



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-4-94-102>

Оригинальная статья
Original paper

УДК 621.039:004.6

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА

С.Н. СЫТОВА, А.П. ДУНЕЦ, А.Н. КОВАЛЕНКО, С.В. ЧЕРЕПИЦА

*Научно-исследовательское учреждение «Институт ядерных проблем»
Белорусского государственного университета (г. Минск, Республика Беларусь)*

Поступила в редакцию 6 мая 2021

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2021

Аннотация. Дается краткое описание информационной системы учета ядерного материала, разработанной для национального регулятора в области ядерной и радиационной безопасности – Департамента по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор). Информационная система является частью Интеллектуальной информационной системы сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности, разработанной на основе свободного программного обеспечения. Система внедрена в Госатомнадзоре, и в настоящее время в Республике Беларусь весь учет ядерного материала с отчетностью перед МАГАТЭ ведется с ее помощью. Система в полном соответствии с требованиями МАГАТЭ обеспечивает автоматическую генерацию со всеми необходимыми расчетами на основании вводимых данных следующих отчетных документов: отчета о фактически наличном количестве материала; отчета об изменениях инвентарного количества материала; материально-балансового отчета; текстового отчета; главного журнала учета (General Ledger). Все отчеты полностью согласованы между собой. Разработан эффективный механизм импорта и экспорта данных из / в систему по требуемым МАГАТЭ форматам фиксированного и маркированного Кода 10. Все журналы системы, описывающие отчеты, содержат поле «Утвержден МАГАТЭ» (да / нет). При выборе значения «да» они закрываются для редактирования и корректировки. Разработан специальный инструмент внесения корректировок в данные документы в соответствии с правилами МАГАТЭ. Система содержит полностью заполненные справочники (небольшие журналы, на которые ссылаются все основные журналы базы данных) с необходимыми справочными данными в соответствии с типовым Кодом 10. Информационная система удовлетворяет всем требованиям МАГАТЭ для таких систем национальных регуляторов в области учета, контроля и надзора за ядерным материалом, может быть легко переведена на другие языки и адаптирована под нужды учета и контроля ядерного материала в эксплуатирующих организациях.

Ключевые слова: информационная система, базы данных, свободное программное обеспечение, ядерный материал, Код 10.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность начальнику Госатомнадзора О.М. Луговской и первому заместителю начальника Госатомнадзора Л.Ф. Дедулю за многочисленные конструктивные предложения по развитию Интеллектуальной информационной системы сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности.

Для цитирования. Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Черепица С.В. Информационная система учета и контроля ядерного материала. Доклады БГУИР. 2021; 19(4): 94-102.

INFORMATION SYSTEM FOR NUCLEAR MATERIAL ACCOUNTING AND CONTROL

SVETLANA N. SYTOVA, ANDREY P. DUNETS, ANTON N. KAVALENKA,
SIARHEI V. CHARAPITSA

*Research Institution "Institute for Nuclear Problems" of Belarusian State University
(Minsk, Republic of Belarus)*

Submitted 6 May 2021

© Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2021

Abstract. A brief description of information system for nuclear material accounting developed for the national regulator in the field of nuclear and radiation safety - the Department for Nuclear and Radiation Safety of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus (Gosatomnadzor) is given. The information system is a part of the Intellectual information system of a Gosatomnadzor employee to ensure control (supervision) in the field of nuclear and radiation safety. It is developed on the basis of free software. The system has been implemented in Gosatomnadzor and at present in the Republic of Belarus all nuclear material accounting with reporting to the IAEA is carried out with its help. The system, in full compliance with the IAEA requirements, provides automatic generation with all the necessary calculations based on the input data of the following reporting documents: physical inventory listing, inventory change report, material balance report, textual report, General Ledger. All reports are fully consistent each with other. An efficient mechanism has been developed for importing and exporting data from / to the system according to formats of fixed and labelled Code 10 required by the IAEA. All logs of the system describing reports contain a field "IAEA approved" (yes / no). If it set to "yes", they are closed for editing and correction. A special tool has been developed for making adjustments to these documents in accordance with the IAEA rules. The system contains fully completed reference books (small journals referenced by all major journals in the database) with the necessary reference data in accordance with Code 10. The information system meets all the IAEA requirements for such systems of national regulators in the field of accounting, control and supervision of nuclear material. It can be easily translated into other languages and adapted for the needs of accounting and control of nuclear material in operating organizations.

