

Серия технических документов МАГАТЭ

IAEA-TECDOC-1815

Применение системы бенчмаркинга обращения с эксплуатационными отходами реакторов ВВЭР



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ БЕНЧМАРКИНГА
ОБРАЩЕНИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ
ОТХОДАМИ
РЕАКТОРОВ ВВЭР**

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИСПАНИЯ	ПОЛЬША
АВСТРИЯ	ИТАЛИЯ	ПОРТУГАЛИЯ
АЗЕРБАЙДЖАН	ЙЕМЕН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛБАНИЯ	КАЗАХСТАН	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АЛЖИР	КАМБОДЖА	РУАНДА
АНГОЛА	КАМЕРУН	РУМЫНИЯ
АНТИГУА И БАРБУДА	КАНАДА	САЛЬВАДОР
АРГЕНТИНА	КАТАР	САН-МАРИНО
АРМЕНИЯ	КЕНИЯ	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АФГАНИСТАН	КИПР	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КИТАЙ	СЕВЕРНАЯ МАКЕДОНИЯ
Бангладеш	КОЛУМБИЯ	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАРБАДОС	КОНГО	СЕНЕГАЛ
БАХРЕЙН	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНТ-ВИНСЕНТ И ГРЕНАДИНЫ
БЕЛАРУСЬ	КОСТА-РИКА	СЕНТ-ЛЮСИЯ
БЕЛИЗ	КОТ-д'ИВУАР	СЕРБИЯ
БЕЛЬГИЯ	КУБА	СИНГАПУР
БЕНИН	КУВЕЙТ	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ,	ЛАТВИЯ	СЛОВЕНИЯ
МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ	ЛАОССКАЯ НАРОДНО- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛЕСОТО	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БОТСВАНА	ЛИБЕРИЯ	СУДАН
БРАЗИЛИЯ	ЛИВАН	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИВИЯ	ТАДЖИКИСТАН
БУРКИНА-ФАСО	ЛИТВА	ТАИЛАНД
БУРУНДИ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТОГО
ВАНУАТУ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ВЕНГРИЯ	МАВРИКИЙ	ТУНИС
ВЕНЕСУЭЛА,	МАВРИТАНИЯ	ТУРКМЕНИСТАН
БОЛИВАРИАНСКАЯ	МАДАГАСКАР	ТУРЦИЯ
РЕСПУБЛИКА	МАЛАВИ	УГАНДА
ВЬЕТНАМ	МАЛАЙЗИЯ	УЗБЕКИСТАН
ГАБОН	МАЛИ	УКРАИНА
ГАИТИ	МАЛЬТА	УРУГВАЙ
ГАЙАНА	МАРОККО	ФИДЖИ
ГАНА	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	ФИЛИППИНЫ
ГВАТЕМАЛА	МЕКСИКА	ФИНЛЯНДИЯ
ГЕРМАНИЯ	МОЗАМБИК	ФРАНЦИЯ
ГОНДУРАС	МОНАКО	ХОРВАТИЯ
ГРЕНАДА	МОНГОЛИЯ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ГРЕЦИЯ	МЬЯНМА	ЧАД
ГРУЗИЯ	НАМИБИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ДАНИЯ	НЕПАЛ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	НИГЕР	ЧИЛИ
РЕСПУБЛИКА КОНГО	НИГЕРИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ДЖИБУТИ	НИДЕРЛАНДЫ	ШВЕЦИЯ
ДОМИНИКА	НИКАРАГУА	ШРИ-ЛАНКА
ДОМИНИКАНСКАЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЭКВАДОР
РЕСПУБЛИКА	НОРВЕГИЯ	ЭРИТРЕЯ
ЕГИПЕТ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ЭСВАТИНИ
ЗАМБИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭСТОНИЯ
ЗИМБАБВЕ	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭФИОПИЯ
ИЗРАИЛЬ	ОМАН	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИНДИЯ	ПАКИСТАН	ЯМАЙКА
ИНДОНЕЗИЯ	ПАЛАУ	ЯПОНИЯ
ИОРДАНИЯ	ПАНАМА	
ИРАК	ПАРАГВАЙ	
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ	ПАПУА — НОВАЯ ГВИНЕЯ	
РЕСПУБЛИКА	ПЕРУ	
ИРЛАНДИЯ		
ИСЛАНДИЯ		

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение «более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире».

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ
БЕНЧМАРКИНГА ОБРАЩЕНИЯ С
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ОТХОДАМИ
РЕАКТОРОВ ВВЭР

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Берн) и пересмотренной в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно оформляется соглашениями типа роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом случае в отдельности. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Издательская секция

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр,

а/я 100,

A1400 Вена, Австрия

Факс: +43 1 26007 22529

Тел.: +43 1 2600 22417

Эл. почта: sales.publications@iaea.org

Веб-сайт: <https://www.iaea.org/publications>

Для получения дополнительной информации по данному документу обращайтесь по адресу:

Секция технологии обращения с отходами
Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр

а/я 100

1400 Вена, Австрия

Эл. почта: Official.Mail@iaea.org

© МАГАТЭ 2019

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии

Август 2019 года

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1991 году МАГАТЭ инициировало осуществление регионального проекта по обращению с радиоактивными отходами (РАО) на водо-водяных энергетических реакторах (ВВЭР) с целью повышения безопасности, надежности и эффективности систем обращения с отходами. Концепция проекта предусматривала хранение не переработанных отходов на площадках ВВЭР с последующей переработкой, кондиционированием и захоронением накопленных отходов на стадии вывода из эксплуатации. Это приводило к накоплению большого количества радиоактивных отходов, хранящихся на площадках, и повышению риска радиологических инцидентов и загрязнения окружающей среды. Поэтому в странах, эксплуатирующих реакторы типа ВВЭР, необходимо было разработать новую стратегию обращения с РАО, охватывающую все долговременные аспекты обращения с отходами.

Одним из результатов проекта стал подробный опросный лист по проектным требованиям к ВВЭР, который отражал информацию о политике в области обращения с отходами и технических требованиях в участвующих странах; проектные данные и рабочие параметры систем сбора, переработки и кондиционирования отходов; характеристики каждого потока отходов на АЭС (количество, объем, форма отходов, а также химический и радиохимический состав); ограничения по сбросам жидких радиоактивных отходов (ЖРО) для каждой станции.

МАГАТЭ продолжило работу в этом направлении, и в 2006 году разработало систему бенчмаркинга обращения с радиоактивными отходами (РАО) реакторов ВВЭР (BMS ВВЭР) в целях сбора, анализа и представления данных об обращении с отходами ВВЭР. Благодаря информации, предоставляемой непосредственно операторами АЭС, данные, собираемые ежегодно, позволяют определить актуальность установления отраслевых стандартов и руководящих принципов в области минимизации отходов, включая сокращение источников накопления, повторное использование и уменьшение объема отходов.

Основное внимание в настоящей публикации уделяется бенчмаркингу, предназначенному для применения в отношении низко- и среднеактивных отходов (НСАО), которые образуются и перерабатываются в течение нормального срока службы ВВЭР, а также определению и описанию выбранных бенчмаркинговых параметров для реакторов ВВЭР. В публикации кратко рассматриваются обоснование выбора этих параметров и их практическая польза для целей бенчмаркинга, а также приводится описание базы данных и графического пользовательского интерфейса, который был выбран, спроектирован и реализован, включая порядок ввода и анализа данных. Компакт-диск (CD-ROM), прилагаемый к настоящей публикации, содержит обзор практики, применяемой на станциях с реакторами ВВЭР, которая в значительной мере была разработана благодаря использованию системы BMS ВВЭР.

МАГАТЭ выражает признательность всем экспертам, внесшим свой вклад в работу над настоящей публикацией. Сотрудниками МАГАТЭ, ответственными за настоящую публикацию, являются М. Ожован и З. Драче из Отдела ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Настоящая публикация подготовлена на основе оригинального материала, представленного соавторами, и не редактировалась редакционным персоналом МАГАТЭ. Ответственность за выраженные в ней мнения несут соавторы, и эти мнения необязательно отражают точку зрения МАГАТЭ или его государств-членов.

Ни МАГАТЭ, ни его государства-члены не несут ответственности за последствия, которые могут возникнуть в результате использования настоящей публикации. В настоящей публикации не затрагиваются вопросы ответственности — юридической или иного рода — за действия или бездействие со стороны какого-либо лица.

Использование тех или иных названий стран или территорий не означает выражение какого-либо суждения со стороны издателя — МАГАТЭ — относительно правового статуса таких стран или территорий, их органов и учреждений либо относительно определения их границ.

Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, указаны ли они как зарегистрированные) не означает выражение какого-либо намерения нарушить права собственности и не должно рассматриваться как одобрение или рекомендация со стороны МАГАТЭ.

МАГАТЭ не несет ответственности за постоянство и точность приводимых в настоящей публикации адресов веб-сайтов внешних или третьих сторон и не гарантирует того, что информационное наполнение таких веб-сайтов является или останется точным и релевантным.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	1
1. ВВЕДЕНИЕ	1
1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	1
1.2. ЦЕЛИ	2
1.3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	2
1.4. СТРУКТУРА	2
2. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ С РЕАКТОРАМИ ВВЭР	3
2.1. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР	3
2.1. ПРЕДЫСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ БЕНЧМАРКИНГА	9
3. ОБЗОР БЕНЧМАРКИНГОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ	12
4. ОПИСАНИЕ ПОЛЕЙ ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩИХ ДЕТАЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ПЛОЩАДКЕ	16
4.1. ГРУППА ДАННЫХ 1 — ИНФОРМАЦИЯ О ПЛОЩАДКЕ, ОБЩИЕ ДАННЫЕ И СОБЫТИЯ	16
4.2. ГРУППА ДАННЫХ 2 — ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО ХРАНЕНИЮ И ЗАХОРОНЕНИЮ	20
4.3. ГРУППА ДАННЫХ 3 — ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	26
4.4. ГРУППА ДАННЫХ 4 — ПЕРЕРАБОТКА И ПАРАМЕТРЫ ЖРО	27
4.5. ГРУППА ДАННЫХ 5 — ДАННЫЕ И ПАРАМЕТРЫ ВЛАЖНЫХ ТРО	34
4.6. ГРУППА ДАННЫХ 6 — ДАННЫЕ И ПАРАМЕТРЫ СУХИХ ТРО	43
5. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ БЕНЧМАРКИНГОВЫХ ОТЧЕТОВ	51
6. ОТЧЕТНОСТЬ	59
7. ПОЯСНЕНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЕМЫХ СИСТЕМОЙ BMS, И ПРИМЕРЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ	67
8. ВЫВОДЫ	80
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	81
СОДЕРЖАНИЕ КОМПАКТ-ДИСКА (CD-ROM)	82
СОКРАЩЕНИЯ	83
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	84

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Требования норм безопасности МАГАТЭ в отношении обращения перед захоронением и захоронения радиоактивных отходов (РАО) действуют на протяжении всего жизненного цикла установок и деятельности по обращению с РАО и применяются государствами-членами для обеспечения оценки, сокращения и при необходимости контроля радиационных рисков для работников, населения и окружающей среды [1, 2]. Используемые в настоящей публикации термины по обращению с РАО соответствуют определениям, приведенным в Глоссарии МАГАТЭ по обращению с радиоактивными отходами [3]. Институт эксплуатации АЭС (ИНПО), миссия которого аналогична концепции деятельности Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), разработал упрощенные показатели эффективности, устанавливающие минимальные уровни эффективности в ключевых областях, связанных с минимизацией отходов [4]. Эти показатели отражали главным образом усредненные объемы образования отходов за три года и минимизацию числа и размеров регулярно посещаемых загрязненных зон. Оба показателя эффективности включали долгосрочные (на 20 лет) цели для всей отрасли, и все АЭС оценивались ежегодно (и анонимно) в соответствии с общеотраслевыми бенчмарк-данными. Такой бенчмаркинг применялся к энергетическим реакторам с водой под давлением (PWR) и кипящим реакторам (BWR) в США.

В документе IAEA-TECDOC «Improvements of Radioactive Waste Management at WWER Nuclear Power Plants» («Совершенствование практики обращения с радиоактивными отходами на АЭС с реакторами ВВЭР») [4] подчеркнута необходимость проведения аналогичного бенчмаркинга российских водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР), которые в целом являются аналогами реакторов типа PWR. В этом документе серии TECDOC рассмотрена актуальность применения передовой практики в отрасли в целях минимизации отходов, включая сокращение источников накопления, повторное использование и уменьшение объема отходов. Такая практика также способствует обеспечению безопасности отходов и повышает долгосрочную безопасность хранящихся и захороненных отходов. В указанном документе серии TECDOC предлагалось, чтобы эта практика:

- интегрировалась в систему целей и показателей эффективности операционной деятельности;
- отслеживалась с использованием общепринятых подходов;
- сравнивалась с практикой наиболее эффективных операторов реакторов ВВЭР с использованием единых для отрасли баз данных и программных средств.

Естественно, что все АЭС стремятся быть в числе наиболее эффективных операторов, а также избежать попадания в разряд операторов с низкими показателями эффективности, уменьшая для этого объемы образования отходов, а также размеры и число загрязненных зон в масштабе всей отрасли. Кроме того, проведение бенчмаркинга среди АЭС способствует межстанционному обмену информацией и сотрудничеству, обеспечивая распространение передовой практики минимизации отходов и принятия мер по повышению безопасности отходов в связи с их образованием, погрузкой/разгрузкой, хранением, перевозкой и захоронением.

1.2. ЦЕЛИ

Целями настоящего документа серии TECDOC являются:

- обзор основных функций и компонентов бенчмаркинговой базы данных (ввод данных, создание шаблонов отчетов, подготовка отчетов);
- подробное описание полей данных, включая квалифицирующую информацию о бенчмаркинговых параметрах (отражающих различия между площадками);
- обзор процесса создания шаблонов отчетов, в котором особое внимание обращается на ключевые отчеты;
- обзор создания отчетов с использованием ранее определенных шаблонов;
- обзор применения и выгод от использования бенчмаркинговых отчетов, таких как определение относительного рейтинга конкретных станций с точки зрения эффективности обращения с НСАО;
- рекомендации по проведению бенчмаркинга в будущем, например в отношении установления сроков внесения в базу данных ежегодных отчетных сведений.

1.3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем документе серии TECDOC определяются и описываются бенчмаркинговые параметры, выбранные для реакторов ВВЭР, включая обоснование их выбора и предполагаемые выгоды от их применения при проведении бенчмаркинга. В нем также рассматриваются бенчмаркинговая база данных МАГАТЭ для реакторов ВВЭР и дается обзор ввода данных и подготовки отчетов. Он предназначен для того, чтобы служить базовым руководством для пользователей системы BMS. Бенчмаркинг выполняется в отношении всех эксплуатационных отходов. Отработавшее топливо и активированное оборудование исключаются из бенчмаркинга. Приложение I на компакт-диске (CD-ROM), прилагаемом к настоящей публикации, содержит обзор национальной практики, применяемой на станциях с реакторами ВВЭР, которая в значительной мере была разработана благодаря использованию системы BMS.

1.4. СТРУКТУРА

Структура настоящего документа является следующей: в разделе 1 содержится введение и разъяснение его содержания и целей. В разделе 2 приводится краткий обзор состояния реакторов ВВЭР и тенденций их развития, а также излагается предыстория разработки подхода к бенчмаркингу и использования системы BMS. В разделе 3 дается общий обзор бенчмаркинговой базы данных, которая далее подробно описывается по отдельным полям данных в разделе 4. В разделах 5 и 6 описывается создание шаблонов бенчмаркинговых отчетов и отчетов в рамках системы BMS. Разъяснение выгод от применения системы BMS и примеры использования этой системы приводятся в разделе 7, а общие выводы — в разделе 8. В приложениях к настоящему документу содержатся национальные отчеты семи участвующих государств-членов, а именно Армении, Болгарии, Китая, Словакии, Турции, Финляндии и Чешской Республики (приложение I), а также указаны эксперты, участвовавшие в разработке и практическом применении системы BMS (приложение II).

2. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ С РЕАКТОРАМИ ВВЭР

2.1. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР

В настоящее время в эксплуатации находится 56 энергоблоков с ядерными энергетическими реакторами ВВЭР, и еще 15 новых энергоблоков строятся в 12 странах: Армении, Болгарии, Беларуси, Венгрии, Индии, Исламской Республике Иран, Китае, Российской Федерации, Словакии, Украине, Финляндии и Чешской Республике.

Реакторы ВВЭР представляют собой линейку проектов реакторов с водой под давлением, разработанных первоначально в бывшем Советском Союзе и впоследствии в Российской Федерации. Первая реакторная установка ВВЭР/В-120 с номинальной электрической мощностью 210 МВт была введена в эксплуатацию в 1964 году на Нововоронежской АЭС в Советском Союзе (Российской Федерации). Следующий энергоблок ВВЭР мощностью 365 МВт был введен в эксплуатацию на той же площадке в 1970 году. Эти энергоблоки были успешно введены в эксплуатацию и эксплуатировались на основе советских норм и правил, действовавших в то время, и впоследствии послужили основой для разработки более мощных реакторов, таких как ВВЭР-440 — первый серийный реактор ВВЭР. Реактор ВВЭР-440/В-230 стал наиболее распространенной реакторной установкой, вырабатывающей 440 МВт электроэнергии, со схемой из шести петель первого контура, каждая из которых имеет горизонтальный парогенератор; вместе с тем в конструкции этого реактора отсутствовала защитная оболочка, аналогичная гермооболочке западных PWR, при наличии, однако, системы локализации аварийных радиоактивных выбросов. Модернизированная конструкция В-230 — реакторная установка В-270 — была специально доработана для сейсмически активных районов. Реакторная установка В-213 оснащена системой дополнительного аварийного охлаждения реактора, вспомогательными системами питательной воды, а также модернизированными системами локализации аварии. При проектировании этой установки были учтены Общие критерии проектирования АЭС, опубликованные Комиссией по атомной энергии США (КАЭ США) в 1971 году, которые стали стандартом для второго поколения PWR.

Реактор ВВЭР типа В-187 является прототипом установки ВВЭР-1000/В-320 и был введен в эксплуатацию на Нововоронежской АЭС в 1981 году. Реакторная установка В-320 относится к третьему поколению реакторов ВВЭР и имеет четырехпетлевую конструкцию, размещенную в защитной оболочке со спринклерной системой для снижения температуры и давления водяного пара. На основе накопленного опыта были разработаны реакторные установки В-428 (также известные как NPP-91 или АЭС-91), а также В-412 и В-466 (NPP-92 или АЭС-92). Наряду с применением модернизированных технологий и улучшенной экономикой в этих проектах была реализована концепция управления запроектными авариями (ЗПА), основанная на сбалансированном сочетании пассивных и активных систем безопасности.

Большинство энергоблоков с ВВЭР были снабжены системами сбора и хранения отходов для размещения упаренных концентратов (кубовых остатков), образующихся в течение срока эксплуатации реактора, с возможностью поэтапного увеличения объемов хранения по мере необходимости. Для низкоактивных сухих твердых радиоактивных отходов (ТРО) в конструкции установок предусматривалось хранение в железобетонных ячейках, находящихся во вспомогательных зданиях на площадке. Упаренные концентраты (кубовые остатки) и отработавшие ионообменные смолы, образующиеся

при очистке теплоносителя, подлежали хранению в контейнерах из нержавеющей стали, размещаемых во вспомогательных зданиях. Хранение высокоактивных сухих ТРО (например, внутриреакторного оборудования) обеспечивалось в главном корпусе реактора ВВЭР-440 и во вспомогательном корпусе блоков ВВЭР-1000. Среднеактивные сухие ТРО, которые представляют собой в основном отработавшие аэрозольные фильтры и некоторые отходы, образующиеся при проведении работ по техническому обслуживанию, также требовалось хранить во вспомогательном здании [4].

Новейший проект ВВЭР-1000 включает некоторые установки для предварительной или окончательной переработки и кондиционирования отходов, но общая концепция проекта и концепция обращения с отходами реакторов типа ВВЭР оставались относительно неизменными в течение последних 40 лет и характеризуются следующим [4]:

- требовалось обеспечивать, чтобы сбросы ЖРО в окружающую среду были очень низкими, как правило, значительно ниже уровней, установленных руководящими принципами Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Пределы газообразных и жидких сбросов (эффлюентов), как правило, на один-три порядка ниже проектных пределов, установленных для существующих западных реакторов PWR в аналогичных местах размещения;
- окончательное кондиционирование влажных ТРО (упаренных концентратов — кубовых остатков, пульп отработавших ионообменных смол, фильтрующих патронов) в конструкции большинства энергоблоков ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 не предусматривалось в течение срока службы станции; аналогичным образом проектом не обеспечивались возможности кондиционирования сухих ТРО, за исключением реакторов в Чешской Республике;
- неочищенные ЖРО перерабатывались посредством концентрирования, и концентраты (кубовые остатки) хранились на станции;
- хранящиеся эксплуатационные отходы планировалось кондиционировать и подготавливать к окончательному захоронению на первом этапе вывода из эксплуатации АЭС вместе с отходами от вывода из эксплуатации.

Реактор ВВЭР-1200 (NPP-2006 или АЭС-2006) является самым современным проектом в обширной линейке реакторных установок ВВЭР. Данный реактор представляет собой дальнейшее развитие проекта ВВЭР-1000 с выходной электрической мощностью, увеличенной до 1200 МВт (брутто), и дополнительными пассивными функциями безопасности. Этот реактор отвечает всем международным требованиям безопасности для АЭС поколения III+.

Информационная система по энергетическим реакторам (ПРИС) позволяет делать обзор состояния и тенденций развития ядерных энергетических реакторов типа ВВЭР во всем мире — на основе данных веб-портала PRIS МАГАТЭ [5]. В таблице 1 приводится краткое описание состояния и тенденций развития ядерных энергетических реакторов типа ВВЭР.

