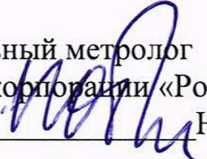


«КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЛУЖБЫ ССДАЭ
НА ПЕРИОД 2021 - 2027 ГОДОВ»

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
Госкорпорации «Росатом»

_____ Н.А. Обысов

« » _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГНМЦ «ССД»


_____ А.Д. Козлов

« » _____ 2021 г.

Москва 2021

**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЛУЖБЫ СТАНДАРТНЫХ
СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ О ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТАХ
И СВОЙСТВАХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ В ОБЛАСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ НА ПЕРИОД 2021 -2027
ГОДОВ**

В настоящей Концепции применены следующие сокращения:

АСКАО — Ассоциация строительного комплекса атомной отрасли;

АЭС — атомная электростанция;

ВТГР — высокотемпературный газоохлаждаемый реактор;

ГНМЦ «ССД» — Главный научный метрологический центр
«Стандартные справочные данные»;

ГНЦД — Головной научно-методический центр ССДАЭ;

ГСССД — Государственная служба стандартных справочных данных о
физических константах и свойствах веществ и материалов

ГЦУОП — Головной центр по разработке учебных, учебно-
методических и образовательных программ;

ЗЯТЦ — замыкание ядерного топливного цикла;

ИСДАЭ — информационные справочные данные в области
использования атомной энергии;

КАСД — комиссия по аттестации справочных данных о физических
константах и свойствах веществ и материалов в области использования
атомной энергии;

МАГАТЭ — Международное агентство по атомной энергии;

НРБ — нормы радиационной безопасности;

Раздел ФИФ ОИАЭ — раздел Федерального информационного фонда
по обеспечению единства измерений в области использования атомной
энергии;

РИД — результат интеллектуальной деятельности;

РСДАЭ — рекомендуемые справочные данные в области использования атомной энергии;

СД — справочные данные в области использования атомной энергии;

СДАЭ — справочные данные в области использования атомной энергии;

Служба ССДАЭ — Служба стандартных справочных данных в области использования атомной энергии;

СМП — Северный морской путь;

ССДАЭ — стандартные справочные данные в области использования атомной энергии;

ЦДТС — Центр данных термодинамических свойств;

Центр - ЯФД — центр ядерно-физических данных;

ЦТД — Центр теплофизических данных;

ЧАЭС — Чернобыльская АЭС;

ЯЭА — ядерное энергетическое агентство;

ЯЭУ — ядерная энергетическая установка.

I. Введение

Концепция содержит систему взглядов на развитие Службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии (далее ССДАЭ) на период 2021-2027 годов и определяет цели, задачи и направления ее развития на период до 2027 года.

Атомная отрасль – одна из ключевых в экономике России. Ее развитие – является приоритетом для государства. Она выполняет стратегические задачи, связанные с энергетической безопасностью страны и ее обороноспособностью, выводит Россию в лидеры на мировом рынке, дает возможность применить инновационные технологии и разработки во всех сферах жизни людей – от ядерной медицины до атомных ледоколов, плавучих атомных электростанций и создания новых веществ и композитных

материалов. Все эти задачи невозможно выполнить без обеспечения отрасли достоверными данными, которые решаются Службой ССДАЭ.

Служба стандартных справочных данных в области использования атомной энергии (далее Служба ССДАЭ), как отраслевая система Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (далее ГСССД), учреждена приказом Госкорпорации «Росатом» от 04 августа 2015 года № 1/773-П «О службе стандартных и справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии». Служба ССДАЭ осуществляет свою деятельность в соответствии с нормативно-методическими документами ГСССД и в сотрудничестве с Главным научным метрологическим центром «Стандартные справочные данные» (далее ГНМЦ «ССД») Росстандарта.

Служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии Госкорпорации «Росатом» обеспечивает разработку и аттестацию стандартных справочных данных в области использования атомной энергии (далее ССДАЭ), рекомендуемых справочных данных в области использования атомной энергии (далее РСДАЭ), методик оценки справочных данных в области использования атомной энергии (далее СД), программных средств (кодов) для сбора, систематизации, анализа, оценки и верификации справочных данных, а также устанавливает правила использования, хранения и передачи ССДАЭ, РСДАЭ, методик оценки СД.

ССДАЭ, РСДАЭ и СД формируют систематизированные библиотеки и базы данных о свойствах веществ и материалов, которые используются:

- институтами и организациями, для верификации расчётных кодов с использованием единых исходных данных, получения достоверных результатов расчётов параметров установок с оценкой их погрешностей, обоснования безопасности работы установок и их лицензирования;

- метрологическими организациями, при создании эталонов и для решения задачи обеспечения единства измерений;
- институтами и организациями, для обеспечения единства и надежности расчётов;
- Госкорпорацией «Росатом», для продвижения своих продуктов на внешние рынки;
- отраслю в целом, для сохранения важной компоненты знаний, которая понадобится будущим поколениям.

Концепция основана на анализе существующей нормативно-методической базы, структуры, опыта действующих центров данных, существующей потребности в данных разрабатываемых групп свойств веществ и возможности использования международных данных.

II. Современное состояние

1. Законодательная и нормативная база

Законодательную, нормативную и методическую базу Службы ССДАЭ составляют:

Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;

Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»;

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;

Федеральный закон от 01 декабря 2007 г. № 317-ФЗ «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. № 596 «Об утверждении Положения о Государственной службе стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов»;

Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 10 октября 2014 г. № 2037 «Об утверждении Порядка организации и ведения разделов Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии»;

Приказ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 4 августа 2015 г. № 1/773-П «О Службе стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии»;

Приказ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА «Об утверждении метрологических требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии»;

Приказ Госкорпорации «Росатом» «Об утверждении Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений»;

Распоряжение Госкорпорации «Росатом» от 16 декабря 2020 г. № 1-8/814-Р «Об организации работы комиссии по аттестации справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии»;

ГОСТ Р 8.614-2018 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения»;

ГОСТ Р 8.985-2020 «Государственная система обеспечения единства измерений. Служба стандартных справочных данных в области использования атомной энергии. Общие положения»;

МИ 3621-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методика оценки справочных данных в области использования атомной энергии. Основные положения и порядок разработки»;

МИ 3628-2020 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методика экспертизы и аттестации справочных данных в области использования атомной энергии».

2. Организационно-функциональная структура

В организационно-функциональную структуру Службы ССДАЭ в настоящий момент входят:

- Головной научно-методический центр ССДАЭ (далее ГНЦД);
- ГНМЦ «ССД» Росстандарта;
- тематические центры ССДАЭ;
- Комиссия по аттестации справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии (КАСД);
- операционный центр ССДАЭ.

Тематические центры Службы ССДАЭ:

- Центр интегральных экспериментов и реакторных констант АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»;
- Центр стандартных справочных данных в области радиационной защиты и безопасности АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»;
- Центр ядерных данных АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»;
- Центр ядерно-физических данных ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»;
- Центр радионуклидных данных АО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина»;

– Центр данных по конструкционным материалам, свойствам теплоносителей и поглотителей ядерных энергетических установок АО «НИКИЭТ»;

– Центр данных по экспериментам на исследовательских реакторах и реакторному материаловедению АО «ГНЦ НИИАР»;

– Центр теплофизических данных АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»;

– Центр данных по реакторному материаловедению АО «ВНИИНМ»;

– Центр данных по конструкционным неметаллическим материалам ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»;

– Центр данных термодинамических свойств ИАТЭ НИЯУ «МИФИ».

По состоянию на 2021 год функция разработки СД частью центров утеряна.

Схема организационной структуры Службы ССДАЭ приведена в приложении А. Для повышения эффективности работы организационную структуру Службы ССДАЭ предполагается изменить (см. гл. IV, п.1, Приложение Б)

3. Функции Головного научно-методического центра данных

Головной научно-методический центр ССДАЭ осуществляет деятельность в соответствии с «Положением о Службе стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии» и «Положением о Головном научно-методическом центре стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии», утверждаемым приказом Госкорпорации «Росатом» в установленном порядке.

Основные функции ГНЦД:

научно-методическое обеспечение работ по сбору, систематизации, программной обработке, оценке, верификации данных о физических константах и о свойствах веществ и материалов;

разработка и подготовка к изданию ядерно-физических таблиц, справочников, аналитических и информационных обзоров, научных сборников и журналов.

ГНЦД предназначен для обеспечения научного руководства Службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии, а также головным отраслевым центром стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии.

Представление предложений в Госкорпорацию «Росатом» о создании или ликвидации тематических центров ССДАЭ, осуществляющих непосредственно разработку и подготовку к аттестации справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов по направлениям о закреплении за ними номенклатуры физических констант и свойств веществ, материалов.

Сбор информации и подготовка предложений руководителю Службы ССДАЭ потребностей в ССДАЭ, включая программные средства (коды), формирование единого перечня таких потребностей.

Подготовка предложений в программы развития деятельности Службы ССДАЭ.

Осуществление научно-методической поддержки работ Службы ССДАЭ, включая научно-методическую помощь тематическим центрам ССДАЭ.

Формирование реестра СДАЭ в форматах удобных для потребителей данных.

Организация и проведение разработки методик оценки, аттестации и верификации справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

Подготовка итоговых отчетных материалов о ежегодной деятельности Службы ССДАЭ.

Организация и проведение экспертизы материалов ССДАЭ, в том числе с привлечением тематических центров ССДАЭ.

Организация и проведение заседаний экспертных групп по рассмотрению и аттестации справочных данных в области использования атомной энергии.

Подготовка материалов по аттестации ССДАЭ для их представления в ГНМЦ «ССД» Росстандарта главным метрологом Госкорпорации «Росатом».