Keywords: information system, databases, free software, nuclear material, Code 10.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Gratitude. The authors are grateful to the Head of Gosatomnadzor O.M. Lugovskaya and the First Deputy Head of Gosatomnadzor L.F. Dedul for numerous constructive proposals for the development of the Intellectual information system of a Gosatomnadzor employee to ensure control (supervision) in the field of nuclear and radiation safety.

For citation. Sytova S.N., Dunets A.P., Kavalenka A.N., Charapitsa S.V. Information system for nuclear material accounting and control. Doklady BGUIR. 2021; 19(4): 94-102.

Введение

Согласно Соглашению INFCIRC/495 от 14 апреля 1995 года между Республикой Беларусь и Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) о применении гарантий в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия в Государственной системе учета и контроля ядерных материалов Республики Беларусь учету и контролю подлежит ядерный материал (ЯМ) массой более 0 грамм плутония, урана (обедненного, обогащенного, природного) и тория. Данные элементы широко используются не только в различных ядерных установках и реакторах эксплуатирующих организаций (ЭО), таких как Белорусская АЭС, ГНУ "ОИЭЯИ – Сосны" НАН Беларуси, но и в небольших количествах в различных приборах медицинской техники, транспортных контейнерах, в составе контрольно-измерительной аппаратуры, радиоизотопных дымовых извещателях и т. д.,

используемых на предприятиях и организациях страны. Такие организации называются организациями с ЯМ малых количеств.

В современном мире учет ЯМ должен вестись с использованием современных информационных технологий. К сожалению, до сих пор зачастую он ведется просто в виде документации, которая набирается силами сотрудников организации в офисных приложениях Microsoft Office, и, как показывает практика, может сохраняться в организации просто в распечатанном на бумаге виде.

В МАГАТЭ разработаны подробные требования по правилам учета и контроля ЯМ, которые содержатся в так называемом типовом Коде 10 (IAEA SG-FM-1172 “Contents, format and structure of reports to the Agency”, IAEA NG-T-6.7 STI/PUB/1494 “Nuclear material accounting handbook”). Полный обзор требований учета и контроля приведен, например, в [1].

Программного обеспечения и информационных систем организации учета и контроля ЯМ национальных регуляторов и ЭО, используемого в мире, достаточно много [2–4]. Зачастую они именуется информационно-аналитическими системами либо автоматизированными информационными системами учета и контроля. В состав любой из этих систем входят операционная система (ОС), система управления базами данных (СУБД), базы данных (БД) и прикладное программное обеспечение. Согласно информации, доступной в открытой печати, в большей части автоматизированных систем учета и контроля ядерных материалов, используемых на предприятиях Росатома, используется программное обеспечение, разработанное под ОС Windows, например, системы Accord-2005 [5].

Согласно требованиям МАГАТЭ, информационная система учета и контроля ядерных материалов ЭО должна обеспечивать информационную поддержку процессов обращения с ЯМ на всех этапах жизненного цикла и предусматривать:

- учет количества ядерных материалов во всех зонах баланса материалов (ЗБМ);
- учет местонахождения каждой учетной единицы (УЕ) на всех этапах ее использования и операций с УЕ, а также оперативный поиск их местонахождения;
- построение и печать картограмм хранилищ;
- автоматизированное построение рабочих графиков перегрузки ядерного топлива;
- составление, регистрация и ведение учетных и отчетных документов;
- предоставление в установленном порядке отчетных документов в регулирующие органы.

Для организаций с ЯМ малых количеств состав функций информационной системы должен содержать меньше опций, обеспечивая учет количества ядерных материалов в организации, учет местонахождения каждой учетной единицы на всех этапах ее использования, а также ведение учетных и отчетных документов, предоставление последних в установленном порядке в регулирующие органы.

На уровне национального ядерного регулятора объем информации также отличается. Он формируется на основании отчетных документов и данных, поступивших от ЭО и организаций с ЯМ малых количеств, обеспечивая ведение учета партий ЯМ по всем ЗБМ страны. Также должна обеспечиваться проверка поступивших отчетных документов, контрольные функции, а также предоставление всех требуемых отчетов в МАГАТЭ.