ТАБЛИЦА 1. ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ ВВЭР

Страна	Название АЭС	Состояние	Тип/ модель реактора	Электрическая мощность одного энергоблока, МВт (эл.)			Место нахождения
				Проектная полезная	Полезная	Полная	
Армения	Армянская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-270	375	375	408	Мецамор
Беларусь	Беларусская-1	Строится	ВВЭР-1200 /В-491	1109	1109	1194	Островец
	Беларусская-2	Строится	ВВЭР-1200 /В-491	1109	1109	1194	
Болгария	Козлодуй-5	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	953	963	1000	Враца
	Козлодуй-5	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	953	963	1000	
Венгрия	Пакш-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	408	470	500	Пакш
	Пакш-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	410	473	500	
	Пакш-3	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	410	473	500	
	Пакш-4	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	410	473	500	
Индия	Куданкулам-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-412	917	917	1000	Тирунеллвели-Каттабомман
	Куданкулам-2	Строится	ВВЭР-1000 /В-412	917	917	1000	
Иран, Исламская Республика	Бушер-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-446	915	915	1000	Халиле
Китай	Тяньвань-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-428	990	990	1060	Ляньюньган
	Тяньвань-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-428	990	990	1060	
	Тяньвань-3	Строится	ВВЭР-1000 /В-428 М	990	990	1060	
	Тяньвань-4	Строится	ВВЭР-1000 /В-428 М	990	990	1060	

Страна	Название АЭС	Состояние	Тип/ модель реактора	Электрическая мощность одного энергоблока, МВт (эл.)			Место нахождения
				Проектная полезная	Полезная	Полная	
Российская Федерация	Балаковская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	Балаково
	Балаковская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Балаковская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Балаковская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Балтийская-1	Строится	ВВЭР-1200 /В-491	1109	1109	1194	Неман
	Калининская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-338	950	950	1000	Удомля
	Калининская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-338	950	950	1000	
	Калининская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Калининская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Кольская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-230	411	411	440	Полярные Зори
	Кольская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-230	411	411	440	
	Кольская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	411	411	440	
	Кольская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	411	411	440	
	Ленинградская-2-1	Строится	ВВЭР-1200 /В-491	1085	1085	1170	Сосновый Бор
	Ленинградская-2-2	Строится	ВВЭР-1200 /В-491	1085	1085	1170	
	Нововоронежская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-179	385	385	417	Нововоронеж
	Нововоронежская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В 179	385	385	417	
	Нововоронежская-5	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-187	950	950	1000	
	Нововоронежская-2-1	Строится	ВВЭР-1200 /В-392 М	1114	1114	1199	
	Нововоронежская-2-2	Строится	ВВЭР-1200 /В-392 М	1114	1114	1199	

Страна	Название АЭС	Состояние	Тип/ модель реактора	Электрическая мощность одного энергоблока, МВт (эл.)			Место нахождения
				Проектная полезная	Полезная	Полная	
	Ростовская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	Волгодонск
	Ростовская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Ростовская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	1011	1011	1100	
	Ростовская-4	Строится	ВВЭР-1000 /В-320	1011	1011	1100	
Словакия	Богунце-3	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	408	471	505	Ясловске-Богунце
	Богунце-4	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	408	4741	505	
	Моховце-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	408	436	470	Левице
	Моховце-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	408	436	470	
	Моховце-3	Строится	ВВЭР-440 /В-213	440	440	471	
	Моховце-4	Строится	ВВЭР-440 /В-213	440	440	471	
Украина	Хмельницкая-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	Нетешин
	Хмельницкая-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Хмельницкая-3	Строится	ВВЭР-1000 /В-392В	950	950	1000	
	Хмельницкая-4	Строится	ВВЭР-1000 /В-392В	950	950	1000	
	Ровенская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	361	381	420	Кузнецовск
	Ровенская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	384	376	415	
	Ровенская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Ровенская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	

Страна	Название АЭС	Состояние	Тип/ модель реактора	Электрическая мощность одного энергоблока, МВт (эл.)			Место нахождения
				Проектная полезная	Полезная	Полная	
	Южно-Украинская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-302	950	950	1000	Николаевская область
	Южно-Украинская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-338	950	950	1000	
	Южно-Украинская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Запорожская-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	Энергодар
	Запорожская-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Запорожская-3	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Запорожская-4	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Запорожская-5	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
	Запорожская-6	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	950	950	1000	
Финляндия	Ловииса-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	496	520	Ловийса
	Ловииса-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	496	520	
Чешская Республика	Дукованы-1	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	468	500	Дукованы
	Дукованы-2	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	471	500	
	Дукованы-3	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	468	500	
	Дукованы-4	Эксплуатируется	ВВЭР-440 /В-213	420	471	500	
	Темелин-1	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	912	1023	1077	Темелин
	Темелин-2	Эксплуатируется	ВВЭР-1000 /В-320	912	1003	1056	

Кроме того, некоторые страны выбрали технологию реакторов ВВЭР для начала осуществления и/или расширения своей ядерной программы, и это включает:

- четыре энергоблока АЭС «Аккую» (ВВЭР-1200) в Турции, в соответствии с «Соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Турецкой Республики о сотрудничестве в сфере строительства и эксплуатации атомной электростанции на площадке "Аккую" в Турецкой Республике (Соглашение по проекту Аккую)», подписанным в 2010 году [6];
- принятое в 2010 году правительством Финляндии принципиальное решение, являющееся первым шагом в процессе лицензирования, в отношении нового энергоблока АЭС «Ханхикиви» (ВВЭР-1200), для которого в 2011 году в качестве площадки был выбран Пюхяйоки [7];
- два энергоблока АЭС «Руппур» (ВВЭР-1200) в Бангладеш на основе соглашения между правительством Народной Республики Бангладеш и Российской Федерацией о сотрудничестве в области строительства АЭС «Руппур», подписанного в 2011 году [8];
- подписанное в октябре 2010 года межправительственное соглашение о строительстве АЭС «Ниньтхуан-1» на площадке Фьюкзинь, а также Генеральное рамочное соглашение о строительстве первого энергоблока с современными реакторами ВВЭР-1200, подписанное в июле 2015 года Вьетнамским энергетическим холдингом (EVN) и ОАО «НИАЭП-Атомстройэкспорт» Российской Федерации [9].

2.1. ПРЕДЫСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ БЕНЧМАРКИНГА

В 1991 году МАГАТЭ инициировало осуществление регионального проекта технической помощи в виде консультаций по обращению с РАО реакторов ВВЭР. Общая цель проекта заключалась в повышении безопасности, надежности и эффективности систем обращения с РАО на АЭС с реакторами ВВЭР. В плане обращения с отходами концепция проекта предусматривала хранение непереработанных отходов на площадках АЭС с последующей переработкой, кондиционированием и захоронением накопленных отходов на стадии вывода из эксплуатации. Это приводило к накоплению большого количества РАО, хранящихся на площадках АЭС, и повышению риска радиологических инцидентов и загрязнения окружающей среды. Поэтому в странах, эксплуатирующих реакторы ВВЭР, необходимо было разработать и реализовать новую стратегию обращения с РАО, охватывающую все долгосрочные аспекты обращения. Проект был встречен с большим интересом, и все страны, эксплуатировавшие АЭС с реакторами ВВЭР в то время (Болгария, Венгрия, Российская Федерация, Словакия, Украина, Финляндия и Чешская Республика), приняли участие в проекте с самого начала.

Вышеупомянутый проект состоял из двух этапов и осуществлялся в течение четырех лет. Первый этап, начавшийся в мае 1991 года и завершившийся в декабре 1992 года, включал выявление общих проблем и подготовку общих рекомендаций и выводов для операторов в отношении обращения с РАО. На этом этапе проект также преследовал цель восстановления разорванных контактов между операторами реакторов ВВЭР после распада Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) и обеспечения единого механизма, который координировал бы дальнейшую деятельность в области обращения с отходами АЭС.

В ходе осуществления первого этапа проекта был сделан вывод о том, что большинство стран, эксплуатирующих реакторы ВВЭР, столкнулись с серьезными проблемами в области обращения с РАО. Эти проблемы носили технический характер и были связаны с:

- обеспокоенностью по поводу различий в концепциях обращения с отходами, используемых в проектах АЭС с реакторами ВВЭР и другими реакторами типа PWR;
- предполагаемыми более высокими темпами образования отходов на АЭС с реакторами ВВЭР, чем на их западных аналогах;
- отсутствием у населения уверенности в том, что обращение с отходами на АЭС с реакторами ВВЭР может соответствовать стандартам безопасности и надежности, которые были введены в действие и соблюдались электростанциями, эксплуатируемыми в западных странах.

Большинство этих утверждений основывалось на качественных характеристиках, не учитывавших различия в практике эксплуатации АЭС. Кроме того, эти утверждения не подкреплялись количественным анализом, который бы объективно сопоставлял показатели образования отходов на западных АЭС с количествами отходов, образующихся на АЭС с реакторами ВВЭР.

Результаты и рекомендации первого этапа проекта были опубликованы в 1993 году в качестве документа IAEA-TECDOC-705 «Radioactive Waste Management of WWER-type Reactors» («Обращение с радиоактивными отходами реакторов ВВЭР») [10], в котором было указано следующее:

- 1) внедрение эффективной системы обращения с отходами на АЭС и дальнейшее повышение как эксплуатационной, так и долгосрочной безопасности требует применения системного инженерного подхода ко всем элементам национальных систем обращения с отходами;
- 2) практические методы обращения с отходами, применяемые в настоящее время на АЭС с реакторами ВВЭР, могут быть существенно усовершенствованы за счет административных мер.

Далее, исходя из поднятых вопросов и рекомендаций, сделанных на первом этапе, в феврале 1993 года был начат следующий этап проекта; этот этап продолжался до середины 1995 года и предусматривал решение следующих двух задач:

задача А — оценка существующей инфраструктуры обращения с радиоактивными отходами на АЭС в участвующих странах и ее сопоставление с инфраструктурой в отдельных промышленно развитых европейских странах (Испании, Соединенном Королевстве и Франции);

задача В — сравнительная оценка систем обращения с радиоактивными отходами на АЭС с реакторами ВВЭР.

Выполнение задачи А включало подготовку опросного листа, заполняемого представителями каждой участвующей страны. В 1994 году были опубликованы результаты исследования в рамках задачи А в виде рабочего материала под названием

«Legal Frameworks and Regulatory Structures for Radioactive Waste Management in Selected Countries of Eastern and Central Europe» («Правовые основы и регулирующие структуры для обращения с радиоактивными отходами в отдельных странах Восточной и Центральной Европы»).

Задача В предполагала разработку аналитического компьютеризованного инструмента, который позволил бы объективно сопоставить системы обращения с отходами и обеспечить понимание конструктивных и эксплуатационных преимуществ и недостатков АЭС с реакторами ВВЭР.

С самого начала было принято решение использовать, насколько это возможно, опыт и результаты, полученные в Научно-исследовательском электроэнергетическом институте (ЭПРИ) в рамках проекта США «Идентификация источников радиоактивных отходов и методы их сокращения», осуществление которого было начато в 1982 году. Проект ЭПРИ был направлен на создание надежной базы данных о системах обращения с радиоактивными отходами на АЭС, которая могла бы использоваться для целей сопоставления с другими АЭС. Была разработана и использована стандартизированная методология оценки, позволяющая оценивать эффективность системы обращения с РАО в сравнении с другими АЭС. Разработанная методология систематической оценки использовалась для периодов: 1978–1981, 1982–1986 и 1986–1992 годы. Проект ЭПРИ помог операторам АЭС в США резко сократить количество образующихся отходов. Со временем этот проект превратился в программу, которая стала частью «политики минимизации отходов» электроэнергетических компаний в США.

Мероприятия в рамках задачи В были выполнены в ходе серии совещаний и семинаров-практикумов группы экспертов. Был разработан всеобъемлющий и структурированный опросный лист по проекту, который полностью соответствовал проектным требованиям, предъявляемым к реакторам ВВЭР. Кроме того, была разработана и распространена пошаговая инструкция, разъясняющая процесс сбора и подготовки необходимых данных. В результате была сформирована всеобъемлющая и детальная база данных по обращению с отходами реакторов ВВЭР, отражающая:

- политику в области обращения с отходами и технические требования в участвующих странах;
- проектные данные и рабочие параметры систем сбора, переработки и кондиционирования отходов;
- характеристики каждого потока отходов на станции (количество, объем, форма отходов, химический и радиохимический состав);
- ограничения по сбросам ЖРО для каждой станции.

В качестве вывода по результатам выполнения задачи В группа экспертов рекомендовала, чтобы МАГАТЭ продолжило осуществление мероприятий, направленных на улучшение обращения с РАО на АЭС с реакторами ВВЭР. Эти мероприятия преследовали цель минимизации отходов на АЭС с реакторами ВВЭР путем передачи операторам реакторов ВВЭР принципов, инструментов и организационных требований программ по минимизации отходов и приведения их практики в соответствие с западными стандартами.

3. ОБЗОР БЕНЧМАРКИНГОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Инициатива по созданию системы бенчмаркинга обращения с радиоактивными отходами реакторов ВВЭР обсуждалась в ходе работы над документом IAEA-TECDOC-1492 (в течение 1997–2005 годов), в котором было рекомендовано «наладить обмен опытом между специалистами в целях содействия применению практики минимизации отходов, особенно на основе системы бенчмаркинга для отслеживания ключевых данных, связанных с отходами».

Разработка системы бенчмаркинга обращения с радиоактивными отходами реакторов ВВЭР (системы BMS) была начата в 2006 году, когда были определены базовые параметры, которые должны быть включены в бенчмаркинг, основной функционал базы данных и основные требования в отношении выходного формата и содержания, а также была подчеркнута важность создания отраслевых стандартов и руководящих принципов в области минимизации отходов, включая сокращение источников накопления, повторное использование и уменьшение объема отходов.

Система BMS используется для сбора, анализа и представления информации об обращении с отходами на площадках АЭС с реакторами ВВЭР и позволяет участникам системы обмениваться данными и определять свой рейтинг среди всех участников с использованием общесогласованных и общепринятых параметров обращения с отходами. Сбор данных проводится один раз в году, однако в течение года можно получить доступ к бенчмаркингovým отчетам и аналитическим материалам.

Система BMS является частью портала ядерных знаний и информации МАГАТЭ (NUCLEUS) [11, 12]. Для доступа к любой базе данных или информационной системе на портале NUCLEUS необходимо сначала обратиться к МАГАТЭ с просьбой о создании учетной записи пользователя NUCLEUS (см. рис. 1). МАГАТЭ осуществляет централизованно регистрацию, управление содержанием списков для поиска в системе BMS, таких как наименования площадок реакторов ВВЭР, их адреса и т.д., правами доступа для системного администратора и всей администрацией портала NUCLEUS. Все запросы на изменение любого списка поиска выполняются через системного администратора системы BMS. На портале NUCLEUS система BMS именуется как «Бенчмаркингová база данных АЭС» («NPP Benchmarking Database»). Администратор бенчмаркинговой базы данных АЭС (системный администратор) выполняет особые функции на портале NUCLEUS, устанавливаемые Секцией технологии обращения с отходами МАГАТЭ.

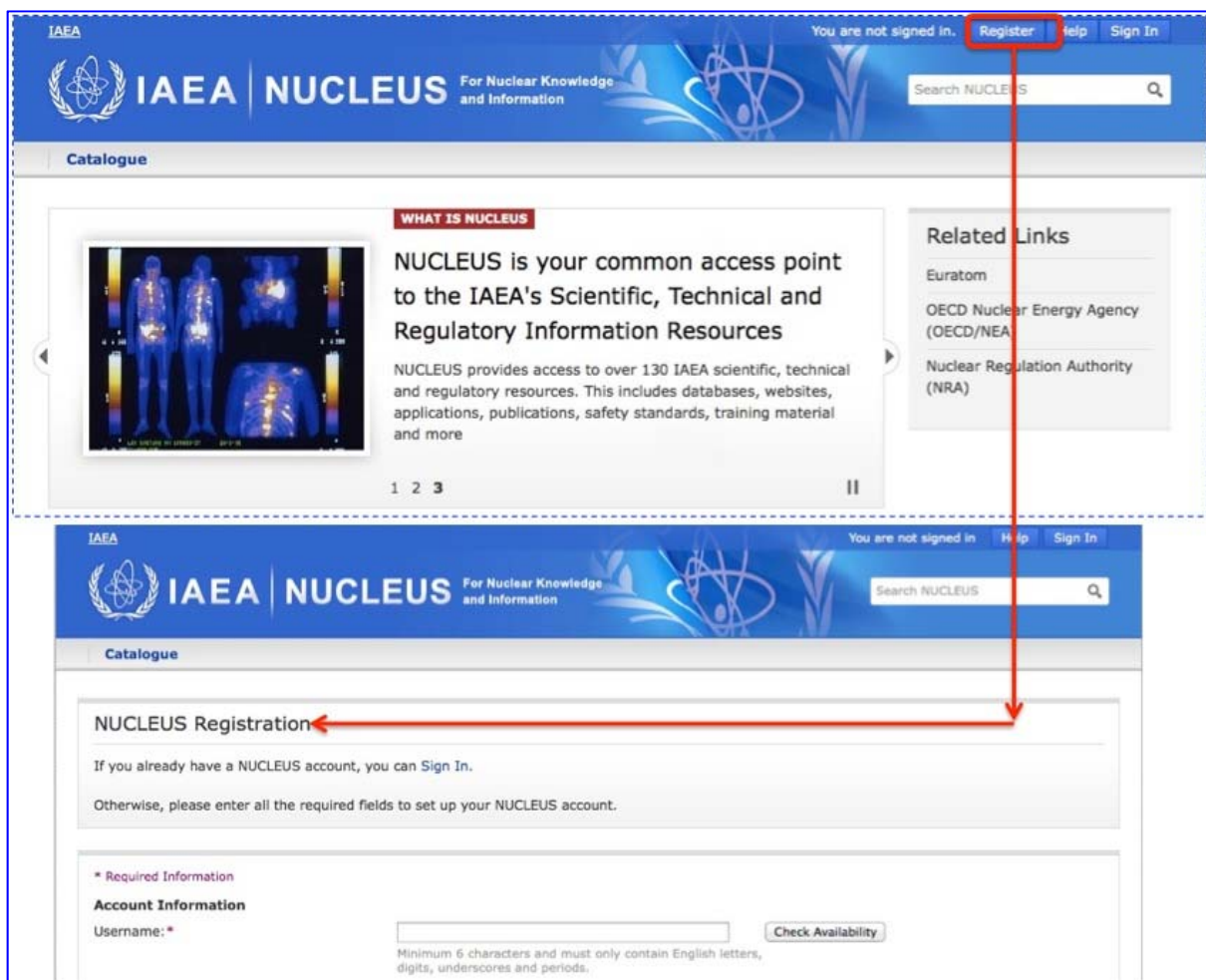


Рис. 1. Запрос учетной записи на портале NUCLEUS.

Доступ к системе BMS ограничен назначенными сотрудниками МАГАТЭ и назначенными на национальном уровне участниками в странах с реакторами ВВЭР. Заявки на участие в системе BMS направляются по официальным каналам. Администратор бенчмаркинга АЭС предоставляет доступ к системе BMS для назначенных участников.

Для бенчмаркинговой базы данных АЭС предусмотрены три функциональные позиции:

1. Администратор отчетов по ВВЭР (reports admin), который может:
 - i. просматривать все данные по всем площадкам ВВЭР;
 - ii. создавать шаблоны отчетов и формировать отчеты;
 - iii. публиковать или отменять публикацию отчетных сведений, полученных от назначенных участников;
 - iv. удалять отчетные сведения.

2. Администраторы АЭС с ВВЭР (plant admin), которые могут:

- i. создавать, обновлять, сохранять, отправлять и удалять отчетные сведения по площадке ВВЭР;
- ii. создавать пользовательские шаблоны отчетов, которые сохраняются в разделе «Мои отчеты» (My Reports).

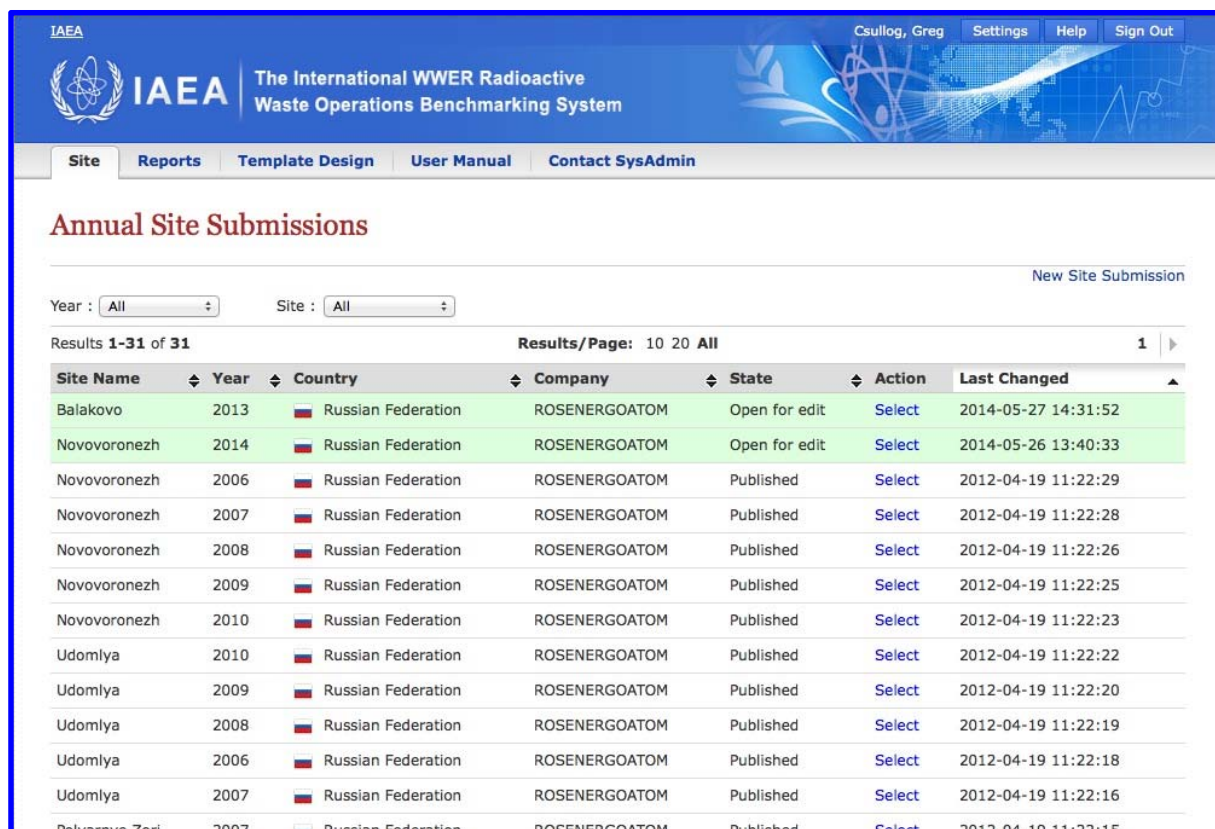
Администраторы АЭС могут редактировать только свои собственные отчетные сведения по площадке и просматривать и использовать только свои собственные пользовательские шаблоны отчетов.

3. Пользователи ВВЭР, которые могут:

- i. просматривать информацию, содержащуюся в опубликованных отчетных сведениях по площадке ВВЭР;
- ii. создавать отчеты на основе шаблонов, кроме шаблонов, находящихся в разделе «Мои отчеты» (My Reports).

Администратор АЭС может быть ответственным за одну или несколько площадок ВВЭР.

Бенчмаркинг-база данных имеет три основных модуля, показанных на рис. 2, описание которых представлено в таблице 2:



IAEA The International WWER Radioactive Waste Operations Benchmarking System

Site Reports Template Design User Manual Contact SysAdmin

Annual Site Submissions

Year : All Site : All

Results 1-31 of 31 Results/Page: 10 20 All 1

Site Name	Year	Country	Company	State	Action	Last Changed
Balakovo	2013	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Open for edit	Select	2014-05-27 14:31:52
Novovoronezh	2014	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Open for edit	Select	2014-05-26 13:40:33
Novovoronezh	2006	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:29
Novovoronezh	2007	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:28
Novovoronezh	2008	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:26
Novovoronezh	2009	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:25
Novovoronezh	2010	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:23
Udomya	2010	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:22
Udomya	2009	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:20
Udomya	2008	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:19
Udomya	2006	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:18
Udomya	2007	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:16
Polvazova Zori	2007	Russian Federation	ROSENERGOATOM	Published	Select	2012-04-19 11:22:15

РИС. 2. Главный экран бенчмаркинг-базы данных.

ТАБЛИЦА 2. ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ БЕНЧМАРКИНГОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Модуль	Описание
Площадка АЭС (Site) (Ежегодное представление отчетных сведений по площадке) (Annual site submission)	Администраторы АЭС создают и заполняют шаблоны отчетных сведений по своим площадкам АЭС за соответствующие календарные годы, а затем отправляют их системному администратору для анализа и публикации. Ежегодное представление отчетных сведений по площадке может быть начато путем заполнения пустого экрана ввода данных, или может быть предварительно заполнено отчетными сведениями предыдущего года. При заполнении с пустого экрана администраторы АЭС должны ввести все данные за отчетный календарный год. В случае предварительно заполненных отчетных сведений администраторы АЭС должны обновить данные, которые изменились по сравнению с предыдущим годом. Модуль «Ежегодное представление отчетных сведений по площадке» описан в разделе 4.
Отчеты (Reports)	Администраторы АЭС могут создавать стандартные или пользовательские отчеты, используя «Модуль отчетов» (Reports Module). «Модуль отчетов» описан в разделе 6.
Конструирование шаблонов (Template design)	База данных включает некоторые стандартные отчеты, которые администраторы АЭС могут использовать для просмотра данных, представленных по их собственной площадке АЭС или по другим площадкам АЭС. В то же время администраторы АЭС и администратор отчетов могут использовать модуль «Конструирование шаблонов» для создания и сохранения шаблонов отчетов, которые могут быть использованы для подготовки пользовательских отчетов. Модуль «Конструирование шаблонов» описан в разделе 5.

4. ОПИСАНИЕ ПОЛЕЙ ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩИХ ДЕТАЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ПЛОЩАДКЕ

4.1. ГРУППА ДАННЫХ 1 — ИНФОРМАЦИЯ О ПЛОЩАДКЕ, ОБЩИЕ ДАННЫЕ И СОБЫТИЯ

Описание данных, содержащих информацию о площадке, общих данных и событий представлено в таблице 3, и они показаны на рис. 3 и 4.