Задачи ГНЦД:

- развитие международного сотрудничества в области СДАЭ. Участие в работе рабочих групп МАГАТЭ, ЯЭА ОЭСР, взаимодействие с центрами данных ведущих ядерных стран;

- разработка учебно-методических материалов в области данных, их оценки и использования при моделировании физических процессов;

- реализация учебных курсов в профильных программах магистратуры и специалитета НИЯУ МИФИ и других опорных вузах Госкорпорации «Росатом»;

- подготовка специалистов в области оценки данных путем введения соответствующего профиля в образовательные программы по моделированию физических процессов в ОИАЭ;

- организация на базе НИЯУ МИФИ ежегодного методического семинара по вопросам международного сотрудничества в области данных и международным проектам в области данных;

- взаимодействие с Советом по аттестации кодов и согласование потребности данных с разработчиками кодов нового поколения.

Советом по аттестации кодов, в качестве приоритетных, поставлены задачи:

в сравнительных верификационных расчетах, наряду с другими, обязательное использование отечественной библиотеки файлов нейтронных данных РОСФОНД;

обязательная аттестация используемых при верификации исходных данных в КАСД - библиотек констант и баз данных (экспериментов).

4. Деятельность по разработке справочных данных тематическими центрами

По состоянию на 1.10.2021 год Службой ССДАЭ разработано: 13 ССДАЭ, 21 РСДАЭ, 3 методик оценки СД.

4.1 Центр данных по экспериментам на исследовательских реакторах и реакторному материаловедению на базе АО «ГНЦ НИИАР»

Центр ведет базу данных содержащую механические, физические свойства конструкционных, топливных, замедляющих материалов и теплоносителей при нейтронном облучении.

Центр данных по экспериментам на исследовательских реакторах и реакторному материаловедению систематизирует данные:

- по свойствам материалов, измеряемым при облучении в исследовательских реакторах;
- по свойствам материалов, измеряемым после облучения в реакторах;
- методик испытаний материалов в реакторах и защитных камерах;
- оценок достоверности и качества информации о свойствах материалов.

В АО «ГНЦ НИИАР» проводятся работы по созданию баз данных для отрасли. В конце 1980-х годов была разработана отраслевая информационная система «Экспериментальная база реакторного материаловедения», в 1990-е годы - БД «Реакторные испытания твэлов ВВЭР», включающая экспериментальные результаты, полученные на реакторе МИР.М1. Информация в этих БД не обновлялась с 2002 года из-за отсутствия целевого финансирования. Необходимо возобновить актуализацию информации,

необходимо модернизировать программное обеспечение, а также аттестовать данные в базах в соответствии с ГОСТ Р 8.985-2020 «Государственная система обеспечения единства измерений. Служба стандартных справочных данных в области использования атомной энергии. Общие положения».

В институте существует большое количество НИОКР, представленных на бумажных носителях, которые могут послужить основой для создания баз данных по эксплуатационным свойствам реакторных материалов и элементам активных зон ядерных реакторов различного назначения.

Существуют подготовленные массивы экспериментальных данных по механическим свойствам циркониевых сплавов (ползучесть и релаксация напряжения), спектрам нейтронов в облучательных каналах реакторов СМ-3, РБТ-6, БОР-60. Накоплены обширные архивы первичных данных по проведенным экспериментам в реакторах МИР.М1, СМ-3, РБТ-6, БОР-60, отчётная документация по результатам испытаний на бумажных носителях и частично в виде электронных файлов. Всю эту информацию необходимо систематизировать и представить в виде баз данных.

4.2 Центр радионуклидных данных на базе ФГУП НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»

Центр радионуклидных данных, образованный в 1993 г., поддерживает и поставляет информацию в следующие базы данных:

русская база радионуклидных данных «Ядерные характеристики нуклидов» (регистрационный № 0229804914 в Государственном регистре баз данных);

международная база оцененных радионуклидных данных NUCLEIDE;

международная база данных о структуре атомного ядра ENSDF.

Центр осуществляет постоянное взаимодействие с российскими и зарубежными центрами ядерных данных.

Деятельность Центра, кроме актуализации банка радионуклидных данных, включает также разработку рекомендуемых и стандартных

справочных данных по характеристикам распада широко применяемых радионуклидов, создание справочников и карт нуклидов.

В настоящее время имеется несколько библиотек оцененных данных характеристик распада радионуклидов (ENDF/B-6, JENDL-3.2, JEF-2.2. и других). Наиболее полными источниками информации являются 2 международные библиотеки ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File) и DDEP (Decay Data Evaluation Project), в которых приводятся не только рекомендуемые, но и исходные экспериментальные данные распада ядер.

Множественность источников информации, неполнота их, и несогласованность принятых в них оценок, влекут за собой проблему выбора рекомендуемых данных для проведения практических расчетов. Поэтому создание регулярно обновляемой (с периодом в 3-5 лет) базы оцененных данных распада радионуклидов практического применения является совершенно необходимым условием при разработке отечественной системы констант, претендующих на статус ССДАЭ, РСДАЭ и, тем более, претендующих на статус ССД.

Предлагается разработать единую электронную базу данных, разработанную с учетом современных данных по нуклидам, для использования в предприятиях и организациях Госкорпорации «Росатом» содержащую информацию:

период полураспада;

энергия компонентов альфа-, бета, гамма-излучений, характеристического рентгеновского излучения, конверсионных электронов Оже;

относительная интенсивность компонентов этих излучений;

абсолютная вероятность эмиссии излучения в процентах (долях) от числа распадов;

коэффициенты внутренней конверсии (КВК) для различных атомных оболочек;

полный КВК;
выходы флюоресценции на K- и L-оболочках;
средняя энергия бета-излучения;
средние энергии излучений на распад;
полная энергия распада;
схемы цепочек распада радионуклидов с указанием коэффициентов
ветвления в цепочках.

максимальная энергия бета-излучения;
форма бета-спектра;
среднее число нейтронов на распад для спонтанно-делящихся
нуклидов;

распределение множественности нейтронов деления;
удельный выход нейтронов спонтанного деления, $s^{-1} \cdot g^{-1}$;
параметры спектра деления, например, для функции Максвелла или
Ватта;

удельная активность, $Bq \cdot g^{-1}$;
удельный тепловой поток по каналам распада, $Вт \cdot g^{-1}$;
мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м, $мкЗв \cdot г^{-1}$;
гамма-постоянная;
максимальная энергия бета-излучения;
форма бета-спектра;
среднее число нейтронов на распад для спонтанно-делящихся
нуклидов;

распределение множественности нейтронов деления;
удельный выход нейтронов спонтанного деления, $s^{-1} \cdot g^{-1}$;
параметры спектра деления, например, для функции Максвелла или
Ватта;

удельная активность, $Bq \cdot g^{-1}$;
удельный тепловой поток по каналам распада, $Вт \cdot g^{-1}$;

мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м, мкЗв г-1;

гамма-постоянная.

Оцененные данные должны быть приведены с указанием границ неопределенности при вероятности $P = 0,95$.

В базе должны быть приведены ссылки на источники информации по внесенным нуклидам.

Методология получения достоверных (оцененных) данных распада была разработана в Радиовом институте им. В. Г. Хлопина и аттестована в 2017 г. (ГСССД МО 268–2017).

4.3 Центр ядерно-физических данных на базе ФГУП «РФЯЦ - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ВНИИЭФ)

Центр создан для выполнения работ по компиляции, систематизации, оценке, созданию баз данных и обслуживанию потребителей. В число оцениваемых величин входят:

- данные по механизмам ядерных реакций;
- данные по ядерным реакциям в диапазоне энергий, представляющих интерес для ядерной энергетики, астрофизики и управляемого термоядерного синтеза;
- данные по сечениям образования γ - квантов в ядерных реакциях.

Основными направлениями деятельности Центра - ЯФД являются:

- компиляция публикуемых экспериментальных данных по взаимодействию заряженных частиц с ядрами с целью обеспечения наиболее полной и достоверной информацией работ при проведении экспериментов и оценке ядерных данных, а также пополнения международной библиотеки EXFOR;

- оценка ядерных данных по взаимодействию заряженных частиц с лёгкими ядрами;

-разработка и совершенствование существующего программного обеспечения для проведения оценки ядерных данных;

- участие в координации работ национальных центров ядерных данных.

Основными областями науки и производства, обеспечение достоверными данными которых осуществляет центр, являются:

- проблемы управляемого термоядерного синтеза;

- ядерно-физические исследования в интересах фундаментальной науки:

- астрофизика.

Центр ядерно-физических данных компилирует все экспериментальные данные по реакциям на заряженных частицах, производимых на территории России. В обязанности центра также входят разработка и поддержка специального программного обеспечения по обработке и вводу экспериментальных данных в библиотеку Exfor. Библиотека Exfor является базовой для проведения работ по получению оценённых значений сечений ядерных реакций и лежит в основе создания различных специализированных приложений.

4.4 Центр интегральных экспериментов и реакторных констант на базе АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»

Цель деятельности центра состоит в разработке, поддержании и хранении баз и банков данных, направленных на обоснование и подготовку рекомендаций по максимально надежным вычислительным средствам (т.е. совокупности ядерных констант и компьютерных кодов) для выполнения физических расчетов по следующим направлениям ядерной энергетики:

- разработка усовершенствованных реакторов и обоснование безопасности для АЭС;

- ядерная и радиационная безопасность при обращении с ядерным топливом;

- обеспечение ядерной и радиационной безопасности эксплуатации экспериментальной базы;

- анализ реактивностных аварий;

- анализ ядерных топливных циклов (включая трансмутацию радиоактивных отходов);

- наработка радионуклидов и другие дополнительные пути использования реакторных излучений.

Основные направления деятельности центра:

- сопровождение банков данных (устранение выявляющихся ошибок, пополнение банков новыми данными, совершенствование программного обеспечения банков);

- анализ расчетно-экспериментальных расхождений, расхождений результатов тестовых расчетов, корректировка данных, оценка расчетных погрешностей;

- сбор информации о требуемых точностях физических расчетов по перечисленным выше направлениям, о достигнутых точностях и путях их повышения до требуемого уровня (во взаимодействии с головными подразделениями по направлениям);

- сбор информации о результатах и условиях выполнения интегральных и макроскопических экспериментов; отбор и оценка тех из них, что пригодны для использования в процессе верификации расчетных предсказаний физических характеристик реакторов и защиты, пополнение банка данных оцененных экспериментов; обоснование требований к проведению дополнительных экспериментов;

- обмен информацией по тематике центра с другими информационными центрами в стране и за рубежом.

