

СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ NUCLEAR MATERIAL ACCOUNTING AND CONTROL SYSTEM

Е. Л. Никитин^{1,2}, Е. М. Хаджинов^{1,2}
Е. L. Nikitin^{1,2}, Y. M. Khajynau^{1,2}

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
egor_nikitin_borland_1712@mail.ru, Khajynau@appsys.net

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, Republic of Belarus

В статье произведен сравнительный анализ существующих систем учет и контроля ядерных материалов на объектах ядерного топливного цикла.

The article provides comparative analysis of existing systems for accounting and control of nuclear materials at nuclear fuel cycle facilities.

Ключевые слова: АЭС; ВВЭР; ЗБМ; КТИ. ядерный материал, учет и контроль, МАГАТЭ, автоматизированная система, АЭС, ВВЭР, ЗБМ, КТИ, главный журнал, ОИИК, СНК, МБО.

Keywords: nuclear material, accounting and control, IAEA, automation system, NPP, PWR, MBA, KMP, general ledger, ICR, PIL, MBR.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-217-219>

Учет и контроль ядерных материалов (далее, ЯМ) предполагает работу с огромным количеством документов, которые описывают жизненный цикл ядерного материала, начиная с его появления на заводе и заканчивая утилизацией или захоронением. Количество таких документов может достигать до 200. Работа в ручную с таким большим количеством документов, занимает много времени и велика вероятность ошибок. Используя профильные информационные системы, можно значительно упростить работу по учету и контролю а так же уменьшить вероятность ошибок.

Рассмотрим основные задачи, которые должна решать информационная система учета и контроля ядерных материалов:

1. Управление – информация о ЯМ, является основой для системы управления ЯМ [1];
2. Контроль – информационная система обеспечивает данные для контрольной деятельности [1];
3. Защита – система должна точно и быстро реагировать на изменения состояния ЯМ [1].

Рассмотрим основные типы работ, которые могут производиться на энергоблоке атомной электростанции. К ним относятся:

1. Прием топлива в ХСТ – сюда входят: проведение входного контроля, размещение топлива, подготовка отчетов;
2. Работы на блоке – перегрузки, загрузки блоков;
3. Межблочные перевозки;
4. Вывоз отработанного ядерного топлива (далее ОЯТ);
5. Инвентаризации;
6. Инспекции;

Выделим ключевые особенности работ данных работ, которые выполняют специалисты по учету и контролю ЯМ :

1. Работа с большим количеством информации о топливе: входные характеристики; изменение характеристик топлива во времени.
2. Работа с отчетами для различных организаций (национальный регулятор, МАГАТЭ и др.)
3. Проведение расчетов по сведению баланса материала

Сравнение существующих информационных систем по учету и контролю ЯМ, приведено в следующей таблице:

Таблица 1 – Сравнение характеристик информационных систем учета и контроля

Название	Страна, компания-производитель	Область применения в рамках учета и контроля	Операционная среда	Год создания
CoreMas [1]	США, Лос-Аламосская Национальная лаборатория	Управление движением материалов и их характеристиками; работа с пломбами; создание отчетов национальному регулятору	Windows NT	1997
E/Z MAS [1]	США, Лос-Аламосская Национальная лаборатория	Управление движением материалов и их характеристиками; создание отчетов для национального регулятора	Браузер	1997
LANMAS [1]	США, Лос-Аламосская Национальная лаборатория	Управление движением материалов и их характеристики; отчет национальному регулятору; работа с пломбами;	Windows NT	1996
NUCMAT [2]	Армения	Управление движением топлива и его характеристиками ;используется как оператором, так и национальным регулятором для составления отчетов в МАГАТЭ; поддержка малых количеств и мест вне установки	Браузер	Неизвестно
АС УиК ЯМ АЭС “Бушер”	ЭАС “Бушер”, Иран	Управление движением топлива; создание картограмм и рабочих графиков; расчеты изотопного состава топлива; создание отчетов для МАГАТЭ	Windows NT	2002
ИАС “Топливо”	Россия, ГК Неолант	Учет количеств ЯМ в ЗБМ; учет местонахождения каждой УЕ, на всех этапах использования и их характеристики; работа с пломбами; работа с отчетами национальному регулятору	Windows	2019
Федеральная Информационная Система УиК ЯМ	Россия, Атомбезопасность	Предназначена для учета и контроля ядерных материалов на уровне государства	Неизвестно	Неизвестно
Информационная система УиК ЯМ	Россия, Атомбезопасность	Предназначена для учета и контроля ЯМ на уровне АЭС	Windows	1997
TRACKWORKS	США, Westinghouse Electric Company	Управление инвентаризацией сборок, отслеживание свойств топлива, отчеты национальному регулятору, Предназначены для PWR, BWR	Неизвестно	2010
FAR [3]	Словения, Институт Джозефа Стефана	Управление движением материалов ;создание отчетов для национального регулятора; разрабатывалась для АЭС Крко	DOS, Windows	1997
Nuclear Materials Management and Safeguards System (NMMSS)	США	Программа разрабатывалась специально для национального регулятора с целью работы с ядерным материалом на уровне государства	Неизвестно	Неизвестно
Atomic Keeper [4]	Республика Беларусь, Applied Systems ltd.	Управление движением топлива и их характеристиками; создание отчетов для национального регулятора и МАГАТЭ; работа с малыми количествами	Браузер	2019
АСУК ЯМ на Игналинской АЭС [5]	Россия, ЦНИИАтоминформ	Ведение учета и контроля ядерного материала при его получении, использовании, хранении, транспортировании; контроль материала и его изменение; формирование отчетов для национального регулятора	Windows	1992
SIMRS	Соединенное королевство	Ведение учета и контроля ядерного материала при его получении, использовании, хранении, транспортировании; контроль материала и его изменение; формирование отчетов для национального регулятора и МАГАТЭ	Windows	2020
Euratom Nuclear Material Accountancy System	Европейский союз	Предназначена для работы по учету и контролю ЯМ на уровне ЕС и создания отчетов для регулятора и МАГАТЭ. Поддержка Дополнительного Протокола	Windows	2004