ТАБЛИЦА 3. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩИХ ИНФОРМАЦИЮ О ПЛОЩАДКЕ, ОБЩИХ ДАННЫХ И СОБЫТИЙ

Поле данных	Содержание поля
Название площадки (Site name)	Официальное название площадки АЭС.
Страна (Country name)	Выбирается из списка поиска.
Компания (Company name)	Выбирается из списка поиска.
Общая установленная мощность в отчетном году (Total installed capacity in reporting year)	Общая фактическая мощность на площадке в МВт (эл). Этот параметр косвенно отражает технологические модификации, увеличивающие мощность реактора.
Период перегрузки топлива (Refueling period)	Количество месяцев между перегрузками топлива
Количество реакторных установок с лицензиями на эксплуатацию (Number of reactor units with operating licenses)	Данный параметр обеспечивает получение информации о количестве реакторных установок в режиме эксплуатации. Реакторные установки, временно остановленные в связи с обширными работами по техническому обслуживанию или модификациям, также включаются в отчетный год, и их процентная доля в общем объеме выработки на площадке соответствующим образом корректируется.
Выработка электроэнергии на площадке в отчетном году (Electricity generated at site in reporting year)	Выработка электроэнергии указывается в ТВт·ч.
Отчетный год (Reporting year)	Выбирается из списка поиска.
Тип реактора (Reactor type)	Выбирается из списка поиска. Указывается только для реакторов с лицензиями на эксплуатацию.

Мощность реакторной установки в текущем отчетном году (Reactor unit power in current reporting year)	Мощность реакторной установки указывается в МВт(э).
Модель реактора (Reactor model)	Выбирается из списка поиска. Этот параметр отражает генерацию, обеспечиваемую конкретной моделью реактора.
Год ввода в эксплуатацию (Year commissioned)	Вводится в формате ГГГГ.
Процентная доля (Percentage contribution)	Вклад каждой реакторной установки в общую мощность на площадке.
Указать процентную долю (Set percentage contribution)	Если этот флажок установлен, то доля одного энергоблока в генерации указывается как 100%, деленные на количество лицензированных энергоблоков (замещает данные, введенные вручную в поле «Процентная доля» («Percentage Contribution»)).
На образование отходов влияют следующие факторы (они выводят АЭС за пределы нормального рабочего диапазона параметров).	
Общие данные (по каждой отдельной площадке)	
Число крупных отключений в данном году для ТО/ремонта (Number of major outages this year due to maintenance)	Целое число (как правило, относится к перегрузке топлива, которая происходит один раз в год).
Длительность отключений (сутки) (Outage period(outages) (days))	Целое число (количество суток в отчетном году, когда реактор был отключен от энергосети по причине останова)
Общее количество суток эксплуатации (Total days of operation)	Расчетное значение (количество суток в году — суток простоя).
Внеплановые и плановые события (если выбирается «Да», то отображается обязательное поле комментария, которое должно быть заполнено)	
Повреждение топлива (Fuel damage)	Включаются только случаи, которые приводят к отключению более, чем на 24 часа, или к существенным изменениям объемов/характеристик отходов.
Отказ оборудования (Equipment failure)	Включаются только случаи, которые приводят к отключению более, чем на 24 часа.

Значительные разливы (Significant spills)	Включаются только случаи, которые приводят к отключению более, чем на 24 часа, или к существенным изменениям объемов/характеристик отходов.
Модернизация для продления срока эксплуатации, повышения мощности и/или по причинам безопасности (Refurbishment for lifetime extension, power uprate and/or safety reasons)	Выбирается «Да» для всех соответствующих случаев.

Site Details []

New Site Submission

Site Information

Site Name: []

Country Name: []

Company Name: []

Total Installed Capacity in Reporting Year: 2000 MWe

Refueling Period: 12 months

Number of Reactor Units with Operating Licenses: 4

Electricity Generated at Site in Reporting Year: 15.7 TWh

Reporting Year: 2014

Load Data From a Previous Year (optional): 2013 [load data from selected year](#)

Reactor Data ☐ Set Percentage Contribution

Reactor Type List only reactors that have an operating license	Reactor Unit Power in MWe in Current Reporting Year	Reactor Model	Year Commissioned (YYYY)	Percentage Contribution
WWER 440	500	213	1985	25
WWER 440	500	213	1986	25
WWER 440	500	213	1986	25
WWER 440	500	213	1987	25

РИС. 3. Информация о площадке.

Примечание: поля «Мощность реакторной установки в МВт(э)» («Reactor Unit Power in MW(e)») и «Общая выработка электроэнергии в отчетном году» («Total Electricity Generated in Reporting Year») используются для нормализации данных для целей межстанционного сравнения.

General Data (values apply to Sites, not to individual reactor units at Sites)
These factors impact waste generation as they take reactors out of their normal operating envelope

Number of Major Outages This Year Due To Maintenance: 4

Outages (Days): 168

Total Days of Operation (All Units): 1292

► **Unplanned Events That Impact on RW Generation**

Fuel Damage that Results in a Shutdown (at least 24h): ☐ YES ☒ NO

Equipment Failure that Results in Shutdown (at least 24h): ☐ YES ☒ NO

Significant Spill in Containment: ☐ YES ☒ NO

► **Planned Events That Impact on RW Generation**

Refurbishment for Lifetime Extension: ☐ YES ☒ NO

Refurbishment for Power Uprate: ☐ YES ☒ NO

Refurbishment for Safety Reasons: ☐ YES ☒ NO

РИС. 4. Общие данные, внеплановые события, плановые события.

Примечание: поле «Общее количество суток эксплуатации» («Total Days of Operation») заполняется для нормализации данных для целей межстанционного сравнения.

4.2. ГРУППА ДАННЫХ 2 — ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО ХРАНЕНИЮ И ЗАХОРОНЕНИЮ

Описание основных данных по хранению и захоронению представлено в таблице 4, и соответствующая иллюстрация приведена на рис. 5.

ТАБЛИЦА 4. ОПИСАНИЕ БАЗОВЫХ ДАННЫХ ПО ХРАНЕНИЮ И ЗАХОРОНЕНИЮ

Установлены ли регулирующим органом критерии приемлемости отходов (КПО) для захоронения? (Are disposal waste acceptance criteria (WAC) approved by regulator?)	«Да» выбирается, если имеются КПО для захоронения эксплуатационных отходов реакторов ВВЭР. Например, КПО могут быть установлены для НАО, но не для САО или ВАО. Этот параметр указывает на то, что существует и утверждена регулирующим органом нормативная база для физической, химической и радиологической характеристики упаковок РАО для целей захоронения. Он подразумевает, что: а) существует минимальный набор аналитики, наборов данных, параметров и процедур, которые подтверждают соответствие КПО; б) формы отходов для хранения и захоронения определены. КПО, как правило, повышают требования, предъявляемые к технологическим операциям по обращению с отходами, например, требуют обеспечения более высокой степени сортировки/разделения, нормирования химического и радиохимического анализа для определения предельных количеств радионуклидов и системы обеспечения качества при передаче упаковок и их принятии в хранилища и т.д.
Объем емкостей для хранения сухих ТРО + отвержденных влажных ТРО (Dry Solid Waste (DSW) + Solidified Wet Solid Waste (WSW) storage capacity)	Объем в м³ Этот параметр отражает существующий объем хранилища, предназначенный, согласно проектной документации, для безопасного хранения всех категорий твердых и отвержденных отходов. Этот объем соответствует максимальному объёму, предназначенному для хранения отходов (100%-ной эффективности заполнения упаковками). Коэффициент заполнения хранилища упаковками зависит от конструкции упаковки; например, упаковки для отходов в форме бочек емкостью 200 л, можно разместить в хранилищах с эффективностью не более 70%, что в значительной степени уменьшает количество отходов, которое можно хранить. Такие меры, как изменение схемы складирования, могут повысить эффективность заполнения и увеличить эффективную (полезную) емкость хранилища.

	Этот параметр был выбран для бенчмаркинга, так как соотношение емкости хранилищ со скоростью образования отходов может указывать на необходимость: • разделения конкретных потоков отходов для освобождения от регулирующего контроля, повторного использования и рециклирования и/или продолжения их хранения до распада в отдельных хранилищах; • изменения процедур хранения с целью минимизации пустых объемов (увеличения эффективной емкости); • внедрения, применения или совершенствования методов переработки и кондиционирования сухих ТРО. Это сравнение может быть также использовано для оценки последствий отсрочки принятия решений по предотвращению преждевременного исчерпания емкости хранилища. Данный параметр помогает объяснить, почему на АЭС были внедрены конкретные методы максимального использования существующих хранилищ. Наличие достаточной емкости хранилища может служить основанием для выбора стратегии ожидания более эффективных технологий переработки и кондиционирования сухих ТРО (например, использования плазменного сжигания), что позволит избежать преждевременного и иногда необратимого внедрения технологий. Этот параметр позволяет сравнить емкость хранилища для различных типов энергоблоков с ВВЭР. Следует отметить, что значительная часть емкости хранилищ могла быть использована для хранения «исторических» отходов, которые зачастую хранились неэффективно, без сортировки или характеристики. Наличные емкости могут косвенно указывать на позицию национальных регулирующих органов в отношении минимизации рисков, связанных с хранением сухих ТРО. Если регулирующий орган не соглашается с расширением емкости для хранения, это является серьезным основанием для мер, направленных на минимизацию количества находящихся на хранении отходов. Общая емкость хранилищ является одним из исходных элементов в данных для оценки радиационной защиты и пожарной безопасности.
--	---

Объем для хранения концентрата (кубового остатка) (ЖРО) (Concentrate storage capacity (liquid))	Объем в м³ Этот параметр отражает имеющийся объем хранилища, предназначенный для безопасного хранения на площадке обработанных ЖРО. Емкость хранилища концентрата (кубового остатка) оказывает существенное влияние на стратегию обращения с влажными ТРО на площадке. Проектные емкости хранилищ не в состоянии вместить весь объем концентрата (кубового остатка), образовавшегося в течение первоначального проектного срока эксплуатации, и существует лишь ограниченная возможность расширения существующих емкостей для хранения. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • достаточная емкость хранилища минимизирует риск преждевременного внедрения технологий переработки отходов, которое может привести к необратимым шагам, а также обеспечивает время для оптимизации технологий переработки отходов; • недостаточная емкость хранилища может указывать на необходимость расширения емкости, если ожидаются задержки с внедрением эффективных технологий переработки; • он может указывать на необходимость или срочность внедрения технологий переработки влажных ТРО; • он позволяет сравнить проектные емкости хранилищ для различных типов энергоблоков с ВВЭР. <i>Примечание: проектная емкость хранилищ некоторых современных типов/моделей энергоблоков с реакторами ВВЭР заметно меньше и может отличаться от существующих емкостей на энергоблоках более старых типов более чем в 10 раз.</i> Имеющиеся емкости могут косвенно указывать на позицию национальных регулирующих органов в отношении минимизации рисков, связанных с хранением влажных ТРО. Если регулирующий орган не соглашается с расширением емкости для хранения, это является серьезным основанием для мер, направленных на минимизацию количества находящихся на хранении влажных ТРО. Общая емкость хранилищ является одним из исходных элементов в данных для оценки радиационной защиты и экологической безопасности.
--	--

	Следует отметить, что значительная часть первоначальной емкости хранилищ могла быть использована для хранения «исторических» отходов (в некоторых случаях отложений твердых кристаллизованных боратов).
Объем емкостей для аварийного хранения влажных ТРО (ЖРО) (Emergency storage capacity for WSW (liquid))	Объем в м³ Это параметр обеспечивает получение дополнительной информации. Он указывает на законодательное требование безопасности, связанное с наличием достаточной резервной емкости для хранения на случай аварийной ситуации. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он: • обеспечивает получение данных о размере резервной емкости хранилища для влажных ТРО, которая существенным образом уменьшает объем проектной емкости хранилища, доступной для штатного использования; • отражает изменчивость законодательных требований, определяющих минимальные емкости хранения (т.е. общий объем, используемый для всех типов отходов, или минимальный объем хранения, установленный для каждой конкретной категории влажных ТРО).
Объем для хранения отработавшей ионообменной смолы (Ion exchange resin storage capacity)	Объем в м³ Этот параметр относится только к резервуарам для хранения пульпы — он не применяется к хранению обезвоженных смол. Он отражает имеющийся объем хранилища, предназначенный для безопасного хранения отработавших ионообменных смол. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он: обеспечивает получение информации о существующих емкостях хранения на реакторных установках ВВЭР различного типа; указывает на необходимость или срочность внедрения/применения различных технологий переработки; отражает различия в применяемых технологиях хранения ионообменной смолы. Пульпа хранится в баках внутри емкости для хранения ионообменных смол. Обезвоженные смолы содержатся в альтернативных хранилищах, которые

	не относятся к емкостям для хранения ионообменных смол. Если на площадке используется бак небольшой емкости для хранения ионообменных смол или он совсем не используется, это указывает на то, что было проведено обезвреживание, и смолы были помещены в альтернативное хранилище. Таким образом, он косвенно обеспечивает получение информации о степени использования емкости альтернативного хранилища для размещения контейнеров с ионообменной смолой (например, бочек). Он может свидетельствовать об использовании эффективного процесса разделения отработавших ионообменных смол в зависимости от активности, если все смолы не хранятся вместе в виде пульпы в баках, независимо от их радиоактивности, а вместо этого обезвреживаются и хранятся в соответствии с их активностью. Этот параметр косвенно указывает на наличие емкости для хранения обезвреженных смол. Он может также указывать на возможности применения альтернативных вариантов переработки ионообменных смол с целью снижения стоимости переработки и применения процедуры освобождения от контроля/выведения из-под контроля некоторых смол. Он обеспечивает получение исходных данных для оценки радиационной защиты и экологической безопасности.
Для указанных ниже параметров «Да» выбирается независимо от того, находится ли хранилище на площадке энергоблока или за ее пределами	
Наличие площадки для захоронения ОНАО (VLLW disposal site available)	Это дополнительная информация, позволяющая получить данные о наличии площадки для захоронения ОНАО. Для ОНАО, согласно определению в руководстве GSG-1, не требуется высокоуровневая изоляция и локализация, и поэтому они пригодны для приповерхностного захоронения. В некоторых странах ОНАО разрешено размещать на обычных полигонах промышленных отходов, и возможность такого размещения определяется национальной политикой и стратегией. Там, где имеется площадка для захоронения ОНАО, значительная часть РАО, образующихся при нормальной эксплуатации АЭС, может быть перенаправлена и эффективно захораниваться на этих объектах. Это позволяет экономить место на лицензированных площадках для захоронения, предназначенных для РАО, имеющих более высокую активность. Можно ожидать снижения затрат, связанных с характеристикой, переработкой, кондиционированием и захоронением ОНАО по сравнению с отходами более высокой активности.

	Как правило, отверждение перед захоронением не проводится, и для транспортировки и хранения этих отходов могут также использоваться более простые контейнеры.
Наличие площадки для НАО (LLW disposal site available) Наличие площадки для САО (ILW disposal site available)	Эти параметры обеспечивают получение важных данных о наличии лицензированных и действующих площадок для захоронения РАО. Они позволяют мониторить процедуру ввода в эксплуатацию площадки для захоронения и последующие изменения в применяемых процессах после начала эксплуатации площадки для захоронения отходов. Возможность захоронения отходов в существенной мере способствует оптимизации технологических процессов обращения с отходами, снижению эксплуатационных затрат и соответствующих радиационных рисков. Действующие площадки (пункты) для захоронения НАО и САО имеются не во всех участвующих странах. Это важнейший фактор, который оказывает существенное влияние на общую стратегию обращения с РАО. Отсутствие площадки для захоронения и соответствующая нехватка емкости хранилищ часто приводят к прагматическим решениям. Отходы вывозятся, перерабатываются и преобразуются в «промежуточную форму», которая затем хранится до принятия окончательного решения о кондиционировании и захоронении. Такой подход помогает высвободить часть существующих емкостей для хранения вновь образующихся отходов, но приводит к увеличению эксплуатационных и капитальных затрат, а также повышению требований к строительству дополнительных хранилищ, что часто связано с неоптимальным способом переработки отходов. «Да» выбирается как для опции «Наличие площадки для захоронения НАО», так и для опции «Наличие площадки для захоронения САО», если имеется площадка для захоронения низко- и среднеактивных РАО.

Basic Storage and Disposal Data

Are disposal WAC approved by regulator: ☐ YES ☒ NO [?](#) Select Yes if there are approved WAC for any WWER operations waste

Original Solid Waste Storage Capacity:

DSW + Solidified WSW Storage Capacity: [?](#) m3 (existing geometrical capacity during the current reporting year)

Original Concentrate Storage Capacity:

Concentrate Storage Capacity (Liquid): [?](#) m3

Original Emergency Storage Capacity:

Emergency Capacity for WSW (Liquid): [?](#) m3

Original Ion Exchange Storage Capacity:

Ion Exchanger Storage Capacity (Slurries): [?](#) m3

Storage for Activated Parts (non-heat generating) : [?](#) m3 (existing geometrical capacity during the current reporting year)

VLLW Disposal Site Available: ☐ YES ☒ NO

LLW Disposal Site Available: ☐ YES ☒ NO [?](#) Select Yes if a L&LLW Site is available either on or off site

ILW Disposal Site Available: ☐ YES ☒ NO [?](#) Select Yes if a L&ILW Site is available either on or off site

РИС. 5. Базовые данные по хранению и захоронению

Примечание: исходные значения емкости хранилища являются частью набора данных по умолчанию для базы данных. Как только администратор площадки выбирает площадку для нового представления отчетных сведений по площадке, из базы данных извлекаются значения по умолчанию и заполняются исходные поля данных по емкости для «Базовых данных по хранению» и «Базовых данных по захоронению».

4.3. ГРУППА ДАННЫХ 3 — ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Параметры, показанные на рис. 6, были выбраны для бенчмаркинга, так как они позволяют:

- обеспечить отслеживание внедрения или прекращения реализации различных вариантов переработки;
- сделать обзор существующей инфраструктуры площадки;
- сопоставить объем хранения с применяемой технологией (например, внедрение суперкомпактирования может обеспечить уменьшение требуемого объема хранения;
- составить перечень площадок, использующих конкретные технологии;
- показать объекты, на которых технологии реализованы/доступны.

«Да» указывается, если данная технология реализована на площадке или доступна за ее пределами.

► **Waste Processing Options (Select Yes if an option is on site OR is provided by an off-site service)**

Conditioning	Treatment
Bituminization : ☐ YES ☒ NO	Centrifugation : ☐ YES ☒ NO
Cementation : ☐ YES ☒ NO	Chemical Oxidation : ☐ YES ☒ NO
Containerization (e.g., use of HICs) : ☐ YES ☒ NO	Compaction : ☐ YES ☒ NO
Encapsulation (Other) : ☐ YES ☒ NO	Decontamination : ☐ YES ☒ NO
Geopolymerization : ☐ YES ☒ NO	Deep evaporation (UGU) : ☐ YES ☒ NO
Grouting : ☐ YES ☒ NO	Evaporation : ☐ YES ☒ NO
Polymer Extrusion : ☐ YES ☒ NO	Fragmentation : ☐ YES ☒ NO
Vitrification : ☐ YES ☒ NO	Incineration: ☐ YES ☒ NO
	Ion Exchange : ☐ YES ☒ NO
	Liquid Filtration : ☐ YES ☒ NO
	Membrane Technology : ☐ YES ☒ NO
	Metal Melting : ☐ YES ☒ NO
	Organic Destruction : ☐ YES ☒ NO
	Radionuclide Separation (e.g., selective sorbents) : ☐ YES ☒ NO
	Shredding and Compaction : ☐ YES ☒ NO
	Sludge washing : ☐ YES ☒ NO
	Solvent Extraction : ☐ YES ☒ NO
	Sorting : ☐ YES ☒ NO
	Super Compaction : ☐ YES ☒ NO
	Thermal Treatment (non incineration): ☐ YES ☒ NO

РИС. 6. Варианты переработки отходов.

Примечание: пункт «Ионный обмен» (Ion Exchange) следует выбирать, если в технологии переработки используются ионообменные смолы. Пункт «Выделение радионуклидов» (Radionuclide Separation) следует выбирать, если в технологии переработки используются специальные материалы для выделения радионуклидов.

4.4. ГРУППА ДАННЫХ 4 — ПЕРЕРАБОТКА И ПАРАМЕТРЫ ЖРО

Описание данных по переработке и параметров жидких отходов представлено в таблице 5, и соответствующая иллюстрация приведена на рис. 7.

ТАБЛИЦА 5. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ПАРАМЕТРАМ ЖРО

рН концентрата (кубового остатка) — верхняя и нижняя границы (pH of concentrate — upper and lower values)	Это дополнительная информация, позволяющая получить данные о химическом режиме, используемом в резервуарах для хранения концентрата (кубового остатка). Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он легко поддается измерению, поскольку данные о рН (включая исторические данные) доступны на большинстве реакторов ВВЭР.
---	---

	Сложный характер химии бора и ограниченная растворимость боратов в конкретных диапазонах pH обуславливают необходимость тщательной корректировки значения pH в резервуарах для хранения концентрата (кубового остатка). Некорректное значение pH в резервуаре для хранения может привести к массовой кристаллизации и образованию твердых отложений. Наличие твердых отложений в резервуарах для хранения нежелательно и затрудняет дальнейшую переработку концентрата (кубового остатка). Это может потребовать использования дополнительных химических реагентов и/или механических процессов, которые увеличивают в конечном итоге общий объем хранящихся отходов. Более высокие значения pH (>11) обычно указывают на намерение сохранить более высокую концентрацию боратов в кубовом остатке и предотвратить их выпадение в осадок. Более низкие значения pH (<7) свидетельствуют о хранении нетипичного вида концентрата (кубового остатка), как правило, с более низким содержанием борной кислоты (например, растворов для дезактивации, химических чистящих средств). Чем выше значение pH, тем больше расход NaOH, используемого для корректировки значения pH. Некоторые технологии переработки влажных ТРО (например, битумирование, селективная сорбция и выделение борной кислоты) могут эффективно использоваться только в точно определенных диапазонах pH. Дополнительные химические вещества (обычно азотная кислота), используемые для регулировки pH, могут образовывать дополнительные (вторичные) отходы.
Расход свежей борной кислоты в год (Consumption of fresh boric acid per year)	Масса в тоннах. Сбросы отходов, содержащих борную кислоту, на большинстве АЭС с реакторами ВВЭР в окружающую среду строго ограничиваются. Годовой расход борной кислоты является эффективным показателем в бенчмаркинговом сравнении, проводимом между станциями с реакторами ВВЭР и другими АЭС с реакторами PWR, на которых объем образующегося концентрата (кубового остатка) невелик и/или имеется возможность сброса борной кислоты в окружающую среду (например, АЭС, расположенные на побережье; АЭС, перерабатывающие сточные воды без использования установок выпаривания).

	Это — показатель эффективности, отражающий потери борной кислоты и помогающий определить потенциальное воздействие на последующий технологический процесс (например, цементирование). Этот параметр позволяет определить количество свежей борной кислоты, которая добавляется в систему каждый год. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • количество расхода борной кислоты (например, масса борной кислоты, введенной в технологические системы в данном году) можно легко измерить или оценить, а данные по истории расхода борной кислоты, как правило, доступны; • он обеспечивает возможности для оптимизации расхода бора при эксплуатации АЭС, включая ее техническое обслуживание; • он отражает проектное решение и технологические особенности АЭС, связанные с пуском, остановом, контролем утечек, дренажем, системой отбора проб и общими эксплуатационными процедурами; • он оказывает непосредственное влияние на объем образующихся влажных ТРО, обращение с ними и эксплуатационные расходы. Он может оказывать неблагоприятное воздействие как на персонал АЭС, так и на окружающую среду. <i>Примечание: в августе 2008 года в 30-м протоколе по адаптации к техническому прогрессу к директиве ЕС 67/548/ЕЕС Европейская комиссия приняла решение изменить свою классификацию борной кислоты и отнести ее к репротоксической категории 2, а также применить определения риска R60 (может ухудшить фертильность) и R61 (может причинить вред нерожденному ребенку).</i>
Образование борной кислоты (боратов) (Boric acid (borates) generated)	Масса в тоннах Этот параметр определяет общую массу щелочных боратов в пересчёте на борную кислоту в резервуарах для хранения в конце данного года. Это — дополнительный параметр, который помогает понять потенциальное воздействие на последующие технологические процессы и обеспечивает получение исходных данных для планирование емкостей для хранения/захоронения. Оценка общей массы борной кислоты может потребовать проведения дополнительных химических анализов.

	Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он: • позволяет сравнить годовой расход борной кислоты и содержание борной кислоты в отходах при хранении на площадке и за ее пределами; • может быть использован для оценки объема любых продуктов переработки отходов, содержащих борную кислоту. Например, высокое содержание борной кислоты может обуславливать исключение цементированния и требовать применения альтернативной переработки, приводящей к увеличению или снижению объемов продуктов в зависимости от реализуемого(ых) процесса (ов); • может быть использован для оценки количества химических отходов, которые могут быть удалены из концентрата (кубового остатка) и изолированы в промышленных хранилищах как химические /токсичные отходы; • обеспечивает получение информации о распределении борной кислоты между жидкой и твердой фазами (в случае наличия твердой фазы) в резервуарах для хранения концентрата (кубового остатка); • обеспечивает получение данных для оценки потребности в дополнительных системах переработки ЖРО.
Общая масса твердых веществ (солей) (Total mass of solids (salts))	Масса в тоннах Этот параметр определяет общую массу всех твердых веществ (например, солей, таких как бораты, нитраты, оксалаты, карбонаты, шлам и другие примеси) в резервуарах для хранения в конце данного года. Определение общего содержания твердых веществ в концентрате (кубовом остатке) может потребовать проведения дополнительного химического анализа. Как правило, оно оценивается по репрезентативным пробам концентрата (кубового остатка), взятым из резервуаров для хранения и высушенным до постоянной массы. В случае значительного количества твердого осадка в резервуаре для хранения общая масса твердого вещества может быть определена из расчетного объема и средней плотности твердого осадка.

	Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он: • является дополнительным параметром, обеспечивающим получение исходных данных для проектирования емкостей, необходимых для обработки и кондиционирования хранящегося концентрата (кубового остатка), а также данных для определения минимальных емкостей для хранения и захоронения конечной формы отходов; • обеспечивает единую основу для эффективного сравнения общего количества твердых веществ, содержащихся в концентрате (кубовом остатке), накопленном на АЭС; • обеспечивает обратную связь по эффективности программ минимизации влажных ТРО; • может также указывать на соответствие технологии переработки влажных ТРО, техническим условиям и/или нормативным требованиям.
Возможность сброса борсодержащих отходов (Option to discharge boron)	Сбросы отходов, содержащих борную кислоту, на большинстве АЭС с реакторами ВВЭР в окружающую среду строго ограничиваются. Этот параметр обеспечивает получение исходных данных для сопоставления с другими АЭС, где также имеется возможность сброса борной кислоты в окружающую среду.
Активность ^{60}Co в хранилищах (Activity of ^{60}Co in storage)	Активность в ГБк Особое внимание при проектировании уделяется минимизации содержания кобальта в конструкционных материалах, используемых для изготовления основных технологических элементов и узлов реакторов ВВЭР. Радиоактивный ^{60}Co, образующийся при нейтронной активации конструкционных материалов, способствует значительному ухудшению общей радиационной обстановки на АЭС. ^{60}Co, присутствующий в концентрате (кубовом остатке), содержится в составе сложных химических соединений. Вследствие этого процессы, предназначенные для эффективного удаления ^{60}Co из объема донных концентратов (кубовых остатков), включают несколько стадий, предусматривающих использование сильных окислителей (например, озона, пероксида водорода) и методов выделения.

	Этот параметр отражает общую активность ^{60}Co, содержащуюся в резервуарах для хранения на конец текущего года. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркинг-параметра, так как ^{60}Co: • позволяет легко измерить активность этого радионуклида, и данные об активности ^{60}Co (включая исторические данные) доступны на всех участвующих АЭС; • относится к активированным продуктам коррозии и может быть использован для грубой оценки общей активности продуктов коррозии; • может отражать различную концентрацию кобальта в конструкционных материалах, используемых на АЭС; • обеспечивает получение данных для определения мер радиационной защиты и расчета дозы; • может в соответствующих случаях влиять на выбор технологий выделения активности из массы отходов; • обеспечивает получение исходных данных для применения масштабирующих коэффициентов при расчёте пределов активности для освобождения от контроля, хранения и захоронения отходов; • может отражать последствия крупномасштабных мероприятий по дезактивации, выполняемых на АЭС, которые, как правило, предусматривают дезактивацию основных технологических узлов и агрегатов, таких как парогенератор, или полную дезактивацию системы.
Активность ^{137}Cs в хранилищах (Activity of ^{137}Cs in storage)	Активность в ГБк Ядерное топливо, используемое в ядерном реакторе, подвергается многочисленным изменениям физических, химических и радиологических параметров в ходе эксплуатационной кампании. Вместе с мелкими дефектами в конструкции топливных элементов это может приводить к попаданию продуктов деления в теплоноситель реактора. ^{137}Cs из-за своего относительно длительного периода полураспада надолго остается в теплоносителе. В процессе очистки теплоносителя первого контура ^{137}Cs удаляется и направляется в потоки влажных ТРО.

	Этот параметр отражает общую активность ^{137}Cs в концентрате (кубовом остатке), хранящемся в резервуарах для хранения на конец текущего года. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркинг-параметра, так как ^{137}Cs: • позволяет легко измерить активность этого радионуклида, и данные об активности ^{137}Cs доступны на всех участвующих АЭС; • отражает состояние топлива — повышение активности ^{137}Cs указывает на повреждение ТВЭЛов; • обеспечивает получение данных для определения мер радиационной защиты, включая долгосрочное хранение и захоронение отходов; • вследствие своей высокой активности может в соответствующих случаях служить причиной для применения технологий селективного выделения ^{137}Cs из массы отходов; • обеспечивает получение исходных данных для применения масштабирующих коэффициентов при расчёте пределов активности для освобождения от контроля, хранения и захоронения отходов. Высокая активность ^{137}Cs в донном концентрате (кубовом остатке) указывает на возможное присутствие других загрязнителей (например, Sr, Am, Pu).
--	---

► **Liquid Processing and Parameters**

pH of Concentrate Upper Value:		
pH of Concentrate Lower Value:		
Consumption of Fresh Boric Acid per Year [tonnes]:		?
Boric Acid Generated [tonnes]:		?
Total Mass of Solids (salts) [tonnes]:		?
Option to Discharge Boron?:	☐ YES ☒ NO	
Activity 60Co [GBq] (in storage):		?
Activity 137Cs [GBq] (in storage):		?

РИС. 7. Переработка и параметры ЖРО.

4.5. ГРУППА ДАННЫХ 5 — ДАННЫЕ И ПАРАМЕТРЫ ВЛАЖНЫХ ТРО

Описание данных и параметров влажных ТРО представлено в таблице 6 и соответствующая иллюстрация приведена на рис. 8, представляющем собой матрицу, в верхней строке которой указаны единицы измерения для параметров отчетности, а в левой колонке — различные параметры влажных ТРО, выбранные для бенчмаркинга. В приведенной ниже таблице указаны параметры отчетности, а затем единицы измерения с пояснениями.

► Wet Solid Waste (WSW) Data and Parameters						
Parameters (all quantities reported in m3)	Volume Generated in Current Year 	Volume Generated in Current Year Normalized to 200g/L	Volume Processed for Disposal in Current Year 	Volume Cleared or Released as Non- Active in Current Year(unprocessed) 	Total Volume Stored (includes historical, raw and processed for storage)	Total Volume Disposed in Current Year
Concentrate:						
Salt Cake after Deep Evaporation of Concentrate (UGU):						
Ion Exchange Resin Slurries: 						
Sludges:						
Oils and Other Organic Liquids:						
Unsegregated and Special WSW:						

РИС. 8. Данные и параметры влажных ТРО.

ТАБЛИЦА 6. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ И ПАРАМЕТРОВ ВЛАЖНЫХ ТРО

Параметры (Parameters)	Единицы измерения и содержание параметров
Объем, образовавшийся в текущем году (Volume generated in current year)	м³ Данный параметр обеспечивает получение информации об объеме влажных ТРО, образовавшихся и переданных на хранение, на конец данного года. Данные о годовом образовании влажных ТРО имеются на всех участвующих АЭС и могут быть легко измерены или оценены. Объемы различных категорий влажных ТРО используются для оценки эксплуатационной эффективности АЭС и отражают динамику ее изменений. Оценка объемов в динамике по времени полезна для определения тенденций, выявления отклонений от ожидаемых значений и обеспечения своевременного реагирования на нештатные ситуации. Он обеспечивает получение данных для: • более глубокого анализа условий, связанных с переработкой влажных ТРО, для оценки эффективности программ минимизации образования отходов применительно к другим системам АЭС, для оптимизации эксплуатационных издержек и для оценки внешнего воздействия и изменений в законодательстве;

	• планирования финансовых средств и возможностей; • изменения договорных отношений с внешними организациями, обеспечивающими переработку, транспортировку и захоронение отходов; • планирования масштабов химического, радиохимического анализа и анализа безопасности.
Объем, образовавшийся в текущем году — нормализованный по концентрации 200 г/л (Volume generated in current year — normalized to 200 g/L)	м³ Этот параметр представляет собой показатель эффективности, используемый для бенчмаркинга образования только концентрата (кубового остатка). Он обеспечивает единую основу для детального проведения сравнения по всем АЭС с учетом различий в стратегиях переработки влажных ТРО и исключает влияние разброса содержания сухой твёрдой фазы в полученных концентратах (кубовых остатках).
Объем, переработанный для захоронения в текущем году (Volume processed for disposal in current year)	м³ Этот параметр свидетельствует о том, что на АЭС внедрена переработка влажных ТРО для целей захоронения (на площадке или за ее пределами). Он обеспечивает получение данных о количестве отходов, изъятых из хранилища влажных ТРО для их обработки/кондиционирования с целью перевода в форму, которая будет соответствовать критериям приемлемости отходов (КПО) для захоронения, по состоянию на конец отчетного года. Данный параметр является показателем эффективности, используемым для оценки эксплуатационной эффективности АЭС (предполагается, что обработка и/или кондиционирование влажных ТРО (включая «исторические» отходы) приводят к сокращению объема, что не всегда может иметь место, например, цементирование увеличивает объемы отходов), и отражает динамику изменений. Обработка и кондиционирование влажных ТРО могут также осуществляться специализированными подрядными организациями, получившими соответствующие разрешения регулирующих органов. Включает отвержденные влажные ТРО.

Объем, не подлежащий контролю или освобожденный от регулирующего контроля в текущем году (без переработки) (Volume cleared or released as non-active in current year (unprocessed))	м³ Данный параметр обеспечивает получение информации об объеме влажных ТРО, не подлежащих контролю и освобожденных от регулирующего контроля, на конец отчетного года. Этот параметр указывает на то, что были установлены и использовались эффективные процедуры для выделения, переработки, радиологической характеристики и освобождения от контроля или сброса влажных ТРО в окружающую среду.
Общий объем для хранения (включает «исторические», необработанные и переработанные для хранения отходы) (Total volume stored (includes historical, raw and processed for storage))	м³ Этот параметр используется для стратегического, долгосрочного планирования, так как он отражает общие обязательства АЭС (компании) в отношении отходов, которые хранятся в ожидании захоронения. Он обеспечивает получение исходных данных для реализации обработки и кондиционирования влажных ТРО, а также данных для определения минимальных емкостей для хранения и захоронения отходов в конечной форме. Данный параметр обеспечивает получение информации о полном (фактическом) количестве влажных ТРО в хранилище (включая любое «историческое» накопление) на конец отчетного года. Он отражает масштабы задач (законодательных, технических и финансовых), которые предстоит решать в будущем, включая все связанные с этим вопросы. Включает отвержденные влажные ТРО.
Общий объем, захороненный в текущем году (Total volume disposed in current year)	м³ Данный параметр обеспечивает получение: • важной информации о наличии действующего пункта захоронения/площадки для захоронения конкретной категории влажных ТРО, а также об использовании имеющихся возможностей для захоронения РАО в пункте захоронения/на площадке; • информации о количестве/объеме кондиционированных отвержденных влажных ТРО в данном году. Это очень важный параметр, используемый для оценки эксплуатационной эффективности АЭС с точки зрения снижения количества хранящихся отходов, и он отражает динамику ее изменений. Обработка годовых данных о производстве отходов за более широкий промежуток времени позволяет определить средние темпы

	захоронения, выявить отклонения от ожидаемых объемов и своевременно реагировать на аномальные темпы захоронения и их причины; • данных для планирования финансовых средств и возможностей на следующий период; • данных, указывающих на необходимость внесения изменений в договорные отношения с внешними организациями, обеспечивающими перевозку и захоронение отходов;
Параметры (Parameters)	
Концентрат (кубовый остаток) (Concentrate)	Реакторы ВВЭР отличаются от реакторов PWR тем, что в первом контуре теплоносителя и в соответствующих системах безопасности этих реакторов используется борная кислота. Определенное количество борной кислоты может попасть во влажные ТРО и, следовательно, в концентрат (кубовый остаток) при переработке ЖРО. Из-за особенностей конструкции реакторов ВВЭР образование концентрата (кубового остатка) относительно велико, и его объем в большинстве случаев колеблется в пределах примерно 50–150 м³/год на одну реакторную установку. Дальнейшая обработка концентрата (кубового остатка) осложняется ограниченной растворимостью боратов (солей борной кислоты), содержащихся в отходах, а также тем, что сбросы влажных ТРО, содержащих борную кислоту, в окружающую среду строго ограничиваются. Проектные емкости для хранения на действующих АЭС не способны вместить общий объем концентрата (кубового остатка), образовавшийся в течение эксплуатационного периода, и существует лишь ограниченная возможность расширения существующих емкостей для хранения на эксплуатируемой АЭС. Ограниченность инфраструктуры и отсутствие мощностей по переработке отходов и их захоронению подчеркивает важность этого параметра. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • данные о количестве и составе образующегося концентрата (кубового остатка) (в том числе исторического) имеются на всех АЭС и легко поддаются измерению. Большое внимание уделяется оценке данных о количестве и составе концентрата (кубового остатка), так как количество образующегося концентрата (кубового остатка) оказывает непосредственное влияние на финансовое

	состояние АЭС (эксплуатационные затраты, материальные затраты, затраты на обращение с отходами, сборы за хранение и /или захоронение); • данные о количестве образования, переработки и захоронения концентрата (кубового остатка) часто используются в составе корпоративных ключевых показателей эффективности; • данные об образовании концентрата (кубового остатка) отражают общую эффективность технологического оборудования и систем, эффективность эксплуатационного персонала, состояние химического режима, качество и соблюдение процедур и руководств, состояние технологического оборудования, продолжительность отключений, объем работ по техническому обслуживанию и последствия повреждения твэлов; • более высокий объем образующегося концентрата (кубового остатка) может отражать предпочтительную стратегию обращения с концентратом (кубовым остатком), когда более высокий объем концентрата (кубового остатка) с более низким содержанием соли лучше соответствует техническим условиям последующих процессов.
Солевой плав после глубокого упаривания кубового остатка (обычно именуемого УГУ операторами ВВЭР) (Salt cake after deep evaporation of concentrate (commonly known as UGU by WWER operators))	Контроль образования солевого плава позволяет провести детальное сравнение эксплуатационных технологий АЭС, использующих установки глубокого упаривания (УГУ). Этот параметр не применим ко всем реакторам ВВЭР. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • он указывает объем работ, направленных на минимизацию емкостей для хранения концентрата (кубового остатка); • данные о количестве и составе солевого плава, включая исторические данные, легко поддаются измерению и имеются на всех соответствующих АЭС; • он обеспечивает получение данных для дополнительной оптимизации и планирования переработки, хранения и захоронения.

Пульпы ионообменных смол (Ion exchange resin slurries)	Ионообменные смолы считаются жидкими отходами с относительно высоким содержанием мелких твердых частиц. К этой категории отходов относятся различные смолы, древесный уголь, шлам и в некоторых случаях также отработавшие источники. Определение фактического объема хранящейся ионообменной смолы может быть затруднено из-за отсутствия данных прямых измерений. Общий объем хранящихся отходов, следовательно, рассчитывается по суммарному объёму свежих неактивных сорбентов, загруженных в технологические системы за данный период эксплуатации АЭС. Если имеются данные точных измерений, следует использовать эти данные. Отработавшие ионообменные смолы представляют собой смесь сорбентов из различных технологических систем, собранную в резервуарах для хранения. Активность различных потоков отходов очень изменчива и может отличаться на несколько порядков. Отработавшие ионообменные смолы хранятся и перерабатываются отдельно от других потоков влажных ТРО в силу их специфических физических, химических и радиологических характеристик. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • он позволяет определить потенциально проблемные отходы, которые могут потребовать специальных технологий для их извлечения, обработки и кондиционирования; • вследствие ограниченного доступа к хранящимся отходам и отсутствия зон для выполнения транспортно-технологических операций с целью извлечения отходов из резервуаров хранилищ может потребоваться установка дополнительного технологического оборудования, применение устройств с дистанционным управлением и/или модификация существующей инфраструктуры; • обычно отработавшие ионообменные смолы имеют более высокую активность, чем многие другие виды отходов, что может требовать проведения точных оценок пределов активности для демонстрации соответствия критериям приемлемости отходов (КПО) и выполнения дополнительных мер радиационной защиты;
---	---

	• он обеспечивает получение данных для оптимизации и планирования переработки, хранения и захоронения отработавших ионообменных смол; • для характеристики данных отходов требуется больше усилий, особенно в случае больших объемов отходов; • он может также указывать на соответствие техническим условиям или нормативным требованиям; • транспортировка отвержденных ионообменных смол на объекты хранения или захоронения может требовать применения дополнительных мер радиационной защиты (например, использования защитных контейнеров); • использование термических процессов (сушка, термическое разложение, сжигание) может требовать применения дополнительных мер по охране окружающей среды и обеспечению промышленной безопасности; • часть ионообменных смол из систем с низкоактивными или неактивными средами (например, систем продувки парогенераторов) с высокой степенью вероятности может освобождаться от регулирующего контроля и сбрасываться в окружающую среду.
Шламы (Sludges)	Этот параметр относится к шламу из технологических систем. Шлам образуется в ходе эксплуатации, работ по дезактивации, очистке или техническому обслуживанию. Как правило, большая часть шлама накапливается в системах очистки сточных вод (баках-отстойниках, баках перелива и т.п.) и в резервуарах для хранения концентрата (кубового остатка). При очистке трубных решеток и пучков труб теплообменников образуется значительное количество потенциально неактивного шлама. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • он обеспечивает получение ценной информации о состоянии технологий выделения при эксплуатации конкретной АЭС;

	• шлам может привести к закупорке и/или засорению частей оборудования и способствует снижению эффективности работы теплообменников; • при извлечении из технологической системы или хранилищ (с использованием фильтрации или центрифугирования) он представляет собой отходы, в отношении которых имеется ограниченная информация и требуется проведение первоначальной химической и радиологической характеристики; • он обеспечивает получение информации о потенциально проблемных отходах, которые могут потребовать внедрения специализированного технологического оборудования и технологических процессов по извлечению, выделению и дальнейшей переработке; • он определяет количество отходов с более высокой активностью, которые очень часто смешаны с ионообменными смолами. Характеристика может быть более сложной, чем в случае ионообменных смол.
Масла и другие органические жидкости (Oils and other organic liquids)	Большинство загрязненных масел и органических жидкостей, образующихся на АЭС, дезактивируется (например, посредством центрифугирования, экстракции, перегонки или использования сорбентов) и впоследствии рециклируется или освобождается от регулирующего контроля в качестве неактивных отходов. Накопление масел и органических жидкостей происходит там, где не применяется их переработка. Этот параметр отражает органические/нефтяные масла и растворители, которые являются потенциально проблемными отходами и могут потребовать специальной технологии для дальнейшей переработки и хранения. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • он обуславливает необходимость сооружения достаточного по вместимости безопасного хранилища для воспламеняющихся органических жидкостей — такие хранилища, как правило, не строились во время первоначального монтажа АЭС; • хранение отходов увеличивает пожарную и радиационную опасность и может требовать принятия дополнительных мер безопасности (установки систем пожарной сигнализации и пожаротушения).

Смешанные и специальные влажные ТРО (Unsegregated and special WSW)	Этот параметр охватывает отходы, которые не могут быть переработаны по финансовым, техническим, связанным с безопасностью или законодательным причинам с использованием технологий, применимых к другим категориям влажных ТРО. Эти отходы хранят в том виде, в каком они образовались. В их состав входят потоки проблемных отходов, которые могут требовать специальной переработки или отдельного хранения. Они могут включать «исторические» отходы без каких-либо данных по характеристике или отходы, возникшие в результате внеплановых событий, таких как крупное повреждение ТВЭЛов. Примеры включают: • остатки после переработки концентрата (кубового остатка); • моющие и/или дезактивационные растворы, содержащие комплексообразующие вещества типа НТА, ЭДТА или смеси органических и неорганических кислот, характер которых принципиально отличается от состава концентрата (кубового остатка) и для которых не могут быть использованы доступные технологии переработки и модификации на АЭС. Специальные партии отходов с высоким уровнем загрязнения альфа-активными веществами, которые не могут быть захоронены на существующих площадках для захоронения, поскольку они не отвечают требованиям, установленным критериями приемлемости отходов (КПО) для захоронения, или для которых еще не определена окончательная форма хранения и захоронения. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как эти отходы могут требовать применения специальных транспортно-технологических операций и технологий и ставят перед руководителем работ по обращению с РАО трудные задачи. Эти отходы заполняют имеющиеся емкости для хранения в течение длительного периода времени, и в некоторых случаях переработка этой категории отходов откладывается до этапа вывода АЭС из эксплуатации. Если сообщается о ненулевых значениях, то база данных отображает обязательное поле комментариев для пользователей, чтобы представить краткие данные по таким неразделенным или особым влажным ТРО.
---	--

4.6. ГРУППА ДАННЫХ 6 — ДАННЫЕ И ПАРАМЕТРЫ СУХИХ ТРО

Описание данных и параметров сухих ТРО представлено в таблице 7 и соответствующая иллюстрация приведена на рис. 9, представляющем собой матрицу, в верхней строке которой указаны единицы измерения для параметров отчетности, а в левой колонке — различные параметры сухих ТРО, выбранные для бенчмаркинга. В приведенной ниже таблице указаны параметры отчетности, а затем единицы измерения с пояснениями.

► Dry Solid Waste (DSW) Data and Parameters

Parameters	Quantity Generated in Current Year ?		Quantity Processed for Disposal in Current Year ?		Quantity Cleared or Released as Non-Active in Current Year ?		Total Quantity Stored (includes historical, raw and processed for storage) ?		Volume Disposed in Current Year ?
	tonnes	m3	tonnes	m3	tonnes	m3	tonnes	m3	
Processible by Current Options: ?									
Not Processible by Current Options:									
Metals: ?									
Other DSW: ?									

РИС. 9. Переработка и параметры сухих ТРО.

ТАБЛИЦА 7. ОПИСАНИЕ ДАННЫХ И ПАРАМЕТРОВ СУХИХ ТРО

Единицы измерения для данных отчетности: в некоторых случаях можно вводить массу и/или объем. Пользователи сами решают, какие единицы измерения использовать. Кроме того, возможность использования любой из этих единиц измерения позволяет пользователям изменять методы отчетности в будущем (см. «Количество, переработанное для захоронения в текущем году»).	
Количество, образовавшееся в текущем году (Quantity generated in current year)	Тонны и/или м³ Этот параметр относится к количеству сухих ТРО, образовавшихся и переданных на хранение, и используется для контроля ежегодно образующихся потоков различных сухих ТРО. Он может использоваться для оценки АЭС по количествам, образовавшимся в данном году.
Количество, переработанное для захоронения в текущем году (Quantity processed for disposal in current year)	Тонны и/или м³ Обычно это количество отходов, выраженное в виде суммы объемов бочек, мешков, контейнеров, бункеров или в некоторых случаях — изменения емкости хранилища. Это значение не очень точное и не учитывает разность, связанную с предварительной обработкой отходов. Количество перерабатываемых сухих ТРО, выраженное в единицах массы, не зависит от материала и/или формы и служит стандартизированной основой для сравнения годового образования сухих ТРО для оценки эффективности последующих процессов обработки (например, компактирования, суперкомпактирования).