В АО «ГНЦ РФ-ФЭИ» проводятся работы по созданию баз ядерно-физических данных для отрасли. В начале 2000-х по заказу Минобрнауки была разработана национальная библиотека файлов, оцененных нейтронных

данных РОСФОНД. В 2010 году версия РОСФОНД-2010 передана в МАГАТЭ. На основе базы ядерных данных РОСФОНД-2010 была создана библиотека многогрупповых ядерных констант для расчетов реакторов на быстрых нейтронах – база данных БНАБ-РФ. Базы ядерных данных РОСФОНД и БНАБ-РФ постоянно обновляются и совершенствуются с учетом новых расчетных и экспериментальных данных. Ставится задача широкого внедрения новых баз ядерных данных РОСФОНД и БНАБ-РФ в расчеты быстрых реакторов и ЗЯТЦ, их аттестации в соответствии с ГОСТ Р 8.985.

Центр интегральных экспериментов и реакторных констант располагает сертифицированными, аттестованными расчетными средствами – программами для ЭВМ и базами расчетных и экспериментальных данных для использования в расчетах нейтронно-физических характеристик активных зон быстрых реакторов с различными видами топлива, радиационной защиты, ядерной и радиационной безопасности, параметров ЗЯТЦ.

4.5 Центр стандартных справочных данных в области радиационной защиты и безопасности на базе АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»

Центр решает следующие задачи:

- создание защит ядерно-технических установок (реакторы, ускорители, термоядерные установки, радиоактивные источники и т.д.),
- обеспечение радиационной безопасности при транспортировке и захоронении радиоактивных материалов, при снятии ядерно-технических установок с эксплуатации, при радиоактивном загрязнении окружающей среды, при применении ионизирующих излучений в медицине (лучевая терапия, диагностика с помощью радиоактивных препаратов и др.) и в промышленности, где применяются ядерные технологии.

Центр планирует формировать, хранить и поддерживать на современном уровне информацию в виде:

- банков аттестованных расчетных программ, библиотек аттестованных защитных констант, библиотек результатов реперных, модельных и макроэкспериментов с их подробным описанием для возможности обсчета, наборов свойств защитных материалов и результатов их технологических испытаний, данных по загрязненности окружающей среды.

Центр в настоящее время является депозитарием следующих опубликованных наборов данных и готов предоставить доступ к ним за плату, компенсирующую организационные расходы:

- данные экспериментальных исследований по переносу ионизирующих излучений в различных защитных композициях, представленных в виде спектров утечки и пространственно-энергетических распределений потоков излучений с подробным описанием экспериментальных устройств;

база данных по комплексному радиационно-экологическому загрязнению личных подсобных хозяйств в населенных пунктах Калужской области в результате аварии на ЧАЭС;

данные модельного реперного эксперимента о пространственной конфигурации пучка быстрых нейтронов, формируемого коническим каналом из полиэтилена, с целью создания эффективных медицинских пучков для проведения нейтронной терапии при лечении онкологических заболеваний;

база данных КАМОД для расчета активности продуктов деления и конструкционных материалов;

новая версия Международного дозиметрического файла IRDF-90 V 2 для рекомендованных сечений повреждающей дозы в единицах «число смещений на атом».

4.6 Центр ядерных данных на базе АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»

Центр ядерных данных (ФЭИ, Обнинск) создан в 1963 году, входит в международную сеть центров данных по ядерным реакциям под эгидой

МАГАТЭ и осуществляет всю научно-техническую работу по формированию и поддержанию Российского банка нейтронных данных, международному обмену и обеспечению данными организаций отрасли.

Центром ядерных данных выполняются следующие задачи:

- компиляция информации по измерениям, расчетам и оценке нейтронных данных в России для мирового каталога нейтронных данных СИНДА;

- компиляция числовых экспериментальных нейтронных данных, измеренных в России, для мировой библиотеки ЭКСФОР;

- определение потребностей в ядерных данных для всех приложений;

- координация деятельности по оценке нейтронных данных для национальных библиотек данных общего и специализированных назначений;

- формирование, развитие и поддержание отечественной библиотеки рекомендуемых оцененных нейтронных данных (БРОНД);

- оценка ядерных данных для национальных и международных библиотек данных;

- развитие и эксплуатация прикладного математического обеспечения, позволяющего осуществлять формирование, проверку, корректировку, поиск и извлечение, преобразование и графическое представление данных;

- обеспечение данными институтов и организаций России;

- издание отраслевого журнала «Вопросы атомной науки и техники», серия «Ядерные константы».

Центр ядерных данных располагает Банком ядерных данных, содержащим все доступные в мире библиографические и экспериментальные данные по нейтронной физике, отечественную библиотеку рекомендуемых оцененных нейтронных данных БРОНД-3, библиотеку активационных данных ADL-3, и зарубежные библиотеки оцененных ядерных данных: ENDF\B (США), JENDL (Япония), JEF (Западная Европа) и CENDL (Китай).

4.7 Центр данных по конструкционным материалам, свойствам теплоносителей и поглотителей ядерных энергетических установок на базе АО «НИКИЭТ»

На центр возложена деятельность по наполнению и верификации отраслевых баз и банков данных по характеристикам конструкционных материалов, коррозии, свойствам теплоносителей и другим параметрам, определяющим прочность, надежность и ресурс элементов конструкций.

Основной деятельностью центра является подготовка данных как рекомендуемых справочных данных и представления их для аттестации по следующим направлениям:

- физические, механические, коррозионные и технологические свойства конструкционных материалов, исключая делящиеся и конструкционные материалы активных зон реакторов;
- свойства водных теплоносителей;
- свойства поглощающих материалов.

4.8 Центр теплофизических данных на базе ГНЦ РФ «Физико-энергетический институт им. академика А. И. Лейпунского»

В 2015 году в связи с отсутствием финансирования центр фактически прекратил свою работу. В 2021 г. на КАСД принято решение рекомендовать центр теплофизических данных организовать на базе Технической Академии Росатома. Как и ранее центр будет продолжать аккумулировать теплофизические данные ядерно-энергетических процессов и установок (гидродинамика потоков в каналах, теплообмен в элементах ядерных энергетических установках, теплогидравлические расчеты теплообменного оборудования, свойства теплоносителей).

Основными направлениями работ центра являются:

- сбор информации, полученной в экспериментальных и расчетных исследованиях по теплогидравлике ЯЭУ и по теплофизическим свойствам реакторных материалов;

- создание и поддержание баз данных и базы знаний по указанной тематике;

- проведение работ по оценке и анализу данных, подготовка и выпуск отраслевых сборников «Рекомендованный технический материал»;

- подготовка данных и проведение работ по верификации теплогидравлических кодов.

4.9 Центр данных по реакторному материаловедению на базе АО «Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара»

Основными задачами и функциями центра являются разработка классификаторов веществ и материалов по тематике ВНИИНМ:

- уран, его соединения и сплавы;
- плутоний, его соединения и сплавы;
- литий, его соединения и сплавы;
- делящиеся материалы для активных зон ядерных реакторов различного назначения;
- цирконий, его соединения и сплавы;
- нержавеющие стали и сплавы для ТВЭЛов, ТВС и АЗ ядерных реакторов;
- нержавеющие стали и сплавы для молочной промышленности;
- алюминий и его сплавы для промышленных и исследовательских реакторов;
- гафний и его сплавы;
- бериллий, его соединения и сплавы;
- тантал и его сплавы;
- кальций;
- магнитные материалы;
- сверхпроводящие материалы.

Работа по классификаторам должна заканчиваться принятием в рамках ГСССД соответствующих национальных стандартов и придания им статуса национальных классификаторов.

Организация и проведение плановой работы по сбору данных:

- от предприятий отрасли по созданию стандартных и справочных данных по конструкционным и делящимся материалам для атомной техники, а также от смежных и аналогичных центров в России и за ее границами;

- из отечественных и зарубежных научно-технических журналов, справочной литературы, нормативно-технической и патентной документации, отчетов НИР и диссертаций;

- по результатам собственных исследований (испытаний) свойств веществ и материалов (СВиМ);

- через выявление новых источников и каналов обеспечения информацией о СВиМ;

- по выявлению потребностей отрасли в достоверных данных о СВиМ по тематике деятельности методик ВНИИНМ.

4.10 Центр данных по конструкционным неметаллическим материалам на базе ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»

Фонд данных НПО «Луч» включает обширные сведения по физическим и механическим свойствам конструкционных и топливных карбонитридных материалов в условиях облучения, представляющие непосредственный интерес для конструкторов и техников. В перечень этих материалов входят карбиды урана, циркония, ниобия, нитриды урана, карбиды урана и циркония, урана и ниобия, углеродных реакторных материалов (реакторных графитов различных марок, композиционных материалов). Банк данных находится в стадии формирования.

Центр также располагает классификаторами, которые предназначены для унифицирования записи данных по вопросу влияния реакторного облучения на изменения свойств конструкционных и топливных материалов

активных зон высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР) и ядерных энергетических установок (ЯЭУ).