Программное обеспечение для учета ядерного материала

В 2016–2020 гг. создана Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности (далее – ИИСН ГАН) [6]. Система внедрена в Департаменте по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор). Она разрабатывалась на основе фреймворка eLab [7, 8], являющегося системой клиент-серверной архитектуры, работающей под ОС Windows и Linux, класса лабораторная информационная система с элементами электронного документооборота на основе свободного программного обеспечения: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, сервер баз данных Firebird, сервер приложений PHP. Работа осуществляется через Web-интерфейс в многопользовательском режиме с разделением прав доступа посредством любых браузеров:

Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge и др. На компьютерах пользователей ничего дополнительно не устанавливается. Достаточно наличия стандартного браузера.

Работа пользователей возможна как во внутрикорпоративной сети, так и через Интернет. В последнем случае в системе обеспечен доступ по протоколу HTTPS (англ. HyperText Transfer Protocol Secure), поддерживающем дополнительное шифрование. Также организован удаленный доступ сотрудников к рабочему месту по технологии, позволяющей обеспечить безопасные с использованием средств криптографии сетевые соединения поверх другой сети – Интернета. Это доступ через VPN (англ. *Virtual Private Network* – виртуальная частная сеть).

В рамках фреймворка eLab удачно использованы современные информационные технологии с целью создания удобной, быстрой и надежной системы, легко модифицируемой и адаптируемой под условия проекта.

ИИСН ГАН включает: Модуль № 1 контроля (надзора) за обеспечением безопасности при сооружении и вводе в эксплуатацию Белорусской АЭС, включая контроль (надзор) за оборудованием, системами и элементами энергоблоков № 1, 2 Белорусской АЭС; Модуль № 2 контроля (надзора) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения; Модуль № 3 учета и контроля ЯМ, радиоактивных отходов (РАО) и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В настоящее время с помощью ИИСН ГАН в Республике Беларусь на уровне регулирующего органа ведется весь учет источников ионизирующего излучения, учет ядерного материала с отчетностью перед МАГАТЭ, надзор за строительством БелАЭС.

Основные принципы работы в системе:

1. Заполнить все справочники – небольшие журналы, на которые идут ссылки из основных журналов.
2. Создать запись в редакторе записей основного журнала, заполнить ее и сохранить.
3. При необходимости подгрузить файлы в запись.
4. Заполнить записи во вспомогательных журналах, информация из которых аккумулируется и высвечивается в основном журнале с помощью “view” – «представлений».
5. При наличии дополнительных данных (в файлах типа xlsx Microsoft Office или text10 – для маркированного Кода 10), импортировать их в журнал.
6. Сформировать отчетный документ с помощью доступных шаблонов отчетов.
7. При необходимости сформировать дополнительный шаблон отчета (типа docx или xlsx), создать для него запись и подгрузить его в систему.
8. По мере необходимости экспортировать данные в файлы типа xlsx или text10.

Файл с расширением text10 – текстовый файл, содержащий отчеты в маркированном Коде 10. ИИСН ГАН также поддерживает работу с файлами в форматах LibreOffice под ОС Linux.

Учет ядерного материала с помощью ИИСН ГАН

Целью разработки Модуля № 3 является создание инструмента для эффективного выполнения функций Госатомнадзором в части учета и контроля ЯМ, РАО и ОЯТ для обеспечения быстрого доступа к необходимой информации, упрощения создания, ускорения получения и повышения сохранности информации и данных по контролю (надзору) в области ядерной и радиационной безопасности, создания условий для обмена, накопления и сохранения информации, данных и знаний на уровне, обеспечивающем безопасное, устойчивое и эффективное развитие атомной отрасли Республики Беларусь.

Модуль № 3 обеспечивает информационную поддержку Госатомнадзора для осуществления им функций по учету, контролю и надзору в соответствии с международными обязательствами Республики Беларусь за оборотом и использованием ЯМ, РАО и ОЯТ, лицензированием деятельности в области использования ЯМ, разрешительной деятельностью, учетом ЯМ вне ядерных установок.