	Введение практики взвешивания и регистрация данных по образованию перерабатываемых сухих ТРО в единицах массы может помочь в улучшении организации технологических операций по минимизации отходов. Эта мера может сделать существующие методы более эффективными и/или может привести к внедрению новых прогрессивных методов, которые не базируются на простом изменении формы или объема. Представленные данные о количестве сухих ТРО, переработанных для захоронения в текущем году, позволили выявить существенные различия в подходах к отчетности по отходам, образующимся в контролируемой зоне в качестве радиоактивных отходов. Различия могут быть описаны следующим образом: а) все отходы, образующиеся в контролируемой зоне, в силу своего происхождения считаются радиоактивными и захораниваются как таковые без дальнейшей сортировки; б) часть отходов, образующихся в контролируемой зоне, сортируется в соответствии со значением мощности дозы, измеренной на определенном расстоянии. Отходы с активностью ниже определенного порога сбрасываются в окружающую среду; с) все отходы, образующиеся в контролируемой зоне, считаются радиоактивными до тех пор, пока не будет подтверждено утвержденной процедурой (зависящей от конкретных операций с отходами), что они соответствуют критериям освобождения от регулирующего контроля для сброса отходов в окружающую среду. Эти различия оказывают существенное влияние на величину объема сухих ТРО, переработанных для захоронения в текущем году, включенную в бенчмаркингую базу данных.
Количество, не подлежащее контролю или освобожденное от регулирующего контроля в текущем году (Quantity cleared or released as non-active in current year)	Тонны и/или м³ Данный параметр применяется к отходам с очень низкими уровнями содержания радионуклидов, образующимся в контролируемой зоне. Определение уровней с использованием квалифицированных методов измерения позволяет отделять отходы, подлежащие освобождению от регулирующего контроля, от активных отходов.

	Уровни активности обычно сравниваются со значениями, установленными регулирующим органом, и выражаются в единицах концентрации активности и/или общей активности (уровни освобождения от контроля). Если отходы соответствуют установленным критериям, они могут быть освобождены от регулирующего контроля и допускаться к сбросу в окружающую среду. Введение и эффективное применение процедуры освобождения от регулирующего контроля может дать значительную экономию в расходах на переработку отходов, а также в затратах на хранение и захоронение. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он обеспечивает получение информации о том, что на АЭС были установлены и используются процедуры, утвержденные регулирующим органом, для разделения, переработки, радиологической характеристики и освобождения от регулирующего контроля конкретного потока влажных ТРО перед их сбросом в окружающую среду.
Общее количество на хранении (Total quantity stored)	Тонны и / или м³ Данный параметр используется для стратегического, долгосрочного планирования, так как он отражает общие обязательства АЭС (энергокомпании) в отношении отходов, которые хранятся в ожидании захоронения. Он обеспечивает получение исходных данных для реализации обработки и кондиционирования сухих ТРО, а также данных для определения минимальных емкостей для хранения и захоронения отходов в конечной форме. Данный параметр обеспечивает получение информации о полном количестве сухих ТРО в хранилище (включая любое «историческое» накопление) на конец отчетного года. Он отражает масштабы задач (законодательных, технических и финансовых), которые предстоит решать в будущем, включая все связанные с этим вопросы. Сухие ТРО обычно включают в себя значительное количество горючих материалов. Данные о количестве горючих материалов обеспечивают получение базовой информации для оценки сопутствующих рисков возникновения пожара и необходимости установки соответствующих систем пожарной сигнализации и пожаротушения.

	Хранение большого объема влажных отходов, которые не были должным образом отсортированы и переработаны (в основном «исторических» отходов, таких как влажная ветошь для уборки и ткань, используемая для очистки и дезактивации), или отходов, хранящихся в местах с повышенной влажностью, может ускорить процесс разложения, сопровождающийся газообразованием, и вызвать увеличение затрат, связанных с соблюдением санитарно-гигиенических норм и стандартов промышленной безопасности.
Общий объем, захороненный в текущем году (Total volume disposed in current year)	м³ Данный параметр обеспечивает получение: • важной информации о наличии действующего пункта захоронения/площадки для захоронения конкретной категории сухих ТРО, а также о том, что на АЭС используются имеющиеся возможности для захоронения РАО в пункте захоронения/на площадке; • также информации о количестве/объеме конечной формы хранящихся кондиционированных сухих ТРО в данном году. Это один из очень важных параметров, используемых для оценки эксплуатационной эффективности АЭС с точки зрения снижения количества хранящихся отходов, который отражает динамику ее изменений. Обработка годовых данных о производстве отходов в более широкий промежуток времени позволяет определить тенденции, выявить отклонения от ожидаемых данных и своевременно реагировать на возникающие ситуации; • данных для планирования финансовых средств и возможностей на следующий период времени; • данных, указывающих на необходимость внесения изменений в договорные отношения с внешними организациями, обеспечивающими транспортировку и захоронение отходов.
Параметры (Parameters)	
Отходы, перерабатываемые существующими методами (Processable by current options)	Перерабатываемые сухие ТРО. Эти отходы включают в себя данные о потоках прессуемых и горючих отходов, поскольку четких критериев для определения и разделения этих потоков не существует на большинстве АЭС с реакторами ВВЭР. На практике большинство горючих отходов могут уплотняться до определенной степени (в зависимости от мощности пресса/компактора и соответствующей предварительной обработки), однако значительная часть

	прессуемых отходов не может быть подвергнута сжиганию из-за ограничений, регламентированных в технических условиях на конкретную печь сжигания (в отношении содержания Cl, F, Br в пластмассах, серы в резине...). Разделение отходов на две категории (прессуемые и сжигаемые отходы) не дает никаких дополнительных преимуществ в плане проведения бенчмаркинга, особенно в случае АЭС, не имеющих доступа к технологии сжигания. Перерабатываемые отходы отражают количество отходов с ограниченным потенциалом для дезактивации. При должной сортировке отходов соответствующие процессы обработки и кондиционирования (например, компактирование, суперкомпактирование, сжигание) могут обеспечить эффективное уменьшение объема. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как значительная часть образующихся отходов, как правило, подвергается обработке с целью уменьшения объема и стабилизации отходов для хранения или для дальнейшей обработки /кондиционирования. Перерабатываемые отходы включают значительное количество «исторических» отходов (которые часто не были должным образом отсортированы, характеризованы, упакованы или зарегистрированы). Извлечение отходов из шахт для хранения, их характеристика и обработка могут требовать модернизации имеющегося технологического оборудования, а в некоторых случаях даже строительства специализированных объектов по переработке и хранению отходов. Большая часть перерабатываемых отходов (например, бумага, пластмасса, резина, текстиль, дерево, тонкие кабели) образуется во время отключений и проведения технического обслуживания и связана с практикой: • использования одноразовой защитной одежды и средств индивидуальной защиты; • использования пластиковой пленки и оберточного материала; • исключения расходных материалов, применяемых в радиационно-опасных контролируемых зонах; • стирки и чистки повторно используемой защитной одежды и средств защиты;
--	--

	• использования протирачной ветоши и ткани для целей дезактивации; • сбора, сортировки и характеристики сухих ТРО. Оценка объемов образования таких отходов может обеспечить исходные данные для минимизации образования сухих РО.
Отходы, не перерабатываемые существующими методами (Not processable by current options)	К неперерабатываемым сухим ТРО относятся отходы, которые не могут быть переработаны по финансовым, техническим, связанным с безопасностью или законодательным причинам с использованием технологий, применимых к другим категориям сухих ТРО. Эти отходы хранят в том виде, в каком они образовались. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как он: • отражает выделенный объем отходов, которые могут требовать принятия особых мер для организации хранения; • показывает часть образующихся отходов, которые не подлежат обработке и, следовательно, могут занимать максимальный объем хранилища на единицу образующихся отходов. Примерами являются объемные куски бетона, непрессуемые и негорючие отходы, непереработанные модули объемной фильтрации (йодные и аэрозольные фильтры), отходы, загрязненные делящимися материалами или содержащие их, и т.п.
Металлы (Metals)	Этот параметр относится к металлам, отделяемым от других сухих ТРО. Металлические отходы включают широкий спектр загрязненных материалов (чугун, нержавеющая сталь, медь, свинец и т.п.). Алюминий, оцинкованные металлы, покрашенный или инкапсулированный свинец и кабели представляют собой отходы, требующие применения специальных транспортно-технологических операций перед их переработкой, хранением и/или захоронением. Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как: • металл, образующийся в контролируемых зонах, представляет собой отходы, которые с высокой степенью вероятности могут быть подвергнуты дезактивации, переработке или рециклированию, но в отношении которых лишь с ограниченной вероятностью могут применяться технологические операции по эффективному сокращению объема;

	• активность, вес, форма и размеры предопределяют его дальнейшую переработку; • технологические процессы, применяемые для обработки и/или кондиционирования большого количества металлических сухих ТРО, могут потребовать переработки за пределами площадки в специализированных цехах или установках (для дезактивации, резки, плавки); • прибыль, полученная от продажи дезактивированных и освобожденных от регулирующего контроля металлических отходов, может компенсировать другие затраты на обращение с такими отходами. Сокращение потребностей в хранении и захоронении также приносит экономическую выгоду. Определение дальнейшей обработки и кондиционирования отходов требует полного анализа затрат и результатов. Использование резки и/или дезактивации перед освобождением от регулирующего контроля является целесообразным в случаях, когда разрешенные процедуры позволяют определить радиологическое загрязнение, процедура освобождения отходов от регулирующего контроля утверждена регулирующим органом и имеется доступ к рынку металлолома для его переработки или рециклирования (повторного использования). Крупные металлические детали, узлы и агрегаты (например, демонтированные для замены парогенераторы, находящиеся на хранении) в этом параметре не учитываются.
Прочие сухие ТРО (Other DSW)	Этот параметр охватывает отходы, которые не могут быть переработаны по финансовым, техническим, связанным с безопасностью или законодательным причинам с использованием технологий, применимых к другим категориям сухих ТРО. Он отражает количество сухих ТРО, которые являются особыми в том отношении, что они могут быть токсичными, опасными или иным образом проблемными в плане обращения с ними. Они могут быть как перерабатываемыми, так и неперерабатываемыми и включаются в эту категорию для целей отслеживания и сопоставления образования такого особого вида отходов. Примерами являются асбест, химические отходы с высокой токсичностью, воспламеняемостью или реакционной способностью и другие «экзотические» и/или необычные виды отходов.

	Данный параметр был выбран в качестве бенчмаркингowego параметра, так как эти отходы образуют, как правило, небольшие объемы, но создают большие проблемы в плане обращения с ними. Образование таких отходов представляет интерес для целей сравнения, поскольку оно ведет к рассмотрению практики, предусматривающей замену либо предотвращение их образования. Иногда при обращении с отходами, которые не могут быть эффективно разделены, эти отходы относят к прочим сухим ТРО (например, см. представленные отчетные сведения по Хмельницкой АЭС — 2012 год). Об объемах обезвоженных ионообменных смол следует отчитываться, как о прочих сухих ТРО.
--	--

5. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ БЕНЧМАРКИНГОВЫХ ОТЧЕТОВ

Инструмент «Шаблоны отчетов» (Report Templates) позволяет пользователям легко и быстро сообщать о данных, вводимых в бенчмаркингую базу данных. Это очень важная функция базы данных, поскольку она облегчает сопоставление (бенчмаркинг) эффективности работ, осуществляемых на площадках с реакторами ВВЭР, и позволяет руководителям площадок получить оценку показателей собственной площадки.

Существует два типа шаблонов отчетов: с фиксированным форматом и переменным форматом. Информация о группах, формате и описание шаблонов отчетов приведены в таблице 8.

Шаблоны с фиксированным форматом не могут просматриваться или редактироваться пользователями — пользователи выбирают эти шаблоны с фиксированным форматом в компоненте «Отчеты» (Reports) базы данных (см. раздел 6) для создания отчетов. На рис. 16 в разделе 6 показано, что пользователи в интерактивном режиме выбирают площадку (площадки) и отчетный год (годы) в случае фиксированных шаблонов отчетов.

Для шаблонов с переменным форматом пользователи задают параметры отчета, такие как объем образующегося концентрата (кубового остатка), и сохраняют свои шаблоны. Затем пользователи создают отчеты на основе этих сохраненных шаблонов. Пользователи могут редактировать свои сохраненные шаблоны для внесения в них изменений. Пользователи задают площадку (площадки) по умолчанию для отчетов при создании и сохранении шаблонов. Как и в случае отчетов с фиксированным форматом, пользователи в интерактивном режиме выбирают площадку (площадки) и отчетный год (годы) при использовании шаблонов отчетов с фиксированным форматом.

Выбор шаблонов, площадок, отчетного года и других параметров отчетности рассматривается в разделе 6.

ТАБЛИЦА 8. ГРУППЫ, ФОРМАТ И ОПИСАНИЕ ШАБЛОНОВ ОТЧЕТОВ

Шаблонная группа	Формат	Описание
01 Базовый отчет о площадке (Basic site report)	Фиксированный	На рис. 10 показан «Базовый отчет о площадке». Шаблон отчета позволяет пользователям сообщать базовые данные по хранению и захоронению, переработке и параметрах ЖРО, а также общие данные по любой площадке реактора ВВЭР.
02 Варианты переработки отходов (Waste processing options)	Фиксированный	На рис. 11 и 12 показан «Отчет о вариантах переработки отходов». Если выбрано несколько площадок, отчеты будут иметь формат, показанный на рис. 11. Если выбрана одна площадка, отчеты будут иметь формат, показанный на рис. 12.

05 Общий отчет (Overall report)	Фиксированный	На рис. 13 показан «Общий отчет», который используется для сообщения всех вводимых данных по площадке за указанный отчетный год. Это позволяет пользователям быстро просматривать все введенные данные, что облегчает поиск ошибок и их исправление.
03 Данные и параметры влажных ТРО (Wet solid waste data and parameters) 04 Данные и параметры сухих ТРО (Dry solid waste data and parameters) 06 Мои шаблоны отчетов (My report templates)	Определяется пользователем	На рис. 14 показана домашняя страница компонента базы данных по конструированию шаблонов. На рис. 14 в селекторе групп шаблонов был выбран параметр «00 Показать все шаблонные группы» (00 Show All Template Groups (это необязательное действие)). Чтобы создать шаблон, пользователи нажимают кнопку «Новый шаблон» (New Template), которая открывает новое окно создания шаблона, показанное на рис. 15. Пользователь указывает заголовок отчета и цель отчета. Затем пользователь выбирает параметры для отчета при формировании отчетов с использованием шаблона. Как правило, если выбраны только параметры для данных по переработке ЖРО или данных по влажным ТРО, пользователи выбирают шаблонную группу 03 или 04 соответственно. Пользователи также могут выбрать шаблонную группу 06 для существующего сохраненного шаблона. Прежде чем шаблоны можно будет использовать для создания отчета, они должны быть опубликованы. См. рис. 14 и рис. 15.

Basic Site Report for Paks for 2009 data redacted for this TECDOC

Basic Storage and Disposal Data

Are disposal WAC approved by regulator:				
	Original			
DSW + Solidified WSW Storage Capacity:	8379	m3		% Used
Concentrate Storage Capacity (Liquid):	6895	m3		% Used
Emergency Capacity for WSW (Liquid):	1481	m3		% Used
Ion Exchanger Storage Capacity (Slurries):	2123	m3		% Used
Storage for Activated Parts (non-heat generating):		m3		
VLLW Disposal Site Available:	No			
LLW Disposal Site Available:	Yes			
ILW Disposal Site Available:	Yes			

Liquid Processing and Parameters

		Ranges for All Sites (2009)	
		minimum	maximum
pH of Concentrate Upper Value:			
pH of Concentrate Lower Value:			
Consumption of Fresh Boric Acid per Year:	tonnes		
Boric Acid Generated:	tonnes		
Total Mass of Solids (salts):	tonnes		
Option to Discharge Boron?:			
Activity 60Co (in storage):	GBq		
Activity 137Cs (in storage):	GBq		

General Data

	minimum	maximum
Number of Outages		
Operational Days		
Outage Days		
Fuel Damage that Results in a Shutdown (at least 24h):		
Equipment Failure that Results in Shutdown (at least 24h):		
Significant Spill in Containment:		
Refurbishment for Lifetime Extension:		
Refurbishment for Power Uprate:		
Refurbishment for Safety Reasons:		

РИС. 10. Базовый отчет о площадке.

Waste Processing Options Report									
Conditioning Facilities									
Bituminization	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy									
Paks									
Temelin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cementation	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Paks									
Temelin									
Containerization (e.g., use of HICs)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Paks									
Temelin									
Encapsulation (Other)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy									
Paks									
Temelin				✓		✓	✓		
Grouting	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Paks									
Temelin									
Polymerization Extrusion	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy									
Paks									
Temelin		✓	✓		✓				
Vitrification	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy									
Paks									
Temelin									
Treatment Facilities									
Centrifugation	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kozloduy									
Paks									
⋮ etc.									

РИС. 11. Отчет о вариантах переработки отходов — несколько площадок.

Waste Processing Options Report									
Temelin									
Conditioning Facilities									
Conditioning Facilities	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bituminization	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cementation									
Containerization (e.g., use of HICs)									
Encapsulation (Other)				✓		✓	✓		
Grouting									
Polymerization Extrusion		✓	✓		✓				
Vitrification									
Treatment Facilities									
Treatment Facilities	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Centrifugation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Chemical Oxidation									
Compaction	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Decontamination		✓	✓		✓				
Deep evaporation (UGU)									
Incineration		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Liquid Filtration				✓					
Membrane Technology									
Metal Melting					✓	✓	✓		
Organic Destruction									
Radionuclide Separation (e.g., Selective Sorbents)									
Shredding and Compaction	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Sludge washing									
Solvent Extraction	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Super Compaction							✓		
Thermal Treatment (non incineration)									

РИС. 12. Отчет о вариантах переработки отходов — одна площадка.

Overall Report for Paks for 2009 (data redacted for this TECDOC)

Site Name:	Paks
Country Name:	 Hungary
Company Name:	Paks NPP Ltd.
Total Installed Capacity in Reporting Year:	2000 MWe
Refuelling Period:	12 months
Number of Reactor Units with Operating Licenses:	4
Electricity Generated at Site in Reporting Year:	15.4 TWh
Reporting Year:	2009

Reactor Data

Reactor Type	Reactor Unit Power in MWe as-designed	Reactor Model	Date Commissioned (YYYY-MM-DD)	Percentage Contribution
WWER 440	440	213	1982-12-14	25
WWER 440	440	213	1984-08-26	25
WWER 440	440	213	1986-09-15	25
WWER 440	440	213	1987-08-09	25

General Data These Factors Impact Waste Generation (They Take NPP Out of Their Normal Operating Envelope)

Number of Major Outages This Year (Per Site) Due To Maintenance:	
Outages (days):	
Total Days of Operation (all units):	

Basic Storage and Disposal Data

Are disposal WAC approved by regulator :	
DSW + Solidified WSM Storage Capacity :	m3
Concentrate Storage Capacity (Liquid) :	m3
Emergency Capacity for WSW (Liquid) :	m3
Ion Exchanger Storage Capacity (Slurries) :	m3
Storage for Activated Parts (non-heat generating) :	m3
VLLW Disposal Site Available :	
LLW Disposal Site Available :	
ILW Disposal Site Available :	

Waste Processing Options

Conditioning Methods Used		Treatment Methods Used	
Bituminization :	No	Centrifugation :	No
Cementation :	No	Chemical Oxidation :	Yes
Containerization (e.g., use of HICs) :	No	Compaction :	Yes
Encapsulation (Other) :	No	Decontamination :	Yes
Grouting :	No	Deep evaporation (UGU) :	No
Polymerization Extrusion :	No	Incineration :	No
Vitrification :	No	Liquid Filtration :	Yes
		Membrane Technology :	Yes
		Metal Melting :	No

⋮

etc.

РИС. 13. Общий отчет.

IAEA
Csullog, Greg
Settings
Help
Sign Out

IAEA
The International WWER Radioactive Waste Operations Benchmarking System

Site
Reports
Template Design
User Manual
Contact SysAdmin

My Report Templates
New Template
Template Group : 00 Show All Template Groups

Template Group
03 Wet Solid Waste Data and Parameters

Report Title	WSW Report #1: Boric Acid Consumed vs. Concentrate Generated		
Description	Template created to test the database; also to demonstrate meeting Zoltan Nagy's request for this report as documented in a June 23, 2013 e-mail from Greg to Mikhail		
Status	Published	UnPublish	Edit Delete

Report Title	WSW Report #2: Concentrate Generated Normalized to 200 g/L		
Description	template created to test the database May 8th, 2014		
Status	Saved	Publish	Edit Delete

Report Title	WSW Report #3: IX Resin Generated		
Description	template created to test the database May 8th, 2014		
Status	Published	UnPublish	Edit Delete

Template Group
04 Dry Solid Waste Data and Parameters

Report Title	DSW Report #1: Total DSW generated		
Description	Template created to test the database: demonstrates plotting and listing total amounts of waste generated, which was not possible with the previous version of the database		
Status	Published	UnPublish	Edit Delete

Template Group
06 My Report Templates

Report Title	WSW Report #1: test of save to My Reports		
Description	this report generated from a template in Group 03 and saved in Greg's My Reports		
Status	Published	UnPublish	Edit Delete

New Report: Create a new Report
Edit: Edit report
Publish: Mark report available in "My Report Templates" group
Delete: Delete report

РИС. 14. Компонент базы данных по конструированию шаблонов.

New Report Template

Note: Parameters with units in tonnes or m3 can be selected together for creating Report Templates.

Basic Information

Specify the Report's Title: *	
Define a New Template Group:	(OR)
Select an Existing Template Group:	Select v
Describe the Purpose of the Report: *	
Select Sites (X Axes): At Least one Site must be selected when creating a Report Template. When generating reports using a Template, users can interactively decide which Sites to include in the report.	☐ Balakovo ☐ Dukovany ☐ EBO V II ☐ EMO I and II ☐ Khmel'nitska ☐ Kola ☐ Kozloduy ☐ Loviisa ☐ Metsamor ☐ Novovoronezh ☐ Paks ☐ Rivnenska ☐ South-Ukrainian ☐ Temelin ☐ Udomlya ☐ Volgodonsk ☐ Zaporizhzhie ☐ All

Select Y Axes (data series):

Liquid Processing Data and Parameters									
	tonnes								
Boric Acid Consumed	☐								
Boric Acid Generated	☐								
Total Mass of Solids (salts)	☐								
Wet Solid Waste Data and Parameters									
	Generated m3	Generated normalized m3	Processed for disposal m3	Cleared/Released m3	Stored m3	Disposed m3			
Concentrate	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Salt Cake (from UGU)	☐		☐	☐	☐	☐			
Ion Exchange Resin	☐		☐	☐	☐	☐			
Sludge	☐		☐	☐	☐	☐			
Oil and Other Organic Liq.	☐		☐	☐	☐	☐			
Unsegregated and Special WSW	☐		☐	☐	☐	☐			
Plot Col. Total	☐		☐	☐	☐	☐			
Dry Solid Waste (DSW) Data and Parameters									
	Generated tonnes	Generated m3	Processed for disposal tonnes	Processed for disposal m3	Cleared/Rel. tonnes	Cleared/Rel. m3	Stored tonnes	Stored m3	Disposed m3
Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Not-Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Metals	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Other DSW	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plot Col. Total**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* by options available in the reporting year
 ** if both tonnes and m3 are selected they will be plotted separately

Save

Publish

Cancel

РИС. 15. Экран создания нового шаблона.

6. ОТЧЕТНОСТЬ

На рис. 16 показана домашняя страница компонента базы данных по отчетам. Первым действием пользователя является выбор шаблонной группы (см. полный список шаблонных групп в разделе 5).

После выбора шаблонной группы поле выбора заголовка отчета динамически обновляется для отображения заголовков всех шаблонов в группе. Как отмечено в разделе 5, в группе шаблонов с фиксированным форматом есть только один шаблон с фиксированным заголовком. Если в группе шаблонов имеется несколько заголовков отчетов, второе действие, которое выполняют пользователи, — это выбор заголовка создаваемого отчета.

Затем пользователи выбирают другие варианты отчетности в соответствии с указаниями, содержащимися в руководстве пользователя (см. рис. 2). Необходимо выбрать хотя бы один отчетный год, также можно выбирать несколько лет. Флажки указывают на площадку (площадки) по умолчанию для отчета, которая(ые) определена(ы) в шаблоне отчета. Пользователи могут в интерактивном режиме изменять площадку (площадки), по которой(ым) представляется(ются) отчет(ы).

Как только выбор сделан, пользователь нажимает кнопку «Отправить» (Submit). Примеры отчетов представлены в настоящем разделе.