III. Цели, задачи и принципы развития

1. Цели Службы ССДАЭ на период до 2027 года

– обеспечение организаций, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии достоверными и аттестованными ССДАЭ, РСДАЭ, методиками расчета и оценки СД, в том числе:

– создание условий для широкого внедрения аттестованных баз данных о свойствах веществ и материалов в расчеты реакторов и ЗЯТЦ, оценки ядерной и радиационной безопасности ОИАЭ;

– оптимизация и актуализация обновления разделов Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии (далее Разделы ФИФ ОИАЭ);

– анализ и сбор международных данных и пополнение ими баз данных;

– разработка современных программных средств (кодов) для сбора, систематизации, анализа, оценки и верификации справочных данных;

2. Основные задачи Службы ССДАЭ на период до 2027 года

– планирование разработки СД и методики кодов по обработке данных по свойствам веществ и материалов и сокращение сроков их разработки;

– разработка единой цифровой базы данных, используемых в ОИАЭ;

– создание аттестованных баз данных о свойствах веществ и материалов для отрасли, включая, обновление и совершенствование их с учетом новых расчетных и экспериментальных данных;

– создание и ведение баз ССДАЭ, реестра ССДАЭ и Разделов ФИФ ОИАЭ, актуализация и оформление ранее созданных ССДАЭ, РСДАЭ и формирование из них баз данных;

- планирование разработки СД по интегральным экспериментам, рекомендуемым для верификации кодов, включая разработку матриц верификации;
- создание и аттестация баз ядерных данных о свойствах веществ и материалов, используемых в инновационных ядерно-энергетических установках;
- проведение аттестации данных и методики по обработке кодов;
- создание, ведение и актуализация баз ССДАЭ, реестра ССДАЭ и Разделов ФИФ ОИАЭ;
- совершенствование организационной структуры Службы ССДАЭ;
- оформление ранее полученных верификационных отчетов в качестве ССДАЭ, РСДАЭ и формирование из них баз данных;
- методическая координация работ всех заинтересованных сторон при выполнении работ по внедрению СД;
- подготовка квалифицированных специалистов в области разработки СД;
- внедрение новых информационных технологий;
- разработка в рамках ГСССД национальных стандартов, СД, методик ГСССД совместно со службой ССДАЭ;
- разработка нормативно-методические данных Службы ССДАЭ при взаимодействии с Главным научным метрологическим центром «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов» Росстандарта (далее ГНМЦ «ССД»).

В основе развития Службы ССДАЭ будут использоваться следующие принципы:

- применение заинтересованным лицом РСДАЭ и обязательность соблюдения указанным лицом требований, в соответствии с нормативной документацией, а также в случае определения обязательности исполнения требований применения в рамках контрактных (договорных) обязательств;

- применение СД в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июля 2016 г. № 669 «Об утверждении Положения о стандартизации в отношении продукции (работ, услуг), для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов и иных объектов стандартизации, связанных с такой продукцией»;
- обеспечение доступности СД и информации о них для заинтересованных лиц;
- обеспечение комплексности, системности и преемственности работ Службы ССДАЭ;
- обеспечение условий для единообразного применения СД;
- обоснованность разработки СД;
- унификация процессов разработки, хранения СД, а также обеспечения доступа к ним.

IV. Направления развития службы ССДАЭ

1. Совершенствование организационной структуры Службы ССДАЭ. Подготовка экспертов и разработчиков ССДАЭ

С учётом динамичного развития новых технологий и материалов следует обеспечить как подготовку специалистов-метрологов в области атомной энергии в учреждениях высшего и среднего профессионального образования, так и периодическое повышение квалификации работающих специалистов на базе АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

В связи с современными требованиями к справочным данным, опыта деятельности Службы ССДАЭ и работы Центров организационную структуру предполагается изменить. Предполагаемая структура представлена в приложении Б.

1.1 На базе АНО ДПО «Техническая академия Росатома» организовать Центр компетенций по аттестации, сохранению и управлению знаниями и цифровизации (ЦАЗЦ). Как следует из названия главной задачей Центра

будет сохранение знаний на основе современных технологий, в том числе цифровых, научно-техническая поддержка и обеспечение аттестации СД (при участии КАСД) и деятельности КАСД.

Основные задачи Центра:

- выявление потребностей в обработке материалов и сохранению знаний, накопленных в Отрасли;
- перевод в цифровой формат данных, отчётов, печатной продукции, представляющей ценность для Отрасли и государства в целом;
- размещение и хранение данных в электронном формате (библиотек данных, документов, программ и кодов, других данных);
- научно-методическое обеспечение работ службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии по сбору, систематизации, анализу, оценке, верификации и аттестации справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов и программных средствах (кодах) в области использования атомной энергии;
- разработка и подготовка к изданию справочников, аналитических и информационных обзоров, научных сборников и журналов;
- разработка и размещение на информационном ресурсе ядерно-физических таблиц, справочников, аналитических и информационных обзоров, научных сборников и журналов;
- формирование реестра СД по стандартным справочным данным в форматах удобных для потребителей данных;
- организация проведения экспертизы материалов СД, в том числе с привлечением тематических центров службы ССДАЭ;
- техническое и организационное обеспечение (поддержка) работы групп экспертов по аттестации СД;

- организация и проведение заседаний экспертных групп по рассмотрению и аттестации справочных данных в области использования атомной энергии;

- подготовка материалов по аттестации ССДАЭ для их представления в ГНМЦ «ССД» Росстандарта главным метрологом Госкорпорации «Росатом».

1.2 В ГНЦД организовать деятельность по разработке учебных, учебно-методических и образовательных программ.

Считать основными направлениями деятельности Центра:

- методическое сопровождение учебных, учебно-методических и образовательных программ;

- взаимодействие с ВУЗ-ами, внедрение в ВУЗ-ах результатов разработки СД и программ их обработки;

- развитие международного сотрудничества в области СДАЭ. Участие в работе рабочих групп МАГАТЭ, ЯЭА ОЭСР, взаимодействие с центрами данных ведущих ядерных стран.;

- привлечение студентов и аспирантов к деятельности службы ССДАЭ;

- популяризации деятельности службы ССДАЭ;

- изучение международного опыта использования кодов и баз данных для компьютерного моделирования физических процессов в объектах использования атомной энергии;

- методические подходы к разработке, верификации и валидации программ для ЭВМ (кодов) и баз данных для компьютерного моделирования физических процессов в объектах использования атомной энергии;

- разработка тестовых задач для верификации и валидации кодов моделирования физических процессов.

1.3 Организовать на базе АНО ДПО «Техническая академия Росатома» Центр теплофизических данных по свойствам веществ в области использования атомной энергии (ЦТД). Тематический ЦТД будет являться составной частью организационной структуры службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии. ЦТД АНО ДПО «Техническая академия Росатома» является правопреемником ЦТД ГНЦ-РФ ФЭИ.

Основными направлениями деятельности ЦТД являются:

- создание и развитие отечественного компьютеризованного банка теплофизических данных, и формирование на его основе целевых библиотек данных для различных применений в науке и технике;

- определение потребностей в теплофизических данных по свойствам веществ в области использования атомной энергии, включая теплогидравлику (гидродинамику и теплообмен) для ядерной энергетики и различных приложений в науке и технике;

- осуществление сбора и обработки информации по всему спектру теплогидравлических процессов активной зоне ядерных энергетических установок, парогенераторах, теплообменниках и другом теплообменном оборудовании;

- создание и развитие отечественного компьютеризованного банка экспериментальных теплофизических данных в области теплофизики ЯЭУ с теплоносителями вода и жидкие металлы, формирование на его основе целевых библиотек теплофизических данных, содержащих таблицы экспериментальных данных, для различных применений в ядерной науке и технике;

- разработка (создание) наборов стандартных и справочных данных в соответствии с потребностями отрасли;

- осуществление тщательного отбора наиболее достоверных соотношений, описывающих теплогидравлические и физико-химические процессы, дополнительной проверки и формирование сборников рекомендованных справочных материалов, расчетных методик для использования в качестве замыкающих соотношений в кодах для расчетного анализа тепло- и массообмена в ЯЭУ, обоснования характеристик установок и оборудования в ядерной энергетике, а также других отраслях науки и техники, для условий эксплуатации, переходных и аварийных режимов их работы;

- сбор, пополнение и обслуживание библиотеки экспериментальных теплофизических данных, предназначенных для развития сервисного математического обеспечения;

- формирование наборов экспериментальных данных, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к верификационным тестам, для проведения процедуры аттестации расчетных теплофизических кодов. Наборы экспериментальные данные должны охватывать стационарные и динамические режимы работы ЯЭУ, в том числе, аварийные ситуации;

- анализ российских работ по теплофизике ЯЭУ, экспериментальных теплофизических данных. Представление, по согласованию с правообладателем, отечественных библиотек оценённых ядерных данных в Операционный Центр ЧУ «Атомстандарт» для обеспечения сетевого доступа к данным корпоративных пользователей;

- осуществление международного сотрудничества в области обмена теплофизическими данными с зарубежными центрами данных.

- предоставление необходимых материалов представителю России в Международном комитете по теплофизическим данным (МАГАТЭ);

- обслуживание на договорной основе запросов организаций и предприятий отрасли по прямым связям, а также организаций и предприятий других отраслей по согласованию с головным научно-методическим центром ССДАЭ;

- организация и участие в совещаниях, семинарах и др. по тематике ЦТД.

1.4 Организовать на базе АНО ДПО «Техническая академия Росатома» Центр термодинамических данных или Центр данных термодинамических свойств материалов в области использования атомной энергии (ЦДТС). Тематический ЦДТС является составной частью организационной структуры службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов в области использования атомной энергии.

Основными направлениями деятельности ЦДТС являются:

- обеспечение организаций Госкорпорации «Росатом» стандартными и рекомендуемыми справочными данными в области теплофизики свойств материалов в области использования атомной энергии;

- компиляция публикуемых экспериментальных данных по термодинамическим и теплофизическим свойствам чистых материалов и сплавов, ядерного топлива (уран, плутоний, торий, диоксид урана, диоксид плутония, смешанное (МОХ) топливо, нитрид урана, карбид урана в твердом, жидком и газообразном агрегатных состояниях), теплоносителей (воздух, гелий, вода, водяной пар (в состоянии насыщения), тяжелая вода, литий, натрий, калий, цезий, ртуть, галлий, свинец, сплав 22%Na + 78%K, сплав 4,2%Na + 22,2%K + 73,6%Cs, сплав 44,5%Pb + 55,5%Bi, сплав 99,37%Pb + 0,684%Li), замедлителей (графит, гидрид циркония, бериллий, оксид бериллия), поглощающих материалов (бор, карбид бора, сплав 80%Ag + 15%In + 5%Cd, гафний, боросиликатное стекло, растворы с соединением бора), конструкционных материалов (алюминий и его сплавы, магний, цирконий и его сплавы, стали хромистые жаропрочные нержавеющей, стали жаропрочные нержавеющей хромоникелевые (аустенитные), сплавы на основе никеля, тугоплавкие металлы), материалов защиты (бетоны, вода, полиэтилены, борсодержащие материалы, гидрид лития, карбид бора, смеси карбида бора с алюминием, гидрид лития);

- анализ и оценка термодинамических и теплофизических экспериментальных данных и их погрешностей;

- представление экспериментальных и оценённых термодинамических и теплофизических данных в форматах необходимых для их ввода в компьютерные базы данных;

- разработка и ведение словарей баз реакторных термодинамических и теплофизических данных для хранения, поиска и выборки данных;

- определение и прогнозирование потребностей отрасли в стандартных и справочных данных в области теплофизики;

- участие в разработке норм, правил и требований, регулирующих применение стандартных и справочных термодинамических и теплофизических реакторных данных в теплофизических программах;

- участие в международном сотрудничестве в области разработки термодинамических и теплофизических справочных данных.