Функционирование Модуля № 3 базируется на принятых методах сбора, учета, хранения и анализа информации по наработкам, дефектам, повреждениям, отказам и нарушениям в области ядерной и радиационной безопасности, опирается на существующие

и используемые Госатомнадзором базы данных в области ядерной и радиационной безопасности. Модуль № 3 ИИСН ГАН обеспечивает формирование всей необходимой отчетности на республиканском уровне по требуемым МАГАТЭ формам.

Система содержит справочники со всей необходимой информацией о ЯМ согласно требованиям МАГАТЭ, в том числе справочники «Код элемента», «Характеристики ЯМ», «Код изотопа», «Коды изменения инвентарного количества ЯМ», «Коды описания материала» (физическая форма, химическая форма, способ сохранения, состояние и качество облучения), «Контейнеры для хранения, классифицируемые по объему», «База измерений», «Страны», «Известные ЗБМ», «Типы учетных отчетов».

В Модуле № 3 возможен автоматический импорт готовых отчетов, присланных в Госатомнадзор ЭО (Белорусской АЭС и ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси). Также здесь заложен следующий алгоритм формирования записей в БД по учету ЯМ на основании партий ЯМ.

1. В журнале «Партии ЯМ» (см. рис. 1) следует сформировать на основе данных, пришедших из организаций, записи для каждой партии по следующим полям данных: Код КТИ (ключевой точки измерения); Наименование партии; Организация; Номера устройств; Описание материала; Элемент; Код изотопа; Стоит на учете; Примечания. Поле «Стоит на учете» имеет два значения: да / нет. Значение «нет» выбирается в случае вывода партии из-под гарантий либо ее ликвидации. Значения в поле «Список отчетов» формируются автоматически по упоминаниям партии во всех отчетах ICR, P1L, MBR. Система предупреждает о случайном невыборе одного или нескольких значений в полях «Описание материала» либо «Элемент» специальным сообщением в соответствующей позиции в записи журнала.

2. С целью облегчения отслеживания истории партии создан вспомогательный не редактируемый журнал «Сведения о партиях ЯМ», который содержит следующие поля, формируемые в журнале «Партии ЯМ»: Код КТИ; Наименование партии; Организация; Номера устройств; Описание материала; Элемент; Код изотопа; Стоит на учете; Список отчетов; Примечания.