На основании данных из таблицы можно сделать вывод, что существует не так много систем, которые были выпущены после 2000 годов. Это объясняется тем, что каждая АЭС или лаборатория сама разрабатывала свою систему учета и контроля. Это же объясняет и то, что так мало систем, в которых могут работать как предприятия, так и национальный регулятор, как например NUCMAT. Также можно

выделить тенденцию, особенно для ядерных держав (США и Россия, если смотреть по таблице), создание собственных систем, как для уровня объекта, так и для государственного уровня.

Большинство программ позволяют создавать отчеты для государственного регулятора и некоторые для МАГАТЭ, отслеживать перемещение и изменение топлива на блоке.

Не многие программы, Atomic Keeper и ИАС “Топливо”, АС УиК ЯМ АЭС “Бушер”, позволяют создавать картограммы блоков и учет операций, проведенных над учетными единицами.

Однако, т.к. информационные технологии непрерывно развиваются, поддержание работоспособности некоторых старых систем УиК становится все более сложной задачей, а порой и невыполнимой. В частности система FAR, используемая на АЭС Крко, использует старые версии Windows или DOS.

Так же изменяются и ужесточаются требования к информационным системам. Особенно это касается:

1. Защиты чувствительной информации в части хранения и передачи;
2. Обеспечение кибербезопасности в рамках общей атомной безопасности.

Отметим задачи, которые в большинстве не покрыты существующими системами УиК.

Отдельной задачей для учета и контроля является работа с пломбами, контейнерами и стрелками управления. При работе по приемке топлива могут утилизироваться, устанавливаться, десятки пломб, так же пломбы ставятся на активную зону, чехлы, стеллажи. Так же на все это оборудование и действия так же пишутся документы.

Так же, система должна хранить не только историю учетных единиц, но и историю ячеек и оборудования на блоке. Зная актуальную информацию о состоянии ячеек и их историю действий, производимых над ячейками, можно более качественно планировать работу на блоке.

В заключении можно сказать, что большинство существующих информационных систем УиК ЯМ, являются достаточно старыми и зачастую неподдерживаемые. Не многие современные системы полностью позволяют решать все задачи учета и контроля, которые можно решить используя информационные технологии.

Таким образом, актуальной задачей в сфере УиК ЯМ является разработка информационной системы, которая бы полностью позволила автоматизировать процесс работы с топливом на блоке а не только показывать ее перемещение, изменение и подготовку отчетов соответствующим органам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы учета, контроля и физической защиты ядерных материалов / Э.Ф. Крючков [и др.]. – Москва : МИФИ, 2007. – 544 с.

2. NUCMAT [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nucmat.com> (дата обращения: 01.03.2021).

3. FAR [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ijs.si/~slavic/far.html> (дата обращения: 01.03.2021).

4. Atomic Keeper – Automated nuclear material account and control system [Электронный ресурс] : Applied systems. – URL: <http://www.appsys.net/en/products/atomickeeper> (дата обращения: 01.03.2021).

5. Кузнецов, В. Н. Учет и контроль ядерных материалов на Игналинской АЭС [Электронный ресурс] / В. Н. Кузнецов, С. Г. Монахов // Dysnai-2000.– URL: <http://www.dysnai.org/Reports/2000-2004/2000/4.pdf>. (дата обращения: 01.03.2019).

МАЛАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ LOW NUCLEAR POWER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

О. Э. Муратов

O. E. Muratov

*Общественный совет Госкорпорации «Росатом», Москва, Россия
oleg@twell.ru*

Public Council of State Atomic Energy Corporation, Moscow, Russia

Ужесточение природоохранного законодательства требуют создания экологически чистых, стабильных источников энергии, которыми могут стать атомные станции малой мощности. Главными требованиями к реакторам для малых атомных станций являются минимальное воздействие на окружающую среду, повышенная надежность и минимальное обслуживание. Концепция применения реакторных установок для малых станций предусматривает изготовление и испытание энергоблоков в заводских условиях, работу без перегрузки топлива в течение длительного времени и отсутствие на площадке хранения свежего и отработавшего топлива. Атомные станции малой мощности, создаваемые в регионах с децентрализованным энергообеспечением, неразвитыми сетями и на островных территориях, обеспечат помимо производств электроэнергии и неэлектрические применения, такие как опреснение, производство водорода и др.

The tightening of environmental legislation requires the creation of environmentally friendly, stable energy sources, which can become low-power nuclear power plants. The main requirements for reactors for small nuclear