ЦДТС принимает участие в обеспечении потребностей организаций в справочных данных в следующих областях:

- для программ теплогидравлического расчёта ядерных реакторов и узлов атомных станции;

- для программ расчёта теплопередачи в топливе и других элементах ядерных установок;

- в обоснование функциональных зависимостей для расчёта теплофизических свойств материалов ядерной техники;

- для расчёта кризиса теплообмена в элементах ядерных установках;

- для теплогидравлических расчётов при возникновении нештатных ситуаций.

1.5 Организовать на базе АНО ДПО «Техническая академия Росатома» единый Центр радиобиологических данных с задачами:

- организация библиотеки первичных источников;

- обобщение имеющихся экспериментальных данных с учетом современных требований;

- введение общепринятых радиобиологических констант;

- разработка концепции и программная реализация радиобиологических баз данных под разные задачи;

- подготовка кадров в области медико-радиобиологических данных.

Создание центра продиктовано потребностями, такими как:

- оценка дозовой нагрузки критических групп населения (Службы радиационного контроля и нормирования) – Пересмотр существующих НРБ;
- разработка унифицированных методов ремедиации для очистки радиоактивно-загрязненных территорий;
- введение собственных нормативов по режимам стерилизации;
- оптимальное планирование лучевой терапии онкологических заболеваний человека;
- прогнозирование эффектов хронического действия ИИ на человека;
- развитие отраслевого медико-дозиметрического регистра работников атомной промышленности.

1.6 Возложить на АНО ДПО «Техническая академия Росатома», или ЧУ «Атомстандарт» функции организации научно-технической поддержки Службы ССДАЭ, осуществляющей проведение экспертизы справочных данных, используемых для расчётов моделей процессов, влияющих на безопасность объектов использования атомной энергии и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии.

1.7 Учитывая особую важность развития направлений деятельности, связанных с развитием строительных технологий и конструкционных материалов и использованием их в строительстве ОИАЭ как в России, так и за рубежом, при сооружении планируемых Госкорпорацией «Росатом» инфраструктурных объектов Северного морского пути (далее – СМП), а также продвижением своей продукции на внешние рынки, предлагается в 2022 г.:

решить с участием специалистов метрологической службы Госкорпорации «Росатом», специалистов частного учреждения Госкорпорации «Росатом», «ОЦКС», представителей Ассоциации строительного комплекса атомной отрасли (далее – АСКАО) и заинтересованных организаций – членов АСКАО, участников реализации

проектов сооружения объектов атомной отрасли, научных организаций и образовательных учреждений следующие вопросы:

реализация концепции развития Службы ССДАЭ и организацией ее деятельности в части развития строительных технологий и конструкционных материалов, в т.ч. возможностью создания тематического центра Службы ССДАЭ в данной области;

системная интеграция работ по созданию и развитию баз данных строительных технологий и конструкционных материалов, используемых в области сооружения ОИАЭ и инфраструктурных объектов СМП, а также координацией взаимодействия структурных подразделений Госкорпорации «Росатом» и организаций отрасли в этой части;

организация мероприятий в области сооружения ОИАЭ;

организация научно-методологического, информационно-аналитического и экспертного обеспечения деятельности Госкорпорации «Росатом» в части строительных технологий и конструкционных материалов.

2. Перспективный перечень свойств веществ и материалов.

Определение и прогнозирование потребностей в ССДАЭ является одной из основных задач службы ССДАЭ.

На основе мониторинга и анализа потребностей в ССДАЭ тематических центров и подразделений ГК «Ростатом» составлен Перспективный перечень свойств веществ и материалов до 2027 года (приложение В).

Помимо тематических центров «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») предложил следующие работы:

В части потребности в аттестованных рекомендуемых и стандартных данных по физико-химическим свойствам необходимы данные по следующим свойствам водного и жидкометаллических теплоносителей (в том числе, тяжелых жидкометаллических теплоносителей):

- растворимость, константы равновесия и их температурные зависимости для реакций электролитической диссоциации;
- коэффициенты распределения соединений и радионуклидов между фазами;
- стандартные термодинамические функции и коэффициенты активности;
- транспортные свойства (электропроводимость, вязкость, теплопроводность);
- краевой угол смачивания конструкционных сталей ТЖМТ;
- радиационно-химические выходы (радиолиз газов и жидкостей);
- окислительно-восстановительные потенциалы металлов в заданных средах.

Предлагается также создать цифровую базу данных по интегральным экспериментам, рекомендованным для верификации кодов.

Возможности повышения точности нейтронных данных путём их непосредственного измерения в дифференциальных экспериментах истощены и интегральные эксперименты на критических сборках и энергетических реакторах являются единственной опорой для совершенствования константного обеспечения. Предлагается включить в базу данных для обоснования грядущих реакторов все эксперименты из справочника ICSBER, информативные по отношению к этим реакторам и соответствующим установкам топливного цикла и пополнять их за счёт экспериментов на стендах БФС (как уже выполненных, но не включенных в ICSBER, так и тех, что будут выполняться по заданиям Росатома и международным контрактам). Крайне желательно включить в эту базу данных и данные по изменению нуклидного состава топлива в процессе выгорания, которые были получены или могут быть получены на реакторах БН- 800, БН-600. БОР-60. Обоснования включения результатов экспериментов в отраслевую базу данных не должны уступать принятым в

ICSBER. Решение о пополнении этой базы новыми данными принимается Комиссией по ядерным данным.

База данных должна содержать полную информацию об экспериментах, включая погрешность (неопределенность) измерений и расчетную модель с оценкой ее неопределенности, в объеме, достаточном для расчетного моделирования.

Применительно к верификации нейтронно-физических кодов база данных должна содержать информацию об интегральных ядерно-физических экспериментах, в том числе о критических экспериментах, об экспериментах по измерению спектральных, дозовых и нестационарных характеристик нейтронов и гамма-квантов, об экспериментах по выгоранию.

Важным элементом наполнения базы данных является включение справочных данных о свойствах веществ и информации об интегральных экспериментах, рекомендованных для верификации кодов, которые предназначены для использования в целях системного обеспечения функционирования и безопасности водородной энергетики.

3. Потребность в ССДАЭ.

Список новых направлений деятельности Росатома с каждым годом становится всё обширнее: машиностроительные заводы выпускают оборудование для нефтегазохимической продукции и судостроения, оборудование для тепловых электростанций, для мусоросжигательных заводов, для заводов по сжижению природного газа. Metallургические заводы Росатома производят продукцию из циркония и титана для авиационной и космической техники, для медицины, Чепецкий механический завод создал единственный в стране промышленный участок металлического гафния, и он же выпускает низкотемпературные сверхпроводники.

Первая плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) «Академик Ломоносов», введена в промышленную эксплуатацию после получения

положительного заключения Росприроднадзора и подтверждения Ростехнадзора о том, что станция построена в соответствии с требованиями проектной документации.

Служба планирует свою деятельности исходя из потребностей Атомной отрасли. Представляется перспективной разработка механизма регулярного анализа возникающих потребностей, а также периодической актуализации планов работы службы по результатам вышеуказанного анализа.

Рассматриваемая тема, являясь одним из направлений работ по созданию новых материалов и технологий, которая неразрывно связана с работами по двухкомпонентной атомной энергетике и термоядерной науке, и технологии. Оба эти направления предполагают включение в ядерный топливный цикл целого ряда актинидов, накопленный опыт обращения, с которыми недостаточен для надёжного обеспечения ядерной и радиационной безопасности. В двухкомпонентной энергетике основным делящимся нуклидом является плутоний-239, но на предприятиях переработки ОЯТ и рефабрикации топлива придётся иметь дело и с более тяжелыми и более радиоактивными изотопами плутония – Pu-240 и Pu-241, а также с ещё более активными изотопами америция и кюрия. Энергия нейтронов, образующихся в термоядерных реакциях, позволяет использовать их для деления природного тория-232, что позволяет на порядок повысить энерговыработку. При этом, однако, неизбежно будут образовываться уран – U-233 и радиоактивные продукты его распада. Нейтронные данные для всех этих изотопов известны в три – пять – десять раз хуже, чем для промышленно освоенных изотопов урана и для обеспечения ядерной и радиационной безопасности в процессе освоения соответствующих технологий эти данные потребуются уточнять. Для этого необходимо твёрдо знать исходные данные, используемые в проектах и разработанные методики их уточнения на основе

накапливаемого опыта. Обеспечение решения этой задачи является важнейшей целью программы работ по рассматриваемой теме.

Базы ядерных данных, свойств веществ и материалов, используемых в инновационных ядерно-энергетических установках, должны, очевидно, основываться на результатах глубокого анализа новейших экспериментальных данных. Однако цель создания баз этих данных – прикладная и включаемые в базы данные не должны существенно выходить за пределы области приложения. Так, например, база нейтронных данных должна охватывать всю область энергий, которая может быть существенной при разработке ядерных и термоядерных энергоустановок (т.е. до 20 МэВ), но не обязательно выходить за этот предел. База данных о характеристиках радиоактивного распада должна содержать максимально согласованные данные о структуре ядерных уровней и спектрах излучений, испускаемых при межуровневых переходах. Однако в случаях, когда из-за недостатка информации обеспечить это согласование невозможно, основное внимание должно быть уделено спектрам излучений, определяющих радиационную обстановку при работе с радионуклидами. Данные о радиационной стойкости материалов должны учитывать все известные механизмы радиационного воздействия и влияния деталей технологических процессов, однако приоритетным должно являться экспериментальное подтверждение радиационной стойкости.

4. Доработка верификационных отчетов до статуса ССДАЭ.