IAEA The International WWER Radioactive Waste Operations Benchmarking System

Csullog, Greg Settings Help Sign Out

Site Reports Template Design User Manual Contact SysAdmin

Reports

Template Group Select		Report Title All		Year All 2014 2013 2012 2011 2010 2009 2008 2007 2006
Reactor Type All	Normalize Data None	Pick X-Axis Years	Show Statistics None	
Report Type : Bar	Scale Type Normal	Show All	Sort Order Ascending	
Exclude Zero On Average ☐		Show scrollable chart ☐	Drop Outliers Low None High None	
Use Hatch ☐				
Display statistics on a separate graph ☐				
Select Sites ☐ Balakovo ☐ Dukovany ☐ EBO V II ☐ EMO I and II ☐ Khmel'nitska ☐ Kozloduy ☐ Loviisa ☐ Metsamor ☐ Novovoronezh ☐ Paks ☐ Polyarnye Zori ☐ Rivnenska ☐ South-Ukrainian ☐ Temelin ☐ Udomlya ☐ Volgodonsk ☐ Zaporizhzhie ☐ All				
Submit Reset				

РИС. 16. Страница выбора отчета.

В июле 2013 года в г. Пакш, Венгрия, был проведен семинар по бенчмаркингу, в отчете о котором сообщается следующее:

«Участники согласовали три параметра, которые наиболее важны для отчетности и сопоставления АЭС друг с другом...

... № 1: Образование концентрата (кубового остатка) (с нормализацией по концентрации 200 г/л), нормализованное по ТВт·ч, количеству суток эксплуатации или количеству реакторных установок.

... № 2: Образование ионообменных смол, нормализованное по ТВт·ч, количеству суток эксплуатации или количеству реакторных установок.

... № 3: Образование сухих ТРО, нормализованное по ТВт·ч, количеству суток эксплуатации или количеству реакторных установок.»

Три указанных отчета известны как «Обязательные отчеты» («Must Have Reports»). На рис. 17 иллюстрируется «Обязательный отчет №1 — Образование концентрата (кубового остатка), нормализованного по 200 г/л» с опцией нормализации данных по выбранному количеству суток эксплуатации.

Шаблон для этого отчета был создан путем выбора опции «Образование концентрата (кубового остатка), нормализованное значение» («Concentrate — Generated Normalized») на экране «Создание нового шаблона» («New Template Creation»), см. рис. 18, и сохранения выбора с указанным заголовком отчета.

Отчет был создан путем выбора следующих элементов (см. рис. 16.):

- Шаблонная группа (Template Group) = «03 Данные и параметры влажных ТРО»;
- Заголовок отчета (Report Title) = «Концентрат (кубовый остаток), нормализованный по 200 г/л»;
- Нормализованные данные (Normalize Data) = «Количество суток эксплуатации»;
- Площадка (Site) = Пакш;
- Годы (Years) = 2006–2013



РИС. 17. «Обязательный отчет № 1» — Образование концентрата (кубового остатка), нормализованного по 200 г/л.

Note: Parameters with units in tonnes or m3 can be selected together for creating Report Templates.

Basic Information

Specify the Report's Title: *	Concentrate Generated Normalized to 200 g/L		
Define a New Template Group:	03 Wet Solid Waste Data and Parameters	(OR)	
Select an Existing Template Group:	03 Wet Solid Waste Data and Parameters		
Describe the Purpose of the Report: *	Example benchmarking report #1 for the TECDOC		
Select Sites (X Axes) count 1: At Least one Site must be selected when creating a Report Template. When generating reports using a Template, users can interactively decide which Sites to include in the report.	☐ Balakovo ☐ Dukovany ☐ EBO V II ☐ EMO I and II ☐ Khmel'nitska ☐ Kola ☐ Kozloduy ☐ Loviisa ☐ Metsamor ☐ Novovoronezh ☒ Paks ☐ Rivnenska ☐ South-Ukrainian ☐ Temelin ☐ Udomlya ☐ Volgodonsk ☐ Zaporizhzhie ☐ All		

Select Y Axes (data series) count 1:

Liquid Processing Data and Parameters						
	tonnes					
Boric Acid Consumed	☐					
Boric Acid Generated	☐					
Total Mass of Solids (salts)	☐					

Wet Solid Waste Data and Parameters						
	Generated m3	Generated normalized m3	Processed for disposal m3	Cleared/Released m3	Stored m3	Disposed m3
Concentrate	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Salt Cake (from UGU)	☐		☐	☐	☐	☐
Ion Exchange Resin	☐		☐	☐	☐	☐
Sludge	☐		☐	☐	☐	☐
Oil and Other Organic Liq.	☐		☐	☐	☐	☐
Unsegregated and Special WSW	☐		☐	☐	☐	☐
Plot Col. Total	☐		☐	☐	☐	☐

Dry Solid Waste (DSW) Data and Parameters									
	Generated tonnes	Generated m3	Processed for disposal tonnes	Processed for disposal m3	Cleared/Rel. tonnes	Cleared/Rel. m3	Stored tonnes	Stored m3	Disposed m3
Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Not-Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Metals	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Other DSW	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plot Col. Total**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* by options available in the reporting year
** if both tonnes and m3 are selected they will be plotted separately

Save Publish Cancel

Рис. 18. Создание шаблона для «Обязательного отчета № 1».

На рис. 19 показан «Обязательный отчет № 2», а рис. 20 иллюстрирует создание его шаблона. В этом примере данные были нормализованы по числу эксплуатируемых реакторов.



РИС. 19. «Обязательный отчет № 2»: Образование ионообменных смол.

Note: Parameters with units in tonnes or m3 can be selected together for creating Report Templates.

Basic Information

Specify the Report's Title: *	Ion Exchange Resin Generated		
Define a New Template Group:	03 Wet Solid Waste Data and Parameters	(OR)	
Select an Existing Template Group:	03 Wet Solid Waste Data and Parameters		
Describe the Purpose of the Report: *	Example benchmarking report #2 for the TECDOC		
Select Sites (X Axes) count 4: At Least one Site must be selected when creating a Report Template. When generating reports using a Template, users can interactively decide which Sites to include in the report.	☐ Balakovo ☒ Dukovany ☐ EBO V II ☐ EMO I and II ☐ Khmel'nitska ☐ Kola ☒ Kozloduy ☐ Loviisa ☒ Metsamor ☐ Novovoronezh ☐ Paks ☐ Rivnenska ☐ South-Ukrainian ☒ Temelin ☐ Udomlya ☐ Volgodonsk ☐ Zaporizhzhie ☐ All		

Select Y Axes (data series) count 1:

Liquid Processing Data and Parameters									
	tonnes								
Boric Acid Consumed	☐								
Boric Acid Generated	☐								
Total Mass of Solids (salts)	☐								
Wet Solid Waste Data and Parameters									
	Generated m3	Generated normalized m3	Processed for disposal m3	Cleared/Released m3	Stored m3	Disposed m3			
Concentrate	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Salt Cake (from UGU)	☐		☐	☐	☐	☐			
Ion Exchange Resin	☒		☐	☐	☐	☐			
Sludge	☐		☐	☐	☐	☐			
Oil and Other Organic Liq.	☐		☐	☐	☐	☐			
Unsegregated and Special WSW	☐		☐	☐	☐	☐			
Plot Col. Total	☐		☐	☐	☐	☐			
Dry Solid Waste (DSW) Data and Parameters									
	Generated tonnes	Generated m3	Processed for disposal tonnes	Processed for disposal m3	Cleared/Rel. tonnes	Cleared/Rel. m3	Stored tonnes	Stored m3	Disposed m3
Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Not-Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Metals	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Other DSW	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plot Col. Total**	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* by options available in the reporting year
 ** if both tonnes and m3 are selected they will be plotted separately

Save Publish Cancel

РИС. 20. Создание шаблона для «Обязательного отчета № 2».

На рис. 21 показан «Обязательный отчет № 3», а рис. 22 иллюстрирует создание его шаблона. В этом примере данные были нормализованы по ТВт ч выработанной электроэнергии.



РИС. 21. «Обязательный отчет № 3»: Всего образовавшихся сухих ТРО.

Note: Parameters with units in tonnes or m3 can be selected together for creating Report Templates.

Basic Information

Specify the Report's Title: *	Total Dry Solid Waste Generated		
Define a New Template Group:	04 Dry Solid Waste Data and Parameters	(OR)	
Select an Existing Template Group:	04 Dry Solid Waste Data and Parameters		
Describe the Purpose of the Report: *	Example benchmarking report #3 for the TECDOC		
Select Sites (X Axes) count 4: At Least one Site must be selected when creating a Report Template. When generating reports using a Template, users can interactively decide which Sites to include in the report.	☐ Balakovo ☒ Dukovany ☐ EBO V II ☐ EMO I and II ☐ Khmel'nitska ☐ Kola ☒ Kozloduy ☐ Loviisa ☐ Metsamor ☐ Novovoronezh ☒ Paks ☐ Rivnenska ☐ South-Ukrainian ☒ Temelin ☐ Udomlya ☐ Volgodonsk ☐ Zaporizhzhie ☐ All		

Select Y Axes (data series) count 1:

Liquid Processing Data and Parameters									
	tonnes								
Boric Acid Consumed	☐								
Boric Acid Generated	☐								
Total Mass of Solids (salts)	☐								
Wet Solid Waste Data and Parameters									
	Generated m3	Generated normalized m3	Processed for disposal m3	Cleared/Released m3	Stored m3	Disposed m3			
Concentrate	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Salt Cake (from UGU)	☐		☐	☐	☐	☐			
Ion Exchange Resin	☐		☐	☐	☐	☐			
Sludge	☐		☐	☐	☐	☐			
Oil and Other Organic Liq.	☐		☐	☐	☐	☐			
Unsegregated and Special WSW	☐		☐	☐	☐	☐			
Plot Col. Total	☐		☐	☐	☐	☐			
Dry Solid Waste (DSW) Data and Parameters									
	Generated tonnes	Generated m3	Processed for disposal tonnes	Processed for disposal m3	Cleared/Rel. tonnes	Cleared/Rel. m3	Stored tonnes	Stored m3	Disposed m3
Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Not-Processible*	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Metals	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Other DSW	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plot Col. Total**	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* by options available in the reporting year
 ** if both tonnes and m3 are selected they will be plotted separately

Save Publish Cancel

РИС. 22. Создание шаблона для «Обязательного отчета № 3».

Приведенные выше примеры и руководство для пользователя содержат достаточно указаний для пользователей, позволяющих определить и использовать заранее определенные шаблоны отчетов для создания детальных отчетов, на которых базируются оценки практики обращения с отходами на площадках пользователей для сопоставления ее с практикой на других площадках АЭС с реакторами ВВЭР.

7. ПОЯСНЕНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЕМЫХ СИСТЕМОЙ BMS, И ПРИМЕРЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Преимущества, обеспечиваемые бенчмаркинговой программой для реакторов ВВЭР, могут включать:

- улучшение взаимодействия между операторами реакторов ВВЭР, которое приводит к выработке согласия в отношении терминологии и параметров, выбранных для сравнения;
- создание механизма обмена информацией, включая соответствующие и согласованные форматы отчетности;
- оперативное определение относительного рейтинга отдельных станций с точки зрения эффективности действующей на них практики обращения с НСАО;
- определение сильных и слабых сторон для каждой площадки с реактором ВВЭР;
- использование в качестве инструмента/модели для дополнительной отчетности, такой как ежемесячная или ежеквартальная отчетность об особых параметрах;
- определение наиболее эффективных операторов и наилучшей практики обращения с отходами (включая соответствующие параметры), которую они применяют для достижения максимальной эффективности, что побуждает операторов повышать эффективность и позволяет подтвердить обоснованность мер, принятых для достижения полученных результатов;
- определение альтернативной практики переработки ЖРО, которую аналогичные станции используют для повышения эффективности;
- количественную оценку годовых объемов хранения (потребностей) и объемов захоронения в масштабе отрасли и страны;
- учет усвоенных уроков и обмен технологиями;
- подготовку периодических сводных отчетов по результатам бенчмаркинга с анализом их значимости для отрасли;
- сокращение регулярно посещаемых персоналом загрязненных зон в масштабе отрасли, что будет означать уменьшение продолжительности проведения работ по техническому обслуживанию, улучшение доступа операторов, сокращение периодов отключения, снижение радиационного облучения, уменьшение числа случаев радиоактивного загрязнения персонала и значительное сокращение объемов образования, хранения и захоронения НСАО.

Реализация перечисленных выше преимуществ может привести к достижению существенной ежегодной экономии затрат, сокращению объема отходов и повышению безопасности обращения с отходами. Программа обеспечивает основу для деятельности МАГАТЭ, направленной на:

- оказание постоянной и долгосрочной поддержки организациям, осуществляющим обращение с радиоактивными отходами реакторов ВВЭР;

- определение возможностей повышения эффективности на конкретных АЭС;
- оказание помощи этим АЭС во внедрении эффективных и инновационных решений.

Программы бенчмаркинга также позволяют организовать процесс непрерывного совершенствования на базе итеративных бенчмаркинговых циклов, выявления возможностей для усовершенствований, реализации усовершенствований и оценки их эффективности.

Система бенчмаркинга для реакторов ВВЭР (BMS) — это полезный инструмент планирования и контроля также и для национальных ядерных регулирующих органов, позволяющий осуществлять надзор и контроль за обращением с радиоактивными веществами на АЭС, включая программы по минимизации отходов, и выработку политики, которая будет поддерживать эти программы.

Приведенные ниже примеры отчетов (см. рис. 23–38) иллюстрируют бенчмаркинговые результаты с пояснениями /комментариями к ним.

ТАБЛИЦА 9. РУКОВОДСТВО ПО МИНИМАЛЬНОЙ ОТЧЕТНОСТИ ДЛЯ БЕНЧМАРКИНГА

Пример #	Параметр(ы)	Нормализация
Образование		
1	Концентрат (кубовый остаток), нормализованный по концентрации 200 г/л	Кол-во реакторных установок
2	Ионообменные смолы	
3	Всего сухих ТРО и металлов	
4	Всего сухих ТРО и металлов: упакованных и складированных	
Переработка для захоронения/освобождения от контроля		
5	Концентрат (кубовый остаток)	нет
6	Ионообменные смолы	
7	Сухие ТРО по видам, переработанные и освобожденные от контроля (складированные)	
8	Всего сухих ТРО, паспортизованных по массе и объему	
Хранение		
9	Концентрат (кубовый остаток)	нет
10	Ионообменные смолы	
11	Всего хранящихся сухих ТРО — объем	
12	Всего хранящихся сухих ТРО — масса	
Захоронение/освобождение от контроля		
13	Концентрат (кубовый остаток)	нет
14	Ионообменные смолы	
15	Всего сухих ТРО	
16	Влажные ТРО, освобожденные от контроля (масла, другие органические жидкости, ионообменные смолы)	

Рис. 23 иллюстрирует результаты бенчмаркинга образования концентрата (кубового остатка), которые имеют сложный характер, отражающий показатели общей эффективности технологического оборудования и систем, такие как состояние технологического оборудования или объем работ по техническому обслуживанию, и эффективности работы эксплуатационного персонала (например, качество и соблюдение процедур и руководств). Кроме того, постоянно высокий объем образующегося концентрата (кубового остатка) может указывать на предпочтительную стратегию обращения с концентратом (кубовым остатком), например, более высокий объем концентрата (кубового остатка) с пониженным содержанием лучше соответствует техническим условиям последующих технологических процессов.

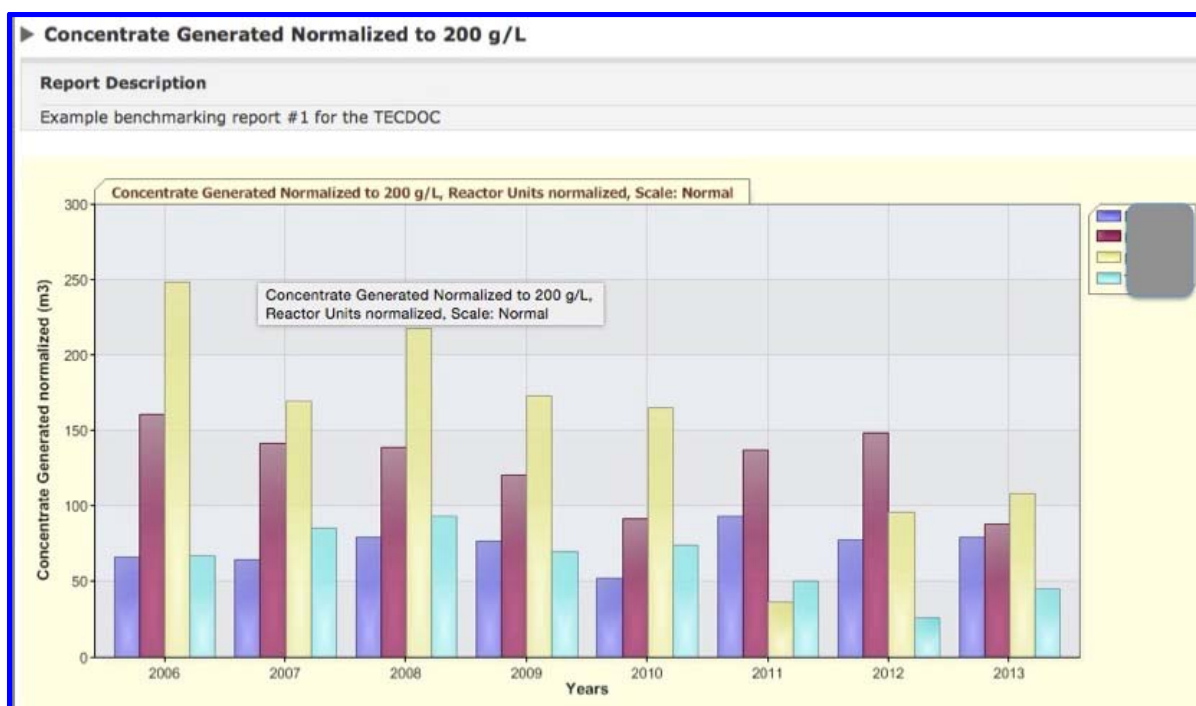


РИС. 23. Пример бенчмаркингового отчета № 1 (см. таблицу 1).

Сравнение годовых темпов образования ионообменных смол, приведенное на рис. 24, дает представление о состоянии химического режима, качестве и соблюдении процедур, последствиях повреждения твэлов и т.п. Кроме того, более высокий объем образующейся ионообменной смолы может быть индикатором соответствия техническим условиям или нормативным требованиям.

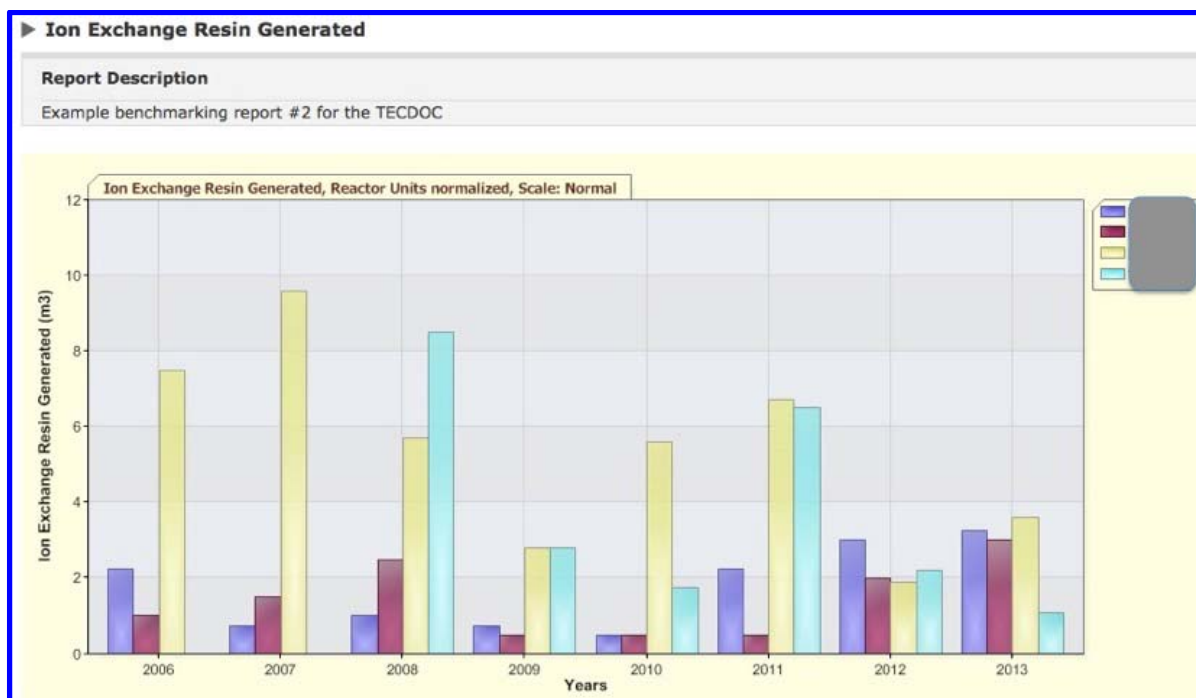


РИС. 24. Пример бенчмаркингового отчета № 2 (см. таблицу 1).

Рис. 25 позволяет проследить тенденцию образования определенного вида сухих ТРО, которая, в свою очередь, отражает соблюдение требований в отношении минимизации отходов (например, должной сортировки и характеристики отходов, исключения

расходных материалов, применяемых в контролируемой зоне и т.п.), а также эксплуатационную практику, такую как использование одноразовой защитной одежды и протирачной ветоши для целей дезактивации. Однако более высокий уровень образования перерабатываемых отходов может указывать на выполнение технологических операций по обращению с «историческими» отходами, которые первоначально не были должным образом отсортированы, характеризованы и переработаны. Также можно сделать вывод о продолжительности отключений и объеме работ по техническому обслуживанию и ремонту (например, это может быть модернизация для продления проектного срока службы, повышения безопасности и т.п.) на основании объемов образующихся сухих ТРО. Упомянутые выше операции также влияют на объем образования металла. При этом можно также установить отсутствие доступных технологий для переработки образующихся сухих ТРО, на которое указывают более высокие уровни образования неперерабатываемых отходов (часто выражаемые в единицах объема), и в связи с этим можно ожидать, что такие отходы (например, куски бетона, фильтрующие элементы и т.п.) будут занимать наибольший объем хранилища на единицу образующихся отходов.

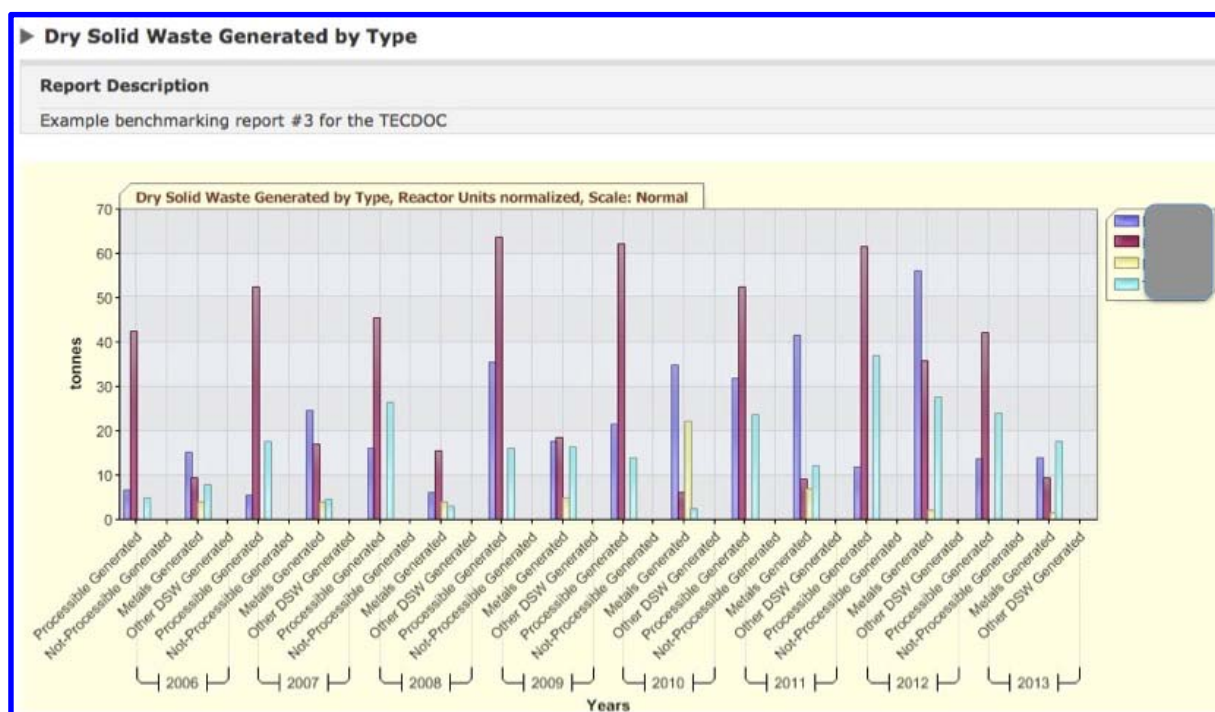


РИС. 25. Пример бенчмаркингового отчета № 3 (см. таблицу 1).