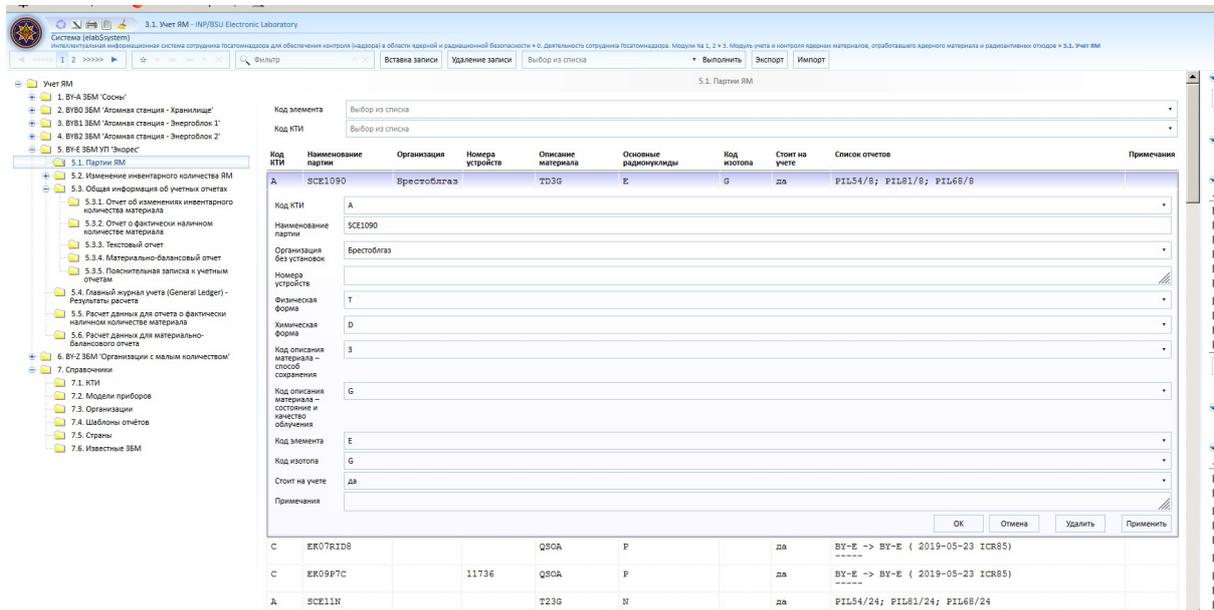


Рис. 1. Копия экрана Модуля № 3: Редактор журнала «Партии ЯМ»

Fig. 1. Screenshot of Module No. 3: Editor of the log “Batches of NM”

3. В журнале «Изменение инвентарного количества ЯМ» формируются данные об изменении инвентарного количества на основе партий по полям, которые, как и выше, полностью соответствуют полям соответствующих отчетов типового Кода 10, здесь, в частности, отчета ICR. Для ускорения ввода данных в редакторе заданы предустановленные значения, которые с вероятностью больше 50 % будут правильными для конкретной записи.

4. В журнале «Отчет об изменениях инвентарного количества материала» формируются данные по требуемым полям отчета ICR. Данный журнал может быть

автоматически сформирован на основании журнала «Изменение инвентарного количества ЯМ», либо данные могут быть импортированы извне из готовых отчетов ЭО, либо заданы с помощью редактора записи.

5. После формирования отчета ICR все данные автоматически попадают в архив – журнал «Данные отчетов об изменении инвентарного количества ЯМ». В дальнейшем эти данные изменению не подлежат – только корректировке в соответствии с процедурами МАГАТЭ.

6. Журнал «Общая информация об учетных отчетах» должен быть заполнен для каждого нового отчета, который создается в системе, со следующими полями: Зона баланса материалов; Тип отчета; Номер отчета; Дата начала; Дата окончания; ФИО составителя; Количество страниц; Дата представления; Пояснительная записка к учетным отчетам; Примечания.

При автоматическом импорте всех типов отчетов в формате фиксированного или маркированного Кода 10 в системе автоматически создаются «шапки» (записи) отчетов в журналах «Общая информация об учетных отчетах». Поле «Утвержден МАГАТЭ» (да/нет) при значении «да» закрывает отчет для редактирования.

7. Записи журнала «Отчеты о фактически наличном количестве материала» формируются на основании данных физической инвентаризации по полям, которые соответствуют полям отчета PИL типового Кода 10.

8. Журнал «Материально-балансовый отчет» содержит все необходимые поля для ввода отчета MBR согласно Коду 10.

9. Журнал «Главный журнал учета (General Ledger) – Результаты расчета» (см. рис. 2) для каждого элемента автоматически рассчитывается на основании данных отчетов ICR, PИL, MBR, выдавая данные в следующие поля: Номер отчета; Номер строки; Дата; Ссылка на документ; Вид изменения инвентарного количества ЯМ; Единицы измерения (кг, г); Элемент; Кол-во УЕ; Прибавления; Уменьшения; Текущее инвентарное количество (баланс); Прибавления изотопа; Уменьшения изотопа; Масса делящегося изотопа (только для урана); Итого: Кол-во УЕ. Последняя строка в журнале содержит итоговые данные.

Сверху над журналом находится селектор (раскрывающийся список), позволяющий отфильтровать данные для конкретного элемента. В случае элементов D, N, P, T, U в колонке «Масса делящегося изотопа (только для урана)» будут стоять нулевые значения, а колонки «Прибавления изотопа», «Уменьшения изотопа» будут пустыми.

10. В системе может быть сформирован текстовый отчет в соответствующем журнале со следующими полями: Номер записи; Зона баланса материалов; Тип ссылки; Отчет, на который идет ссылка; Запись, на которую идет ссылка; Текст (не более 2000 символов латинского алфавита). Также может быть сформирована пояснительная записка (CN – Concise Note) в соответствии с фиксированным Кодом 10, содержащая в каждой строке (записи) не более 67 символов информации.