Одним из направлений развития службы представляется доработка и оформление ранее разработанных верификационных отчетов до статуса ССДАЭ и РСДАЭ. Перспективной является разработки отдельной программы по данному направлению.

5. Совершенствование нормативных и методических основ службы.

Регулярно Службой проводится совершенствование нормативных и методических основ службы. В перспективе до 2027 года запланированы методические документы по специфике разработке для каждого вида СД.

Представляется перспективной разработка методической документации по разработке, аттестации и формированию баз данных.

Целесообразно, чтобы одним из разделов информации, сопровождаемой службой стандартных справочных данных являлись результаты базовых экспериментов, позволяющих проводить обоснованную верификацию справочных данных. В этот раздел следовало бы включить результаты экспериментов на критических сборках и реакторах (НИИАР, ФЭИ, БАЭС и др.), которые также должны сопровождаться обоснованными оценками погрешностей.

б. Цифровизация.

Росатом является одной из крупнейших отечественных высокотехнологичных компаний и по праву считается лидером по внедрению и созданию российских информационно-коммуникационных технологий в свои внутренние процессы. Проблему доступа к данным можно решить, разработав и разлив единую цифровую базу данных. Одновременно, разработав механизм использования разработанных СД, включая формирование целевых библиотек данных для использования в кодах. Решить, в том числе, правовые аспекты внедрения СД.

Создание баз данных по свойствам веществ и материалов атомной отрасли является, безусловно, перспективным, обеспечивает информационную и аналитическую поддержку конструкторов, технологов, разработчиков реакторных материалов и элементов активных зон ядерных энергетических установок различного назначения, разработчиков расчетных кодов и, кроме того, служит цели сохранения полученных данных, опыта и знаний.

Создание совместимых баз, банков и библиотек данных о свойствах используемых веществ и материалов и обеспечение информационных технологий невозможно без создания единой системы классификаторов свойств, оформленных в виде национальных стандартов (ГОСТ Р) в рамках ГСССД. Развитие этого направления является важным для обеспечения существующих и создаваемых информационных ресурсов в электронном виде.

7. Интеллектуальная собственность

Основные продукты деятельности службы ССДАЭ – программы процессинга экспериментальных и оцененных данных; базы, библиотеки, наборы справочных данных; программы оценки и верификации справочных данных имеют все признаки результатов интеллектуальной деятельности (РИД) и требуют правовой охраны. Обеспечение правовой охраны и оборот РИД, созданных в рамках договоров, где заказчиком выступает Госкорпорация «Росатом», регулируется положениями Единого отраслевого порядка процесса «Обеспечение правовой охраны и учета объектов интеллектуальной собственности», утвержденного приказом Росатома от 23.03.2015 № 1/243-П.

Формирование банка РИДов представляет интерес для Госкорпорации «Росатом» по двум причинам: а) РИДы увеличивают активы Госкорпорации «Росатом» и, тем самым, ее стоимость; б) организация оборота РИДов приводит к увеличению доходов Росатома. Имея в виду тот факт, что все направления деятельности Росатома связаны с высокими технологиями, следовало бы ожидать устойчивый рост регистрации РИДов. Однако, такого роста не наблюдается, в том числе из-за амортизационных отчислений на РИД, это одна из причин, по которой практически все продукты Службы ССДАЭ не имеют правовой охраны.

Еще одной проблемой, обременяющей деятельность службы ССДАЭ, является доступ к РИДам, являющихся продуктами «дочек» Госкорпорации

«Росатом». В частности, доступ к наиболее интересным продуктам «дочек» осуществляется только по платной лицензии. В ряде случаев это делает невозможным формирование полных баз справочных данных по свойствам материалов ЯЭУ. В наибольшей степени это касается баз данных по свойствам облученных материалов.

Таким образом, все справочные данные, включая данные по экспериментам, полученные организациями Госкорпорации «Росатом», должны консолидироваться в одной из организаций и быть доступными для всех организаций Госкорпорации «Росатом», принимающих участие в разработке и аттестации соответствующих программных комплексов.

В ближайшем будущем представляется необходимой организация правовой защиты РИДов службы ССДАЭ и разработка нормативных актов Росатома для введения РИДов в корпоративный оборот без уплаты роялти и разработка нормативных актов, исключая амортизационные отчисления на РИДы.

8. Международное сотрудничество

В рамках международного сотрудничества служба ориентирована на использование опыта и достижений других стран для разработки интегральных продуктов (баз справочных данных, программ), учитывающих специфику российских ядерно-энергетических установок.

Работа в международных группах открывает доступ к новым технологиям сбора, анализа, оценки и верификации справочных данных и новым программным средствам, разработанным в западных странах. В настоящее время такой доступ закрыт в условиях действия санкций, наложенных Евросоюзом и США на Российскую Федерацию, и в силу действия прав на интеллектуальную собственность. Работа представителей службы ССДАЭ в международных группах поддерживается только международными организациями в минимальном размере (командировочные расходы для участия в ежегодных совещаниях групп).

Международную деятельность службы ССДАЭ можно условно структурировать в 4 направления:

1) Оценка справочных данных и разработка методик оценки и верификации справочных данных в рамках международных рабочих групп ЯЭА и МАГАТЭ по направлениям в соответствии с договорными обязательствами Российской Федерации и Росатома;

2) Участие в разработке и наполнении международных библиотек экспериментальных и оцененных справочных данных согласно приказам Росатома

3) Организация и проведение международных конференций, совещаний и семинаров, включая обучающие семинары;

4) Участие в самостоятельных международных проектах, посвященных формированию международных библиотек, оцененных и экспериментальных данных.

В частности, представители Головного научно-методического центра (НИЯУ МИФИ), Центра ядерных данных (АО «ГНЦ РФ ФЭИ им.А.И.Лейпунского»), Операционного центра (ЧУ «Атомстандарт») участвовали в разработке новых версий нейтронных стандартов в составе рабочей группы МАГАТЭ. Результаты представлены в публикациях:

(https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1291_web.pdf,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0090375218300218?via%3Dihub>). Сотрудники Центра ядерных данных (АО «ГНЦ РФ ФЭИ им.А.И.Лейпунского») и Центра радионуклидных данных (АО «Радиевый институт им В.Г.Хлопина») принимали участие в деятельности рабочей группы МАГАТЭ по формированию Международного дозиметрического файла <https://www-nds.iaea.org/IRDF/>. Более 95 % оценок сечений дозиметрических реакций и все оценки ядерно-физических характеристик остаточных ядер, включенных в этот файл, выполнены представителями службы ССДАЭ.

Сотрудники Центра ядерных данных (АО «ГНЦ РФ ФЭИ им.А.И.Лейпунского) и Центра ядерно-физических данных (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») осуществляют наполнение международной библиотеки экспериментальных данных EXFOR (<https://www-nds.iaea.org/exfor/>) информацией об измерениях характеристик взаимодействия нейтронов и заряженных частиц с веществом согласно международным договорным обязательствам Росатома.

Центры службы ССДАЭ участвуют в организации международных конференций, совещаний и обучающих семинаров, разрабатывают программы обучения иностранных студентов в рамках договоров, которые заключает Росатом по строительству атомных станций и центров компетенций в Бангладеш, Вьетнаме, Индии, Замбии, Египте, Турции, Иордании, Белоруссии, Узбекистане. Так, сотрудники Центра ядерно-физических данных (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») разработали программу-оцифровщик графиков INPGRAPH <http://www.vniief.ru/en/partnership/cnpd/Developments/inpgraph/inpgraph> и программу EXFOR-EDITOR <http://www.vniief.ru/en/partnership/cnpd/Developments/EXFOREEDITOR/> для редактирования файлов библиотеки экспериментальных данных EXFOR, после чего провели под эгидой МАГАТЭ несколько семинаров по обучению ученых развивающихся стран работе с этими программами. По поручению Росатома НИЯУ МИФИ (а именно Головной научно-методический центр службы ССДАЭ) организует и проводит заседания российско-китайской рабочей группы по ядерным данным в соответствии с решениями российско-китайской правительственной комиссии по ядерным вопросам. В тесной кооперации с китайскими учеными был подготовлен и издан (за счет китайской стороны) «Atlas of Chart Nuclides».

Практически ежегодно Росатом заключает договоры на строительство атомных станций на территории зарубежных государств. В рамках данных

договоров Росатом берет на себя обязательство по подготовке иностранных специалистов для работы на атомных станциях. Контрагентом Росатома по выполнению данных договоров является в том числе НИЯУ МИФИ. Головной научно-методический центр службы ССДАЭ, базирующийся в НИЯУ МИФИ, участвовал в разработке программы для обучения иностранных студентов, сотрудники центра читают лекции для иностранных студентов.

Расширение международного сотрудничества (или его сохранение на достигнутом уровне) зависит от подготовки и (или) актуализации нормативных документов Росатома и Правительства РФ, регулирующих научные международные связи в указанных выше направлениях (включая финансовое обеспечение таких связей).

9. Ядерная медицина

В этой области есть потребность в систематизации данных по чувствительности опухолей разного генеза (их более 30) к действию ионизирующего излучения разного качества (гамма-, рентгеновского-, протонного, нейтронного, ионного (центр планируется в Протвино), электронного), а также при применении радиофармпрепаратов.

Можно считать целесообразным создание специализированного центра данных для которого существуют свои задачи, как глобальные, так и частные. Такой центр данных будет востребован всеми онкологическими клиниками мира.

Данные могут быть разбиты на несколько групп – чувствительность, доступность, дозиметрия (это и моделирование с использованием констант, и непосредственная дозиметрия в тканях), защита окружающих тканей, модификация радиочувствительности, адресная доставка радиофармы.

По некоторым видам опухолей данных огромное количество, а для каких-то почти ничего нет.

Это позволит выйти в клинику, чтобы врачам-радиологам проще было выбирать и обосновывать протоколы лечения.