Рис. 25 и 26 иллюстрируют результаты бенчмаркинга образования сухих ТРО; применение столбиковой диаграммы для создания отчета облегчает визуальное восприятие корреляции образования конкретных видов сухих ТРО на АЭС, выбранных для бенчмаркинга, а также обеспечивает возможность оценки изменений в соотношении. Бенчмаркинг позволяет выявить существенные различия в подходах к отчетности по отходам, образующимся в контролируемой зоне, в качестве радиоактивных отходов (например, все отходы, образующиеся в контролируемой зоне, в силу своего происхождения относятся к радиоактивным отходам или считаются радиоактивными отходами до тех пор, пока не будет подтверждено утвержденной процедурой, что они соответствуют критериям освобождения от регулирующего контроля).

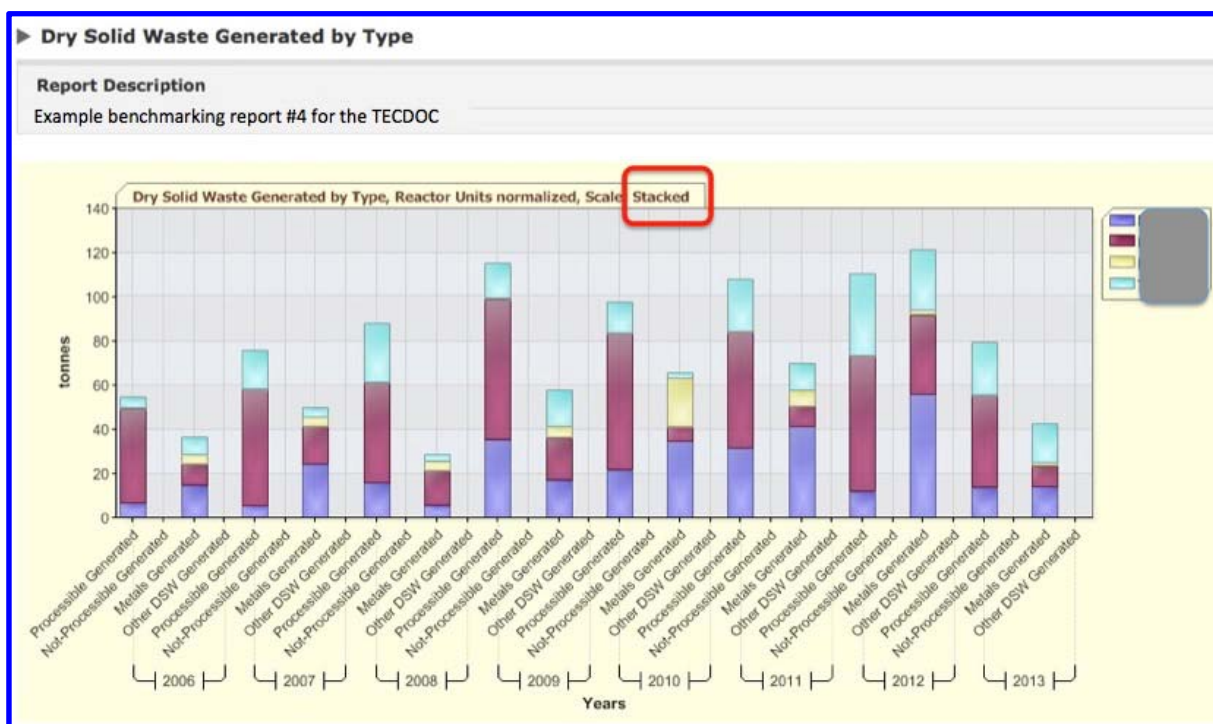


РИС. 26. Пример бенчмаркингового отчета № 4 (см. таблицу 1).

Бенчмаркинг данных по переработке концентрата (кубового остатка), иллюстрацией которого является рис. 27, позволяет оценить эксплуатационную эффективность АЭС с точки зрения минимизации объема отходов и отражает динамику ее изменений. Кроме того, резкое увеличение объема переработанного концентрата (кубового остатка) может свидетельствовать о достижении целевых показателей или об усовершенствовании системы обращения с отходами. В тоже время снижение темпов переработки может указывать на соблюдение требований/ограничений или отражать эффективность используемых систем и оборудования.

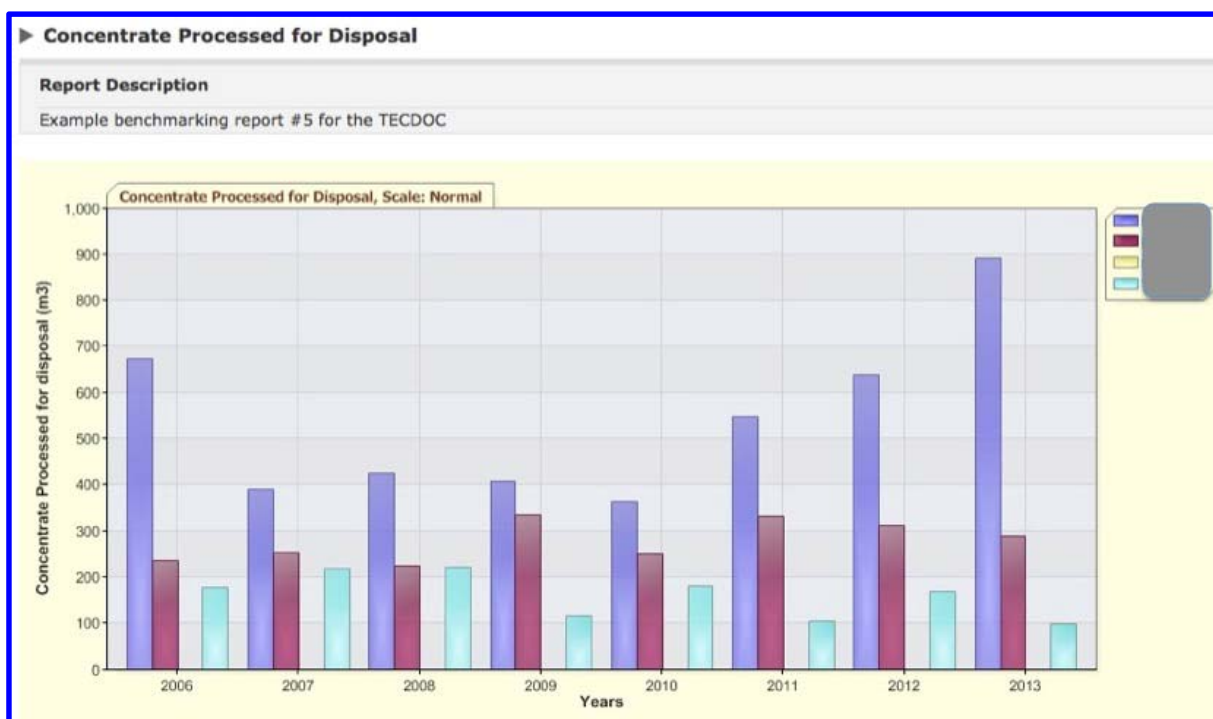


РИС. 27. Пример бенчмаркингового отчета № 5 (см. таблицу 1).

Данные по переработке ионообменной смолы, иллюстрация которых приведена на рис. 28, могут указывать на наличие конкретной технологии на одной из площадок (например, устройства с дистанционным управлением) или на модификацию существующей инфраструктуры для извлечения смолы из резервуаров для хранения.

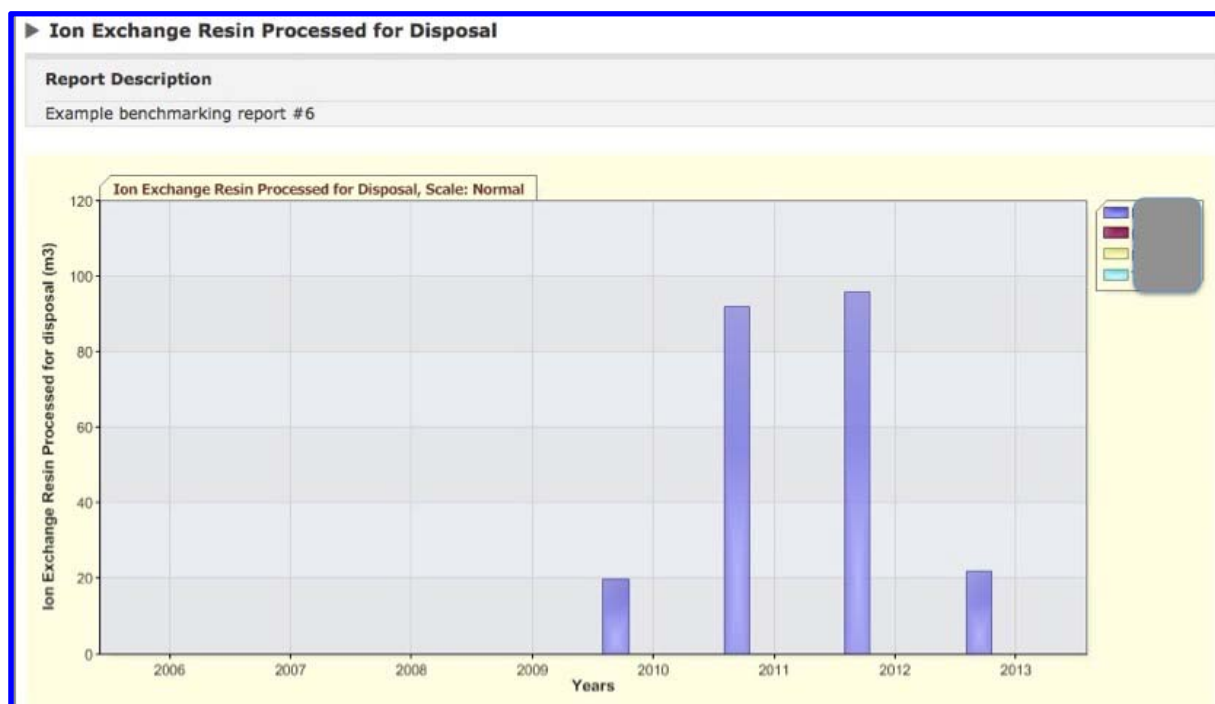


РИС. 28. Пример бенчмаркингového отчета № 6 (см. таблицу 1).

Бенчмаркинг данных о переработанных для захоронения сухих ТРО, выраженных в единицах массы (см. рис. 29), может служить основой для оценки эффективности процессов переработки независимо от материала или формы, особенно с учетом того, что металл, образующийся в контролируемой зоне, представляет собой отходы, в отношении которых лишь с ограниченной вероятностью могут применяться технологические операции по эффективному сокращению объема. Бенчмаркинг данных по освобожденным от регулирующего контроля сухих ТРО может отражать наличие и эффективное использование процедур сортировки, переработки, радиологической характеристики и освобождения конкретного потока сухих ТРО от регулирующего контроля перед сбросом в окружающую среду.

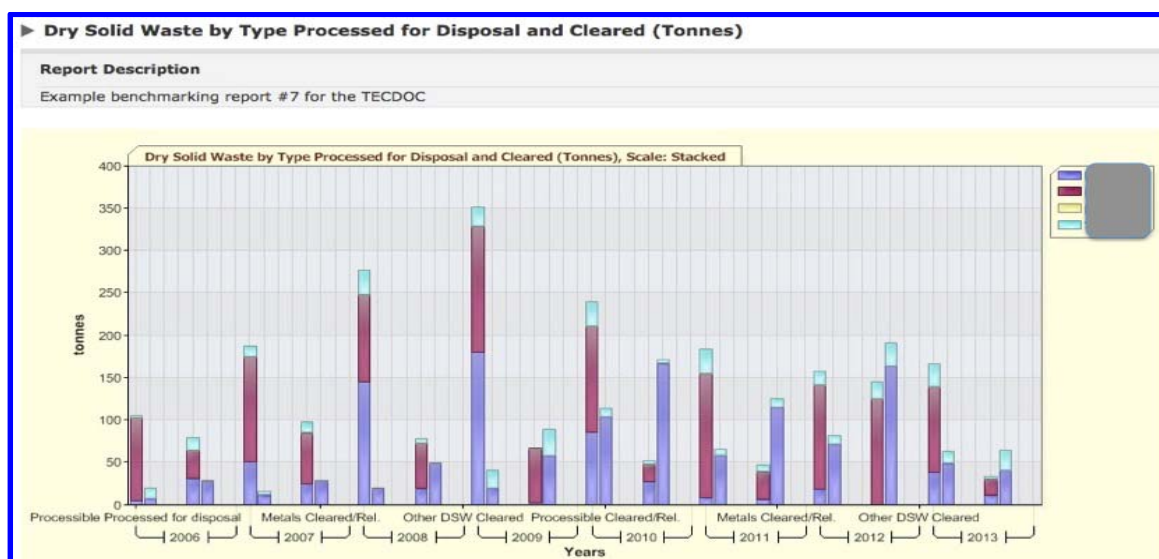


РИС. 29. Пример бенчмаркингового отчета № 7 (см. таблицу 1).

Результаты бенчмаркинга сухих ТРО, переработанных для захоронения, которые иллюстративно представлены на рис. 30, позволяют выявить существенные различия в подходах к отчетности по отходам, образующимся в контролируемой зоне в качестве радиоактивных отходов, и эти различия оказывают существенное влияние на прогнозную оценку объема отходов, переработанных для захоронения. Бенчмаркинг данных, выраженных в единицах массы и объема, может отражать эффективность реализованных процессов переработки и, следовательно, может способствовать повышению эффективности существующих методов или внедрению новых прогрессивных технологий. Кроме того, введение практики взвешивания отходов может отражать предпочтительный подход к отслеживанию сухих ТРО для других целей (например, в качестве основы для оценки стоимости переработки).

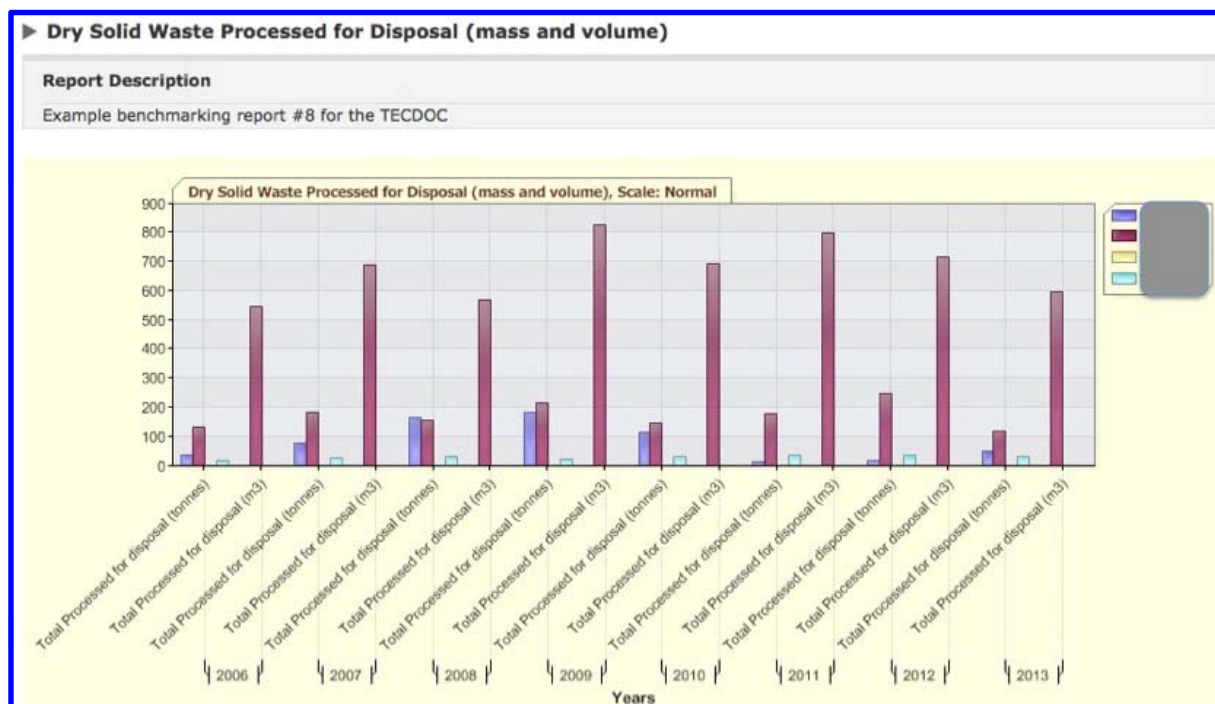


РИС. 30. Пример бенчмаркингового отчета № 8 (см. таблицу 1).

Рис. 31 является иллюстрацией использования ограниченных емкостей для хранения, на которые влияют такие факторы, как отсутствие мощностей по переработке отходов и их захоронению и эксплуатационная эффективность АЭС с точки зрения минимизации отходов. Кроме того, это может косвенно указывать на позицию, занимаемую национальными регулирующими органами в отношении минимизации рисков, связанных с хранением концентрата (кубового остатка), а также может служить побудительным мотивом для сокращения объема хранящегося концентрата (кубового остатка). Увеличение хранящегося объема может свидетельствовать о необходимости или срочности внедрения технологий переработки или увеличения объема хранилища отходов (например, в случае задержек с внедрением технологий переработки). В то же время меньший объем хранящегося концентрата (кубового остатка) оказывает существенное влияние на стратегию обращения, так как он может минимизировать риск преждевременного внедрения технологий переработки отходов, которое может привести к необратимым шагам, а также обеспечивает время для оптимизации технологий переработки отходов.

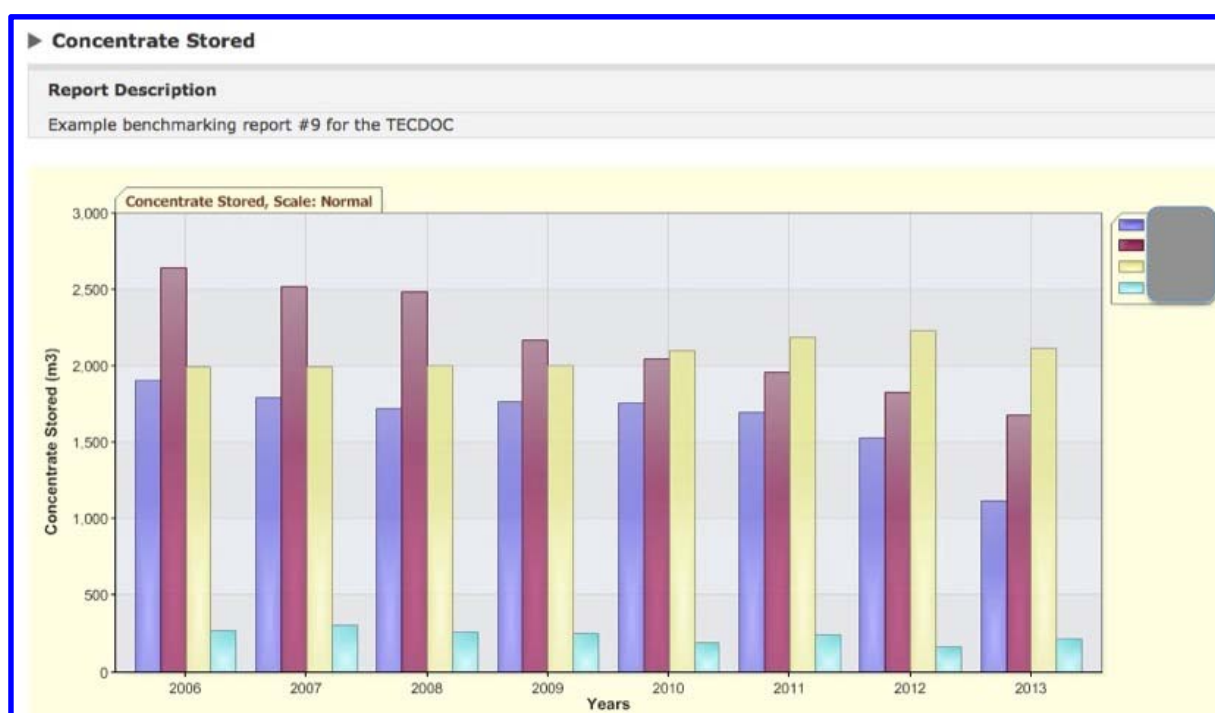


Рис. 31. Пример бенчмаркингowego отчета № 9 (см. таблицу 1).

Рис. 32 иллюстрирует представление данных о хранящихся объемах ионообменной смолы, которые позволяют отслеживать развитие практики обращения с такими потенциально проблемными отходами (принимая во внимание ранее сказанное в связи с рис. 28 в отношении переработки ионообменной смолы). Более высокий объем хранящейся смолы может отражать соответствие техническим условиям или нормативным требованиям, а также подчеркивать актуальность внедрения различных технологий переработки. Однако меньший объем хранящейся смолы может отражать операционные характеристики (например, использование эффективного процесса сортировки на основе активности) и косвенно указывать на наличие емкости для хранения обезвоженных смол.

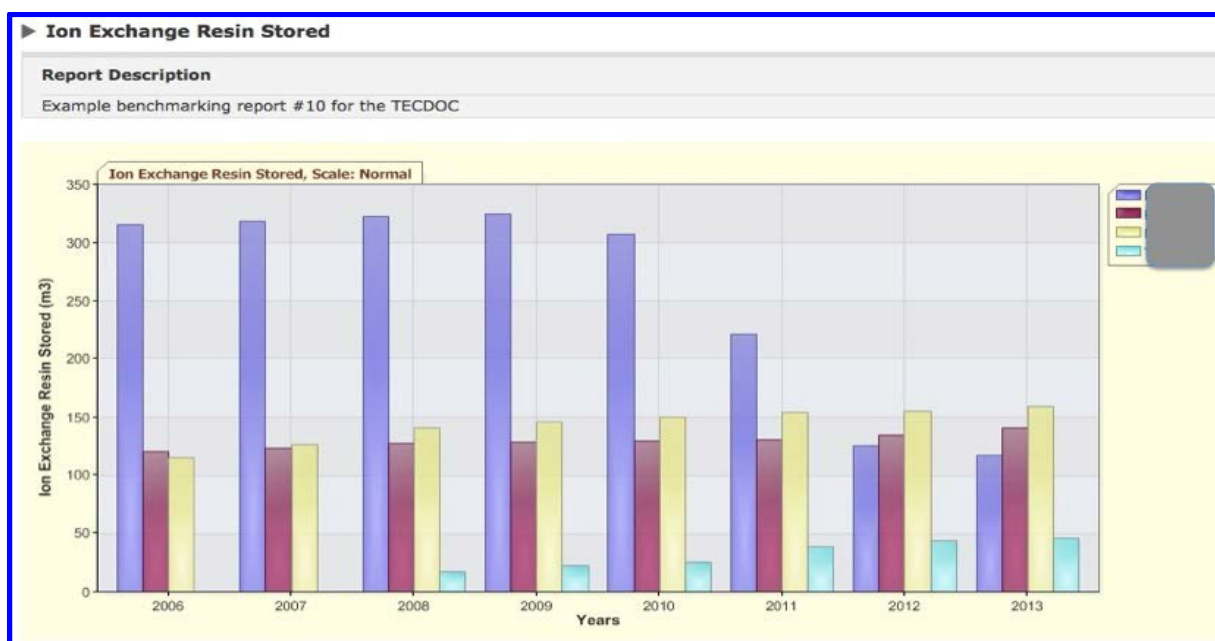


РИС. 32. Пример бенчмаркингового отчета № 10 (см. таблицу 1).

Бенчмаркинг данных о хранящихся объемах сухих ТРО, как это иллюстрирует рис. 33, обеспечивает общий обзор эффективного использования емкости хранилища (например, эффективности упаковки, процедур хранения и т.п.). Он также указывает на присутствие исторических накоплений, которые часто хранятся без учета необходимости увеличения полезной емкости. Более низкий уровень заполненности хранилищ может отражать операции по разделению конкретных потоков отходов (например, для освобождения от регулирующего контроля, повторного использования и рециклирования и/или продолжения их хранения до распада в отдельных хранилищах) и может косвенно указывать на позицию, занимаемую национальным регулирующим органом в отношении минимизации рисков, связанных с хранением сухих ТРО, а также может служить побудительным мотивом для сокращения объема хранящихся отходов.