Номер отчета	Номер строки	Дата	Ссылка на документ	Вид изменения инвентарного количества ЯМ	Единицы измерения (кг, г)	Элемент	Кол-во УЕ	Прибавления	Уменьшения	Текущее инвентарное количество (баланс)	Прибавления изотопа	Уменьшения изотопа	Масса делящегося изотопа (только для урана)	Итого: Кол-во УЕ
-2000	1	170322	PIL		kg	D	168			4362.480			0.000	168
-2000	2	170328	ICR 57	RD	kg	D	1	14.000		4376.480			0.000	169
-2000	3	170525	ICR 58	RD	kg	D	2	6.000		4382.480			0.000	171
-2000	4	170526	ICR 58	RD	kg	D	1	14.000		4396.480			0.000	172
-2000	5	170526	ICR 58	RD	kg	D	1	391.560		4788.040			0.000	173

Рис. 2. Копия экрана Модуля № 3: «Главный журнал учета (General Ledger) – Результаты расчета»
Fig. 2. Screenshot Module No. 3: “General Ledger – Calculation Results”

Предварительный расчет данных для отчета о фактически наличном количестве материала может быть проведен по журналу «Расчет данных для отчета о фактически наличном количестве материала», в котором автоматически на основании данных отчета ICR формируются данные на текущую дату. Предварительный расчет данных может быть проведен по журналу «Расчет данных для материально-балансового отчета». Исходными данными являются, по крайней мере, два отчета PИL и несколько промежуточных отчетов ICR.

В системе реализован процесс корректировки записи в соответствии с правилами МАГАТЭ. Запись, на которую повлияет корректировка, выделяется на экране жирным шрифтом.

Журнал «Оперативный журнал. ЯМ в организации» обеспечивает возможность определения в любой момент времени наличного количества ЯМ в местах их нахождения, включая ЯМ, выведенные из-под гарантий. Также в журнале «Партии ЯМ, выведенные из-под гарантий МАГАТЭ» дополнительно выводятся для каждой организации партии, выведенные из-под гарантий.

Сверху над большей частью журналов находятся селекторы – раскрывающиеся списки, в которых для удобства пользователей, в том числе для уменьшения объема данных, выводимых на экран, следует выбирать необходимые параметры. Для удобства работы во всех раскрывающихся списках предлагаются к выбору только отчеты, относящиеся к данной ЗБМ.

В системе создан «Журнал изменений БД», в который помещаются все изменения, произведенные пользователем, в журналах «Общая информация об учетных отчетах», «Материально-балансовый отчет», «Отчет о фактически наличном количестве материала», «Отчет об изменениях инвентарного количества материала», «Текстовый отчет».

Импорт со специальной настройкой набора данных обеспечивается специальными командами в системных файлах типа ini. Такой режим импорта требуется при дополнительной обработке данных из ячеек Excel или файла формата маркированного Кода 10 с расширением .text10. Способ обработки импортируемых данных позволяет разделить одну ячейку электронных таблиц в несколько полей БД, а также позволяет сверить вводимые значения со справочными. При отсутствии результата поиска в справочниках в данное поле вставляется пустое значение. Именно поэтому перед импортом необходимо аккуратно заполнить все справочники, включая, например, список стран и известные ЗБМ.

Шаблоны отчетов сформированы разработчиками и содержат все необходимые шаблоны отчетов для их генерации по типовому Коду 10 (фиксированному и маркированному). Пользователь может внести в данный раздел дополнительные шаблоны, принципы разработки которых описаны в Общем руководстве пользователя ИИСН ГАН. Шаблоны отчетов доступны для выбора и генерации с помощью кнопки «Выполнить», расположенной в правом верхнем углу экрана.

