, на временное хранение на специальную площадку или с вывозом их в региональный центр в губе Сайда.

Для ускорения решения проблемы реабилитации объекта необходимо учитывать имеющийся опыт зарубежных фирм в использовании установок и оборудования по обращению с РАО.

Рекомендованы критерии по выбору установок и оборудования обращения с РАО:

- действующие или находящиеся в завершающей стадии разработки;
- мобильность исполнения, удобство транспортировки, простота сборки и демонтажа;
- приемлемые стоимостные показатели;
- простота и надежность технологического процесса кондиционирования;
- легкость в управлении и эксплуатации;
- минимум вспомогательных систем обслуживания;
- ремонтпригодность;
- универсальность.

- gas cleaning unit;
- equipment decontamination unit;
- vacuum cleaning unit;
- unit for soft low-level SRW compaction;
- container lid installation unit;
- lock chamber unit.

The SRW conditioning building is intended for preparation of SRW packages. The following process units will be installed in the building:

- unit for SRW holding and NZK-type container lid sealing;
- unit for metal containers packaging;
- unit for decontamination of equipment and outer surfaces of containers;
- certification unit;
- unit for decontamination solution preparation;
- active storage of chemicals;
- active storage of cement.

4.4. Preparation of shipping packages with SRW of different types

The final stage of SRW management consists in placing conditioned SRW in containers and shipping package sets (TUK), sealing and marking of the TUK, radiation control and, when necessary, decontamination of the outer surfaces, and preparation of certificates. Different types of RW packages are produced from SRW conditioning in view of its classification into the above types (groups).

These package types may be broken down into the following groups by their purpose:

- non-returnable containers to be delivered to the Regional Centre for long-term storage;
- returnable shipping casks (package of type A) for transportation of SRW in original packages to the Regional Centre for treatment;
- additional returnable shipping casks (for making up a package of type B) for other containers according to NP-053-04 requirements.

Table 4 lists and describes dual-purpose containers for transportation of conditioned RW to the Regional Centre in Saida Bay.

This long list of package types for transportation of conditioned SRW results from the wide range of SRW types found at the site and by the need to meet all safety requirements during SRW transportation to the Regional Centre in Saida Bay.

So it is proposed to use 6 - types of shipping containers for transportation of conditioned SRW:

- containers under ## 1 and 3 above will be used as non-returnable containers to be delivered to the Regional Centre for long-term storage;
- containers ## 2 and 6 above will be used as returnable shipping casks (package of type A) for transportation of SRW in original packages to the Regional Centre for treatment;

- containers # 5 above will be used as additional returnable shipping casks (package of type B) for other containers according to NP-053-04 requirements.

Foreign design studies and proposals on containers needed for making up RW shipping packages are of interest now. Only a few containers from the above list have been developed, and certified and operated in Russia. The use of existent foreign containers of serial production will essentially advance the starting date of SRW removal from Gremikha to the Regional Centre in Saida Bay. Proposed containers shall meet requirements of RF regulations and demonstrate durability and optimum technical-and-economic indices.

5. Conclusion

Now basic administrative and technical issues relating to management of RW accumulated in Gremikha have been studied as part of development of the "Conceptual Design for Management of Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste from VVR and Alpha NPS and Remediation of the Gremikha TSF".

RW management stages have been outlined, conceptual flow charts of handling various waste groups have been developed, container types for RW storage and transportation are being selected, selection of plants and equipment have been started, layout solutions for waste treatment and conditioning plants have been proposed, a location plan of new structures and shelters in the facility general layout is being substantiated.

Prior to starting detailed design development for the RW management complex at the Gremikha TSF, additional studies shall be performed, and a final decision shall be made concerning expediency of deploying LRW treatment areas in the annex or in the SRW storage building with transfer of SRW containers located in this building to a special area for temporary storage or with removal to the Regional Centre in Saida Bay.

To expedite solution of the facility remediation problem, the existing foreign experience in the use of RW management plants and equipment should be taken into account.

It was recommended to use the following criteria when selecting plants and equipment for RW management:

- operating facilities or those ones being at the completion phase of development;
- portability, convenience of transportation, simplicity of assembly and dismantling;
- reasonable cost;
- simplicity and reliability of the conditioning process;
- easy control and operation;
- minimum auxiliary service systems;
- maintainability;
- universality