Мировые центры с базами данных:

США – 21 университет, 4 общих центра. Department of Biological Sciences and the School of Earth, Ocean and Environment, University of South Carolina, Columbia University of Georgia, Savannah River Ecology Laboratory and Warnell School of Forestry and Natural Resources. School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University AgCenter. Department of Environmental Health Science, University of Georgia, Athens;

Франция – 3 общих центра. Institute for Radioprotection and Nuclear Safety (IRSN), Centre of Cadarache, International Union of Radioecology (IUR), Center of Cadarache, Université de Lyon, Lyon;

Япония – 3 общих центра. Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Kanayagawa, The BCPH Unit of Molecular Physiology, Department of Chemistry, Biology and Marine Science, Faculty of Science, University of the Ryukyus, Okinawa, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

4. Центры данных в РФ: ФГБНУ ВНИИРАЭ – разрозненные базы данных по действию ИИ на биоту; Уральский исследовательский центр ядерной медицины; ИБРАЭ РАН - программный продукт «ЭКОРАД». Опубликованные данные различных авторов сильно отличаются друг от друга.

Основными проблемами в области национальной ядерной медицины являются:

данные не собраны и не обобщены в виде баз данных или автоматизированных систем. Отсутствуют сведения об условиях проведения экспериментов, режимных параметрах и т.д;

отсутствует библиотека литературных источников (в виде оригиналов статей или их копий);

доступ ко всем имеющимся базам данных, зарубежные (а их больше) многие открыты, наши почти все закрыты, либо находятся в научных исследованиях. Как технически это осуществить – большой вопрос;

нехватка специалистов в области программирования, умеющих работать с биологическими базами данных (понимающие основные биологические процессы).

Суперкомпьютеры – даже навскидку это гигантские массивы данных, поэтому возникают вопросы: что считать эталоном, как верифицировать данные, как их привести к чему-то единому. Ответа на эти вопросы нет в мировом сообществе, поэтому нормативы наши и зарубежные в разы отличаются.

Константы в области радиобиологии необходимость создания

Использование данных:

Оценка дозовой нагрузки критических групп населения (Службы радиационного контроля и нормирования) – Пересмотр существующих НРБ;

Разработка унифицированных методов ремедиации для очистки радиоактивно-загрязненных территорий;

Введение собственных нормативов по режимам стерилизации;

Оптимальное планирование лучевой терапии онкологических заболеваний человека;

Прогнозирование эффектов хронического действия ИИ на человека;

Развитие отраслевого медико-дозиметрического регистра работников атомной индустрии;

Предлагается Создание единого Центра радиобиологических данных (см. глава IV п 1.5), организация библиотеки первичных источников, обобщение имеющихся экспериментальных данных с учетом современных требований, введение общепринятых радиобиологических констант, разработка концепции (идеи) и программная реализация радиобиологических

баз данных под разные задачи, подготовка кадров в области медико-радиобиологических данных.

V. Планы стратегического развития Службы ССДАЭ

Стратегия развития Стандартных Справочных Данных в области Атомной Энергии (ССДАЭ) должна базироваться на разработке стандартных и рекомендуемых справочных данных для краткосрочных (реализация до 2035 г.), среднесрочных (реализация до 2050 г.) и долгосрочных (реализация до 2070 г.) проектов.

Задачи для краткосрочных проектов формируются из возникающих потребностей сегодняшнего дня представлены в настоящем проекте Концепции. Потребности для среднесрочных и долгосрочных проектов могут формироваться на основе международных программ GEN-4, INPRO и стратегии развития ядерной энергетики в России до 2100 года. Работы над всеми проектами должны вестись одновременно, с их приблизительным финансированием в соотношении 3:2:1. Потребности в рекомендуемых справочных данных не должны включать весь список данных необходимых для ядерно-физических, теплогидравлических и материаловедческих и других расчётов, а только данные, которые необходимы, но отсутствуют, или рассматриваются пользователями как недостоверные, или известны с оцененными погрешностями, вносящими большие неопределённости в рассчитанные параметры.

1. Потребности в справочных данных для краткосрочных проектов.

Основные потребности в справочных данных для краткосрочных проектов (рассмотрены в настоящем проекте Концепции) обусловлены требованиями повышения безопасности и продления сроков службы действующих ядерных установок. Для реакторов с тепловым спектром нейтронов существует неудовлетворённая до сих пор потребность в рекомендуемых данных для сечений захвата на ядрах осколков, влияющих на глубокое отравление реакторов и вносящих заметный вклад в

положительный температурный коэффициент реактивности, физических свойствах облучённого графита для канальных реакторов и прочностных свойствах облучённых сталей корпусов реакторов под давлением. Необходима подготовка рекомендуемых теплогидравлических данных для критических тепловых потоков для воды в реальных геометриях, позволяющих проводить интерполяцию по большому числу рабочих параметров.

Требования безопасности и экономической эффективности АЭС с реакторами грядущих поколений влекут за собой снижение возможностей компенсации проектных просчётов средствами, предусмотренными конструкциями реакторных установок. Так предельно большой диаметр активной зоны БН-1200 минимизирует возможности компенсации просчётов в критичности за счёт вариации размера активной зоны. В реакторах с естественной безопасностью (в частности БРЕСТ-ОД-300) расчёты должны обеспечить не только высокую точность расчёта коэффициента размножения, но и его производной по времени выгорания.

При условии решения сформулированных задач, решение проблемы обеспечения реакторов грядущего поколения достаточно надёжными ядерными данными может быть решена в течение 6 - 10 лет при условии существования непрерывно функционирующей группы анализа результатов интегральных экспериментов и совершенствования отраслевого стандарта. Эффективность и результаты деятельности этой группы должны находиться под контролем службы ССДАЭ и Комиссии по аттестации справочных данных совета по метрологии Госкорпорации.

2. Потребности в справочных данных для среднесрочных проектов.

Основные потребности для среднесрочных проектов включают подготовку рекомендуемых справочных данных для инновационных тепловых и быстрых реакторов. Комплексы реакторов в двухкомпонентной ядерной энергетике, реакторы со сверхкритическими параметрами,

инновационные реакторы, работающие на рециклированном топливе. Реакторы на тепловых нейтронах характеризующиеся более высокими параметрами температур и давлений воды, включая сверхкритические давления, требуют достоверных теплогидравлических данных при этих параметрах. Реакторы на быстрых нейтронах характеризующиеся длительными компаниями между перегрузкой топлива, требуют достоверных ядерно-физических данных для большого числа накапливающихся и трансмутирующих осколков деления и минорных актинидов. Использование инновационного топлива создаёт потребность в данных по физико-химическим свойствам такого топлива при длительных компаниях, что подтверждает необходимость создания баз ядерно-физических данных, а не разрозненных наборов констант.

3. Потребности в справочных данных для долгосрочных проектов.

Основные потребности для долгосрочных проектов включают подготовку рекомендуемых справочных данных для ядерных энергоустановок, базирующихся на концепции полного замыкания топливного цикла, где в качестве ядерного топлива возможно использование природного и обеднённого урана, а также актинидов отработавшего топлива. Концепция основана на пристанционном разделении актинидов и осколков, возвратом актинидов в топливо реактора, и хранением осколков с минимальным содержанием актинидов в течении 200–300 лет с последующим их захоронением.

VI. Реализация Концепции

Основным инструментом реализации Концепции должна стать Программа развития Службы ССДАЭ и дорожная карта к Программе.

Реализация плана мероприятий будет осуществляться службой ССДАЭ в рамках установленных полномочий и бюджетных ассигнований, предусмотренных Госкорпорации «Росатом» на очередной финансовый год.

Координация деятельности и взаимодействие подразделений службы
будет осуществляться руководителем службы ССДАЭ.

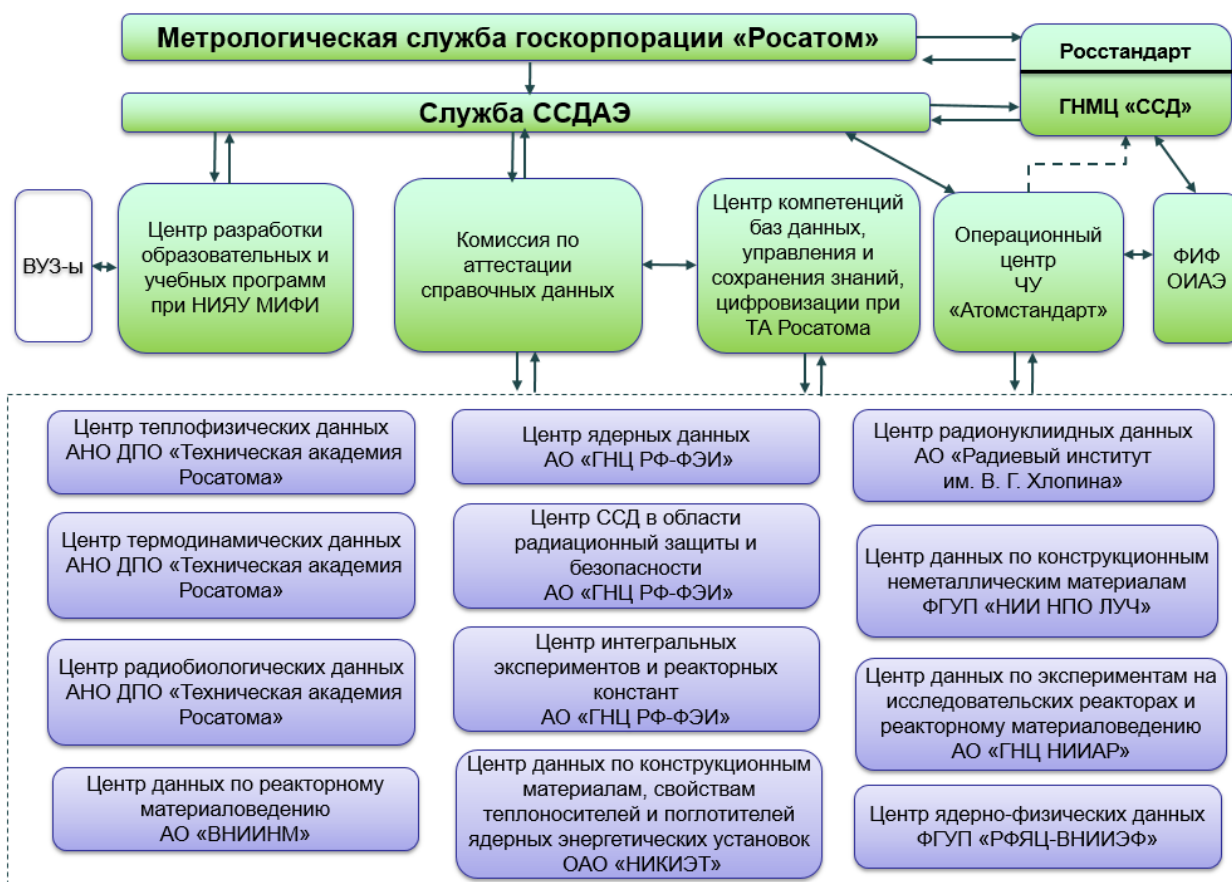
Приложение А

Организационная структура Службы ССДАЭ



Приложение Б

Организационная структура Службы ССДАЭ (Проект реорганизации)