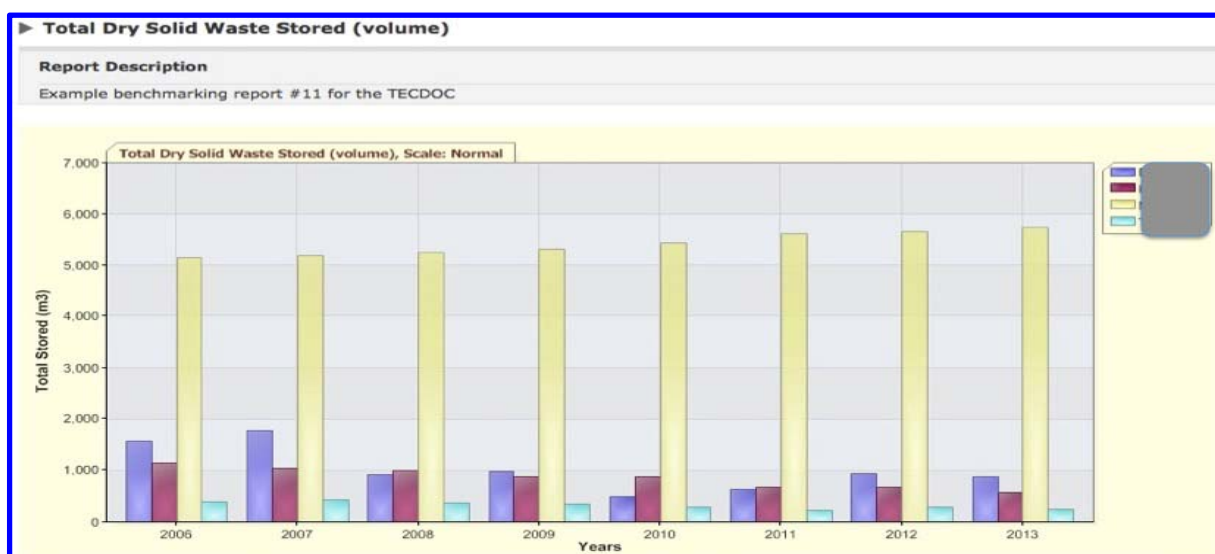


РИС. 33. Пример бенчмаркингового отчета № 11 (см. таблицу 1).

В дополнение к пояснениям, приведенным выше, бенчмаркинг хранящихся количеств сухих ТРО, как это иллюстрирует рис. 34, может отражать масштабы будущих задач (законодательных, технических и финансовых) по обращению с отходами. Бенчмаркинг данных, выраженных в единицах массы и объема, может отражать эффективность реализованных технологий переработки и/или процедур складирования и, следовательно, может инициировать принятие мер по их совершенствованию.

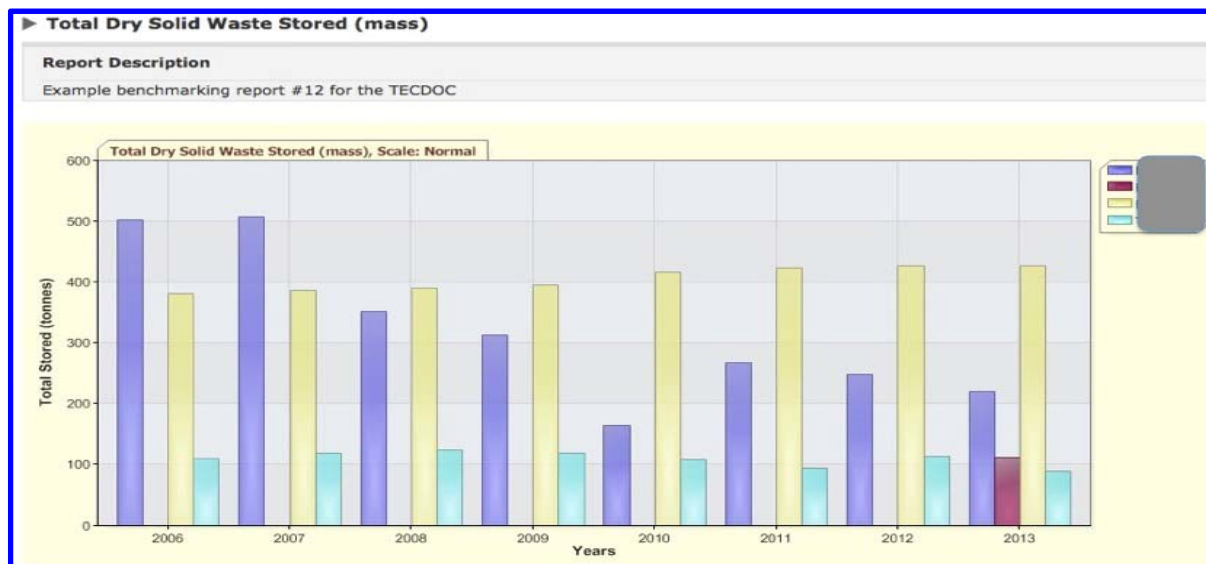


РИС. 34. Пример бенчмаркинг-отчета № 12 (см. таблицу 1).

Рис. 35–37 иллюстрируют представление важных данных о наличии действующих пунктов захоронения, которое существенно влияет на общую эксплуатацию АЭС и на стратегию обращения с радиоактивными отходами. Кроме того, рис. 35 показывает информацию об объеме конечной формы концентрата (кубового остатка), захороненного в данном году, который является важным параметром, используемым для оценки эксплуатационной эффективности АЭС с точки зрения минимизации количества хранящихся отходов.

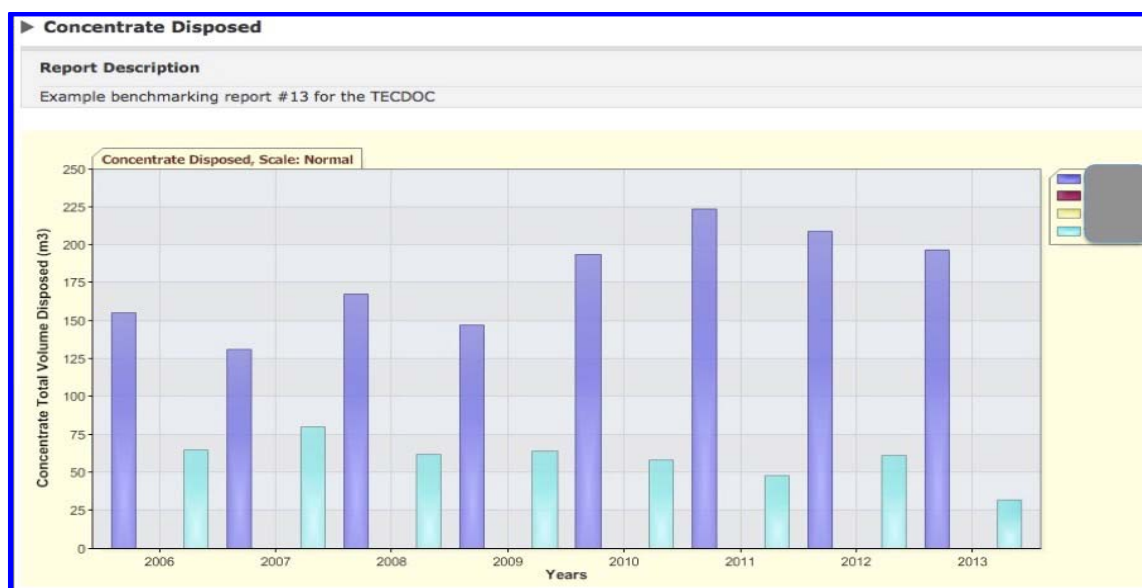


РИС. 35. Пример бенчмаркинг-отчета № 13 (см. таблицу 1).

Рис. 36 иллюстрирует представление данных о наличии и использовании действующего пункта захоронения ионообменной смолы. Большие колебания данных, показанные на рис. 36, могут указывать на соблюдение требований и/или ограничений в отношении объема, захороненного в данном году.

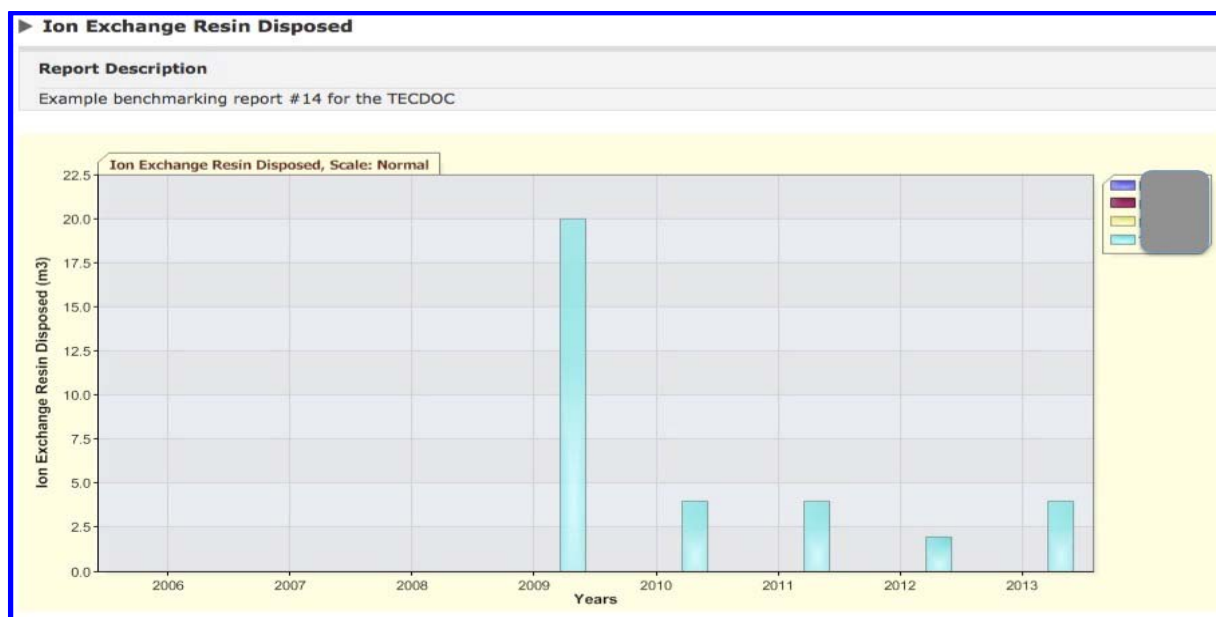


РИС. 36. Пример бенчмаркингового отчета № 14 (см. таблицу 1).

Следует отметить, что отсутствие полной информации на рис. 36 обусловлено неполнотой текущих данных в системе BMS.

Рис. 37 иллюстрирует наличие действующего пункта захоронения сухих ТРО. Наблюдаемые колебания объемов захоронения могут свидетельствовать о соблюдении требований и/или ограничений. Кроме того, сравнение данных, показанных на рис. 30 и 37, и выявленные отклонения между объемами сухих ТРО, перерабатываемых для захоронения, и объемами захоронения могут косвенно отражать эффективность системы обращения с радиоактивными отходами. Обработка годовых данных о производстве отходов в конечной форме, подлежащих захоронению в течение более длительного промежутка времени, позволяет выявлять тенденции и отклонения от ожидаемых объемов.

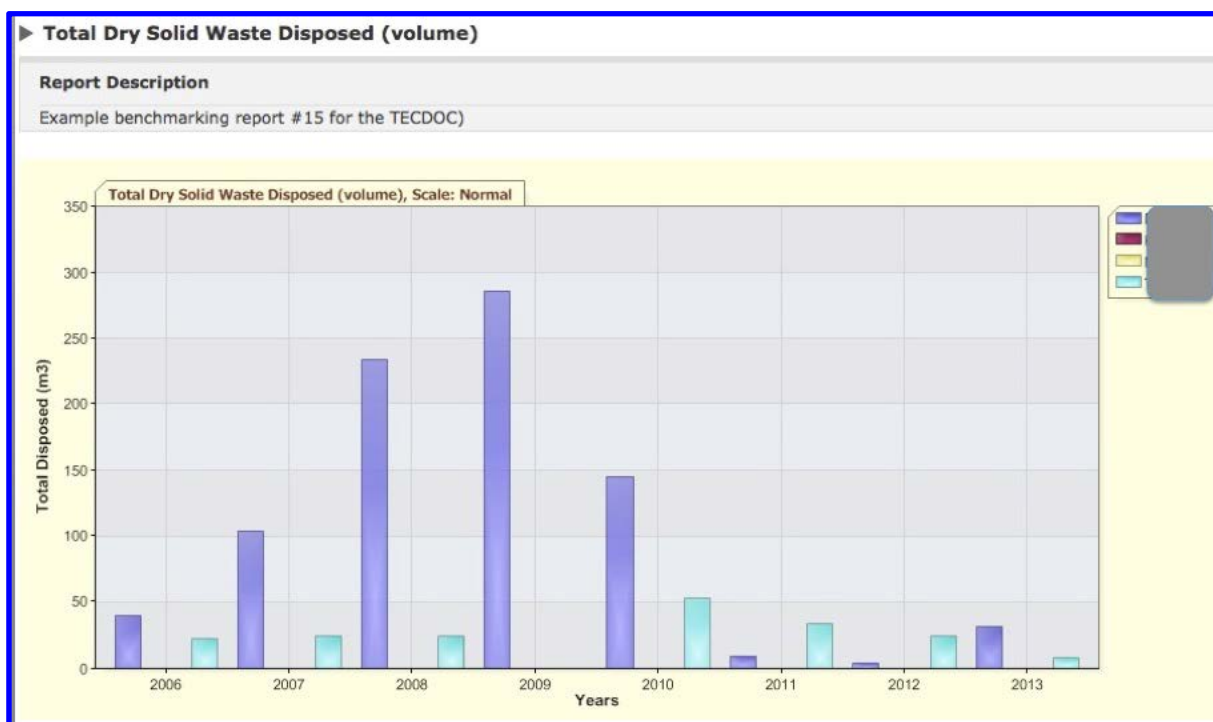


РИС. 37. Пример бенчмаркингового отчета № 15 (см. таблицу 1).

Рис. 38 иллюстрирует представление данных по освобожденным от регулирующего контроля отходам, которые отражают наличие и эффективное использование процедур сортировки, радиологической характеристики, переработки (при необходимости) и освобождения от регулирующего контроля или сброса влажных ТРО в окружающую среду, что является дополнительным свидетельством реализации принципа минимизации отходов.

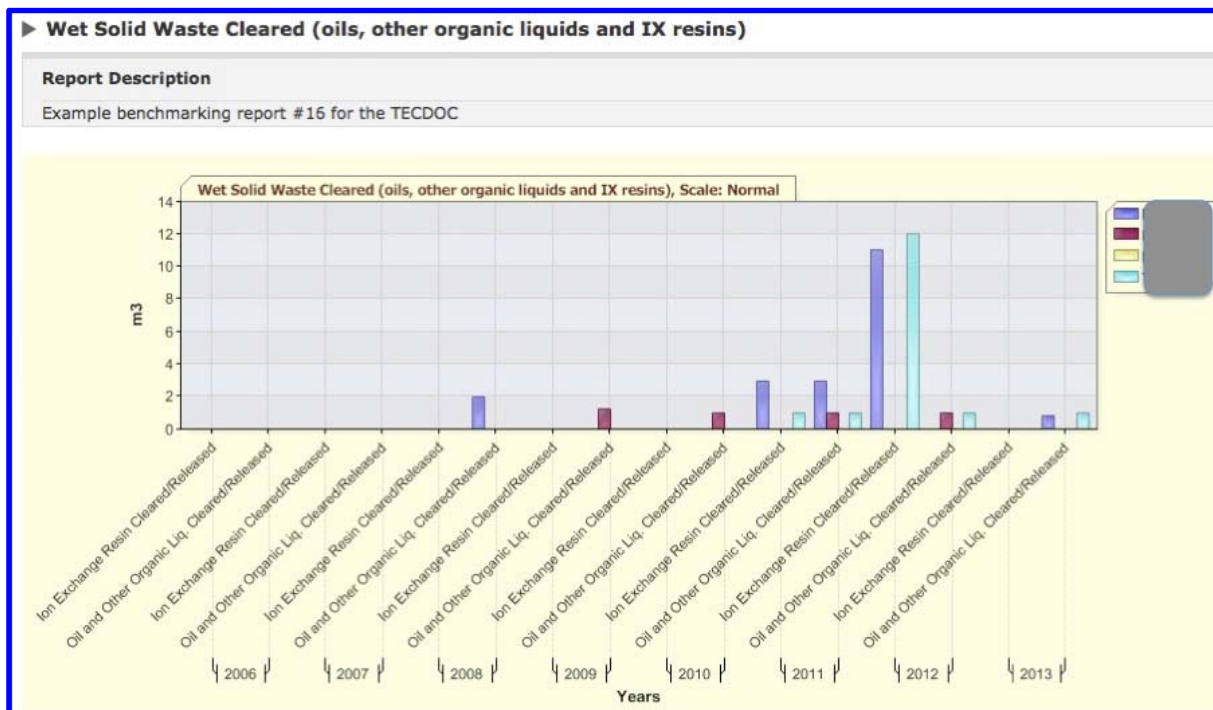


РИС. 38. Пример бенчмаркингового отчета № 16 (см. таблицу 1).

8. ВЫВОДЫ

Настоящий документ серии TECDOC содержит всесторонний обзор применения системы и служит в качестве вводного руководства для пользователей бенчмаркинговой базы данных. В приложении к документу также приводится обзор национальной практики, применяемой на площадках с реакторами ВВЭР, который был частично подготовлен с использованием бенчмаркинговой базы данных.

Разработана, создана, испытана и введена в действие Международная система бенчмаркинга обращению с РАО реакторов ВВЭР. Эта система используется для сбора, анализа и представления данных по обращению с отходами на площадках АЭС с реакторами ВВЭР и позволяет организациям-членам обмениваться данными и определять свой рейтинг среди всех участников с использованием общесогласованных и общепринятых параметров обращения с отходами. Сбор данных проводится один раз в году, однако в течение года можно получить доступ к бенчмаркинговым отчетам и аналитическим материалам. Система позволяет:

- определить относительный рейтинг отдельных станций с точки зрения эффективности действующей на них практики обращения с НСАО;
- выявить наиболее эффективных операторов и наилучшую практику обращения с отходами, которую они применяют для достижения максимальной эффективности;
- определить параметры альтернативной практики переработки ЖРО, которую аналогичные станции используют для повышения эффективности;
- количественно оценить годовые объемы хранения (потребности) и объемы захоронения в масштабе отрасли и страны;
- составлять периодические сводные отчеты по результатам бенчмаркинга с анализом их значимости для отрасли;
- проводить прямое обсуждение и обмен детальной информацией между участниками по вопросам различий в образовании отходов и практике обращения с отходами, применяемой на соответствующих АЭС.

В настоящее время эта система предназначена только для пользователей, которые официально участвуют в проекте по бенчмаркингу, и недоступна для обычных пользователей портала NUCLEUS.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 5, МАГАТЭ, Вена (2010).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Radioactive Waste Management Glossary, IAEA, Vienna (2003).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Improvements of Radioactive Waste Management at WWER Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1492, IAEA, Vienna (2006).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Power Reactor Information System (PRIS), <http://www.iaea.org/pris/> (дата обращения 07.09.2015)
- [6] Национальный доклад Турецкой Республики для 6-го совещание по рассмотрению в рамках Конвенции о ядерной безопасности, Управление по атомной энергии Турции, <http://www.taek.gov.tr/> (дата обращения 07.09.2015)
- [7] 5-й Национальный доклад Финляндии в рамках Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, Управление по радиационной и ядерной безопасности Финляндии, <http://www.stuk.fi/> (дата обращения 07.09.2015)
- [8] Всемирная ядерная ассоциация, <http://www.world-nuclear.org/>, и Комиссия по атомной энергии Бангладеш, <http://www.baec.org.bd/> (дата обращения 07.09.2015)
- [9] Всемирная ядерная ассоциация, <http://www.world-nuclear.org/> (дата обращения 07.09.2015)
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radioactive Waste Management of WWER-type Reactors, IAEA-TECDOC-705, IAEA, Vienna (1993)
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The WWER Radioactive Waste Benchmarking System, <https://nucleus.iaea.org/wwer/> (дата обращения 26.07.2016).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, NUCLEUS Home Page, <http://nucleus.iaea.org/Home/index.html> (дата обращения 26.07.2016).

СОДЕРЖАНИЕ КОМПАКТ-ДИСКА (CD-ROM)

Приложение I. НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОТЧЕТЫ УЧАСТВУЮЩИХ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ

I.1. Национальный отчет Армении

I.2. Национальный отчет Болгарии

I.3. Национальный отчет Китая

I.4. Национальный отчет Чешской Республики

I.5. Национальный отчет Финляндии

I.6. Национальный отчет Словакии

I.7. Национальный отчет Турции

Приложение II. УЧАСТНИКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ БЕНЧМАРКИНГА

СОКРАЩЕНИЯ

АЭС	атомная электростанция
БАО АЭС	Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции
ВВЭР	водо-водяной энергетический реактор
ЖРО	жидкие радиоактивные отходы
ЗПА	запроектная авария
ИНПО	Институт эксплуатации АЭС
КАЭ США	Комиссия по атомной энергии США
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии
МКРЗ	Международная комиссия по радиологической защите
НАО	низкоактивные отходы
НИАЭП	НИЖЕГОРОДСКАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ «Атомэнергопроект»
НСаО	низко- и среднеактивные отходы
ОНАО	очень низкоактивные отходы
РАО	радиоактивные отходы
СаО	среднеактивные отходы
СЭВ	Совет Экономической Взаимопомощи
ТРО	твердые радиоактивные отходы
УГУ	установка глубокого упаривания концентрата (кубового остатка)
ЭПРИ	Научно-исследовательский электроэнергетический институт
BMS	система бенчмаркинга по радиоактивным отходам реакторов ВВЭР
BWR	кипящий реактор
MTIT	Отдел информационных технологий
NUCLEUS	портал ядерных знаний и информации МАГАТЭ
PWR	реактор с водой под давлением

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Агаджанян, Н.	Армянская атомная электростанция, Армения
Близнюкова, Л.	Национальная атомная электрогенерирующая компания Украины «Энергоатом», Украина
Ожован, М.	Международное агентство по атомной энергии
Станчева, В.	АЭС «Козлодуй», Болгария
Burcl, R.	международный эксперт, Словакия
Csullog, G.	международный эксперт, Канада
Drace, Z.	Международное агентство по атомной энергии
Kalvianen, E.	Fortum Power and Heat Ltd, Финляндия
Kinker, J.	Международное агентство по атомной энергии
Кореcky, P.	АЭС «Дукованы», Чехия
Lagin, M.	Slovenske Elektrarne a.s., Словакия

Совещание консультантов

МАГАТЭ, Вена, Австрия 26–30 мая 2014 года

Технические совещания

МАГАТЭ, Вена, Австрия 21–25 января 2008 года, 16–20 марта 2009 года,
28–30 октября 2014 года



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

ЗАКАЗ В СТРАНАХ

Платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

Заказы на бесплатные публикации следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA

Тел.: +1 800 462 6420 • Факс: +1 800 338 4550

Эл.почта: orders@rowman.com • Сайт: <http://www.rowman.com/bernan>

Renouf Publishing Co. Ltd

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADA

Тел.: +1 613 745 2665 • Факс: +1 613 745 7660

Эл.почта: order@renoufbooks.com • Сайт: www.renoufbooks.com

ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

Просьба связаться с местным поставщиком по вашему выбору или с вашим основным дистрибьютером:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

United Kingdom

Торговые заказы и справочная информация:

Тел: +44 (0) 1767604972 • Факс: +44 (0) 1767601640

Эл.почта: eurospan@turpin-distribution.com

Индивидуальные заказы:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Дополнительная информация:

Тел: +44 (0) 2072400856 • Факс: +44 (0) 2073790609

Эл.почта: info@eurospangroup.com • Сайт: www.eurospangroup.com

Заказы на платные и бесплатные публикации можно направлять напрямую по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 26007 22529

Эл.почта: sales.publications@iaea.org • Сайт: www.iaea.org/publications

Международное агентство по атомной энергии
Вена
ISBN 978-92-0-409419-0
ISSN 2414-5181