Приложение В

Перечень потребностей организаций Госкорпорации «Росатом» в справочных данных

1. Радионуклиды ^{85m}Kr , ^{85}Kr , ^{87}Kr , ^{88}Kr , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{91}Y , ^{95}Zr , ^{95m}Nb , ^{95}Nb , ^{99}Mo , ^{103}Ru , ^{105}Rh , ^{106}Ru , ^{106}Rh , ^{111}Ag , ^{115m}Cd , ^{115}Cd , ^{125}Sb , ^{131}I , ^{131m}Xe , ^{132}Te , ^{133m}Xe , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{135}I , ^{135m}Xe , ^{135}Xe , ^{136}Cs , ^{137}Xe , ^{137}Cs , ^{138}Xe , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{141}Ce , ^{143}Ce , ^{144}Ce , ^{144}Pr , ^{147}Nd , ^{147}Pm , ^{148m}Pm , ^{148}Pm , ^{149}Pm , ^{151}Pm , ^{151}Sm , ^{153}Sm , ^{154}Eu , ^{155}Eu , ^{156}Eu , ^{161}Tb . Ядерно-физические характеристики распада осколков деления, обладающих большими выходами, и определяющих остаточное энерговыделение и радиотоксичность отработавшего топлива в реакторе после его останова (50 радионуклидов).

2. Радионуклиды ^{11}C , ^{18}F , ^{13}N , ^{15}O , ^{38}K , ^{44}Ti , $^{52}\text{Fe}/^{52m}\text{Mn}$, ^{61}Cu , ^{62}Cu , ^{64}Cu , ^{67}Cu , ^{63}Zn , ^{66}Ga , ^{67}Ga , ^{68}Ga , ^{73}Se , ^{82}Rb , ^{76}Br , ^{86}Y , ^{89}Zr , ^{94m}Tc , $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$, ^{103}Pd , ^{111}In , ^{120}I , ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{131}Cs , ^{133}Xe , ^{178}Ta , ^{178m}Ta , ^{201}Tl . Ядерно-физические характеристики распада радионуклидов, применяемых в медицине (33 радионуклида).

3. Радионуклиды ^7Be , ^{26}Al , ^{22}Na , ^{44}Sc , ^{44}Ti , ^{53}Mn , ^{56}Ni , ^{63}Ni , ^{56}Co , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{60}Fe , ^{64}Cu , ^{79}Se , ^{80}Br , ^{81}Kr , ^{85}Kr , ^{93}Zr , ^{98}Tc , ^{99}Tc , ^{107}Pd , ^{129}I , ^{113}Cd , ^{134}Cs , ^{135}Cs , ^{147}Pm , ^{146}Sm , ^{151}Sm , ^{152}Eu , ^{153}Gd , ^{154}Eu , ^{155}Eu , ^{160}Tb , ^{163}Dy , ^{163}Ho , ^{170}Tm , ^{171}Tm , ^{176}Lu , ^{182}Hf , ^{182}Ta , ^{192}Ir , ^{193}Pt , ^{204}Tl , ^{205}Pb , ^{244}Pu , ^{247}Cm . Ядерно-физические характеристики распада радионуклидов, необходимых для моделирования ряда сценариев нуклеосинтеза в ядерной астрофизике. (47 радионуклидов).

4. Сталь 16X12МВСФБР (ЭП-823). Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести), распухание (изменение размеров диагоналей и «под ключ») труб ТВС.

5. Сталь 20X12НМ. Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести).

6. Сталь 20X13НМБФ. Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, (дозная зависимость прироста предела текучести).

7. Сталь 08X16Н11МЗТ х.д. Распухание (изменение размеров диагоналей и «под ключ») труб ТВС.

8. Сталь X18Н10Т. Распухание (инкубационная доза и скорость распухания).

9. Сталь 16X10НМБФ. Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести).

10. Сталь 13X12НМБВФ. Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести).

11. Сталь 05X12Н12М. Распухание (изменение размеров диагоналей и «под ключ») труб ТВС.

12. Сталь X16Н11МЗ. Распухание (инкубационная доза и скорость распухания).

13. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Растворимость, константы равновесия и их температурные зависимости для реакций электролитической диссоциации.

14. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Коэффициенты распределения соединений и радионуклидов между фазами.

15. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Стандартные термодинамические функции и коэффициенты активности.

16. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Транспортные свойства (электропроводимость, вязкость, теплопроводность).

17. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Краевой угол смачивания конструкционных сталей ТЖМТ.

18. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Радиационно-химические выходы (радиолиз газов и жидкостей).

19. Теплоноситель водный. Физико-химические свойства. Окислительно-восстановительные потенциалы металлов в заданных средах.

20. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Растворимость, константы равновесия и их температурные зависимости для реакций электролитической диссоциации.

21. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Коэффициенты распределения соединений и радионуклидов между фазами.

22. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Стандартные термодинамические функции и коэффициенты активности.

23. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Транспортные свойства (электропроводимость, вязкость, теплопроводность).

24. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Краевой угол смачивания конструкционных сталей ТЖМТ.

25. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Радиационно-химические выходы (радиолиз газов и жидкостей).

26. Тяжелый жидкометаллический теплоноситель Pb-Bi, Pb. Физико-химические свойства. Окислительно-восстановительные потенциалы металлов в заданных средах. Характеристики коррозионной совместимости с конструкционными материалами (КМ), защитных свойств и кинетики образования оксидных покрытий. Динамика проницаемости компонентов стали и теплоносителя сквозь защитные покрытия. Потенциалы нитридной и др. защиты от коррозии КМ при использовании жидкометаллического внутритвального подслоя (ЖМП). Характеристики массопереноса компонентов топлива и оболочки в ЖМП.

27. Физико-механические характеристики материалов (модуль упругости первого и второго рода; предел прочности, предел текучести,

коэффициент Пуассона, относительное удлинение, относительное сужение, предел длительной прочности, диаграмма деформирования материалов ТВС при различных скоростях деформирования, кривые длительной прочности, скорость терморadiационной ползучести, коэффициенты анизотропии пластичности и ползучести, характеристика трещиностойкости, кривая усталости, изохронные кривые ползучести, константы, определяющие скорость подраста трещин при эксплуатации) твэлов и ТВС. Сплавы Э110, Э635, ХН77ТЮР, 42ХНМ и др.

28. Нейтронно-физические данные: Изотопы Америция, Кюрия, Плутония, конструкционные материалы, теплоносители в том числе жидкометаллические. Вода и её производные в сверхкритическом состоянии.

29. Сплав ХН80МТЮ-ВИ (ЭК 50-ВИ). Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести).

30. Сплав ХН62МЧ-ВИ. Предел текучести, предел прочности, равномерное относительное удлинение, радиационное упрочнение (дозная зависимость прироста предела текучести).

31. Солевая система FLiBe. Физико-химические свойства. Транспортные свойства (вязкость, теплопроводность).

32. Солевая система FLiNaK. Физико-химические свойства. Транспортные свойства (вязкость, теплопроводность).

33. Ядерно-физические характеристики распада радионуклидов, применяемых в медицине ^{225}Ac , ^{177}Lu , ^{224}Ra , ^{223}Ra , ^{13}C , ^{90}Y .

Помимо разработки справочных данных по указанным наименованиям представляется актуальной разработка методических рекомендаций.

1. Методика оценки справочных данных в области использования атомной энергии.

2. Методика оценки ковариационных матриц погрешностей нейтронно-физических данных.

3. Методика экспертизы оценки справочных данных в области использования атомной энергии;

4. Методика хранения и предоставления справочных данных;

5. Методики оценки правового статуса справочных данных и др. интеллектуальной собственности:

- вопросы определения правообладателя разработанной интеллектуальной собственности
- для библиотек и кодов – методика определения создания **нового** продукта или РИД, интеллектуальной собственности
- методика определения авторов продукта

6. Методика оценки стоимости (при проведении) экспертизы справочных данных в области использования атомной энергии - фактически провести оценку по критериям:

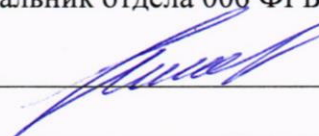
- объём отчёта
- работа с ссылочными документами – регламентирующими отчёт
- работа с ссылочными документами – регламентирующими справочные данные
- квалификация

РАЗРАБОТАНА

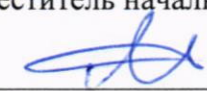
Главный научный метрологический центр «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов» (ГНМЦ «ССД»)

ИСПОЛНИТЕЛИ

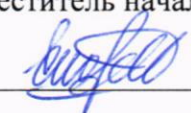
Начальник отдела 006 ФГБУ «ВНИИМС»


_____ В.А. Колобаев

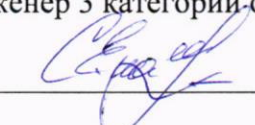
Заместитель начальника отдела 006 ФГБУ «ВНИИМС»


_____ К.В. Матвеев

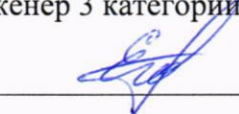
Заместитель начальника отдела 006 ФГБУ «ВНИИМС»


_____ М.И. Еловицкая

Инженер 3 категории отдела 006 ФГБУ «ВНИИМС»


_____ Е. Ю. Скотаренко

Инженер 3 категории отдела 006 ФГБУ «ВНИИМС»


_____ К.Ю. Егоров