Результат вывода отчета ICR в файл маркированного Кода 10 (тип файла – text10) приведен на рис. 3.

```
001:OI/BY;2#002:1/4#003:20190409#006:BELKOV, BB#010:1#015:20190201/20190301#207:BYB-#307:BYB0#309:N# 370:Z#  
372:BY/BYB0#407:1#411:RF#412:20190205#430:B/V/2/F#446:N4372 15459#469:N#470:1# 630:469940.000G# 670:20490.000G#  
001:OI/BY;2#002:2/4#003:20190409#006:BELKOV, BB#010:1#015:20190201/20190301#207:BYB-#307:BYB0#309:N# 370:Z#  
372:BY/BYB0#407:1#411:RF#412:20190205#430:B/V/2/F#446:N4372 15462#469:N#470:1#630:470211.000G# 670:20502.300G#  
001:OI/BY;2#002:3/4#003:20190409#006:BELKOV, BB#010:1#015:20190201/20190301#207:BYB-#307:BYB0#309:N# 370:Z#  
372:BY/BYB0#407:1#411:RF#412:20190205#430:B/Q/2/F#446:N2400 15361#469:N#470:1#630:469160.000G# 670:11277.600G#  
001:OI/BY;2#002:4/4#003:20190409#006:BELKOV, BB#010:1#015:20190201/20190301#207:BYB-#307:BYB0#309:N# 370:Z#  
372:BY/BYB0#407:1#411:RF#412:20190205#430:B/Q/2/F#446:N2400 15362#469:N#470:1#630:469068.000G#  
670:11275.500G#
```

Рис. 3. Сгенерированный отчет ICR в маркированном Коде 10

Fig. 3. Generated ICR in labeled Code 10

Следует отметить, что метки с пустыми значениями не выводятся. Поэтому следует внимательно отнестись к заполнению общей информации об отчетах. Если, например, в общей информации о соответствующем отчете (его шапке) не будет задано ФИО составителя, то в сгенерированном отчете в маркированном Коде 10 метка 006, описывающая это ФИО, будет отсутствовать.

Заключение

Модуль № 3 ИИСН ГАН полностью реализует все требуемые МАГАТЭ функции учета и контроля ЯМ на уровне регулирующего органа. Система позволяет автоматически перекодировать все типы отчетов из формата фиксированного Кода 10 в формат маркированного Кода 10 и наоборот. Обеспечено ведение учета ЯМ на основании информации

о партиях ЯМ с полными автоматическими расчетами, а также перепроверка с необходимыми вычислениями поступивших отчетных документов эксплуатирующих организаций.

Поскольку фреймворк eLab является легко адаптируемой настраиваемой под нужды пользователя информационной системой, то ИИСН ГАН может быть легко настроена для обеспечения учета ЯМ в эксплуатирующей организации и организации с ЯМ малых количеств, а также переведена на другие языки.

Список литературы

1. Stoiber C., Baer A., Pelzer N., Tonhauser W. *Handbook on nuclear law*. Vienna: IAEA; 2003.
2. Siegel J., Steinbruner J., Gallagher N. *Comprehensive nuclear material accounting. A proposal to reduce global nuclear risk*. Maryland: University of Maryland; 2014.
3. Shugart N., Johnson B., King J., Newman A. Optimizing Nuclear Material Accounting and Measurement Systems. *Nuclear Technology*. 2018,204(3):1-23. DOI:10.1080/00295450.2018.1478056.
4. Mohammedi B., Saadi S., Ail-Mohamed S. SARS: Safeguards Accounting and Reporting Software. *J. Appl. Sci.* 2008;8:1435-1443.
5. Анищенко А.А., Иванов К.В. Разграничение доступа в автоматизированных системах учета и контроля ядерных материалов. *ВАНТ. Серия Математическое моделирование физических процессов*. 2008;2:66-70.
6. Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Сидорович Т.П., Черепица С.В. Белорусское программное обеспечение для автоматизации процессов контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности. *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. 2017;1(3):260-270.
7. Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Сидорович Т.П., Черепица С.В. Информационная система eLab для аккредитованных испытательных лабораторий. *Информатика*. 2017;55:49-61.
8. Sytova S. Information tool for multifarious scientific and practical research. *Springer Proceedings in Physics*. 2019;227:281-292.

References

1. Stoiber C., Baer A., Pelzer N., Tonhauser W. *Handbook on nuclear law*. Vienna: IAEA; 2003.
2. Siegel J., Steinbruner J., Gallagher N. *Comprehensive nuclear material accounting. A proposal to reduce global nuclear risk*. Maryland: University of Maryland; 2014.
3. Shugart N., Johnson B., King J., Newman A. Optimizing Nuclear Material Accounting and Measurement Systems. *Nuclear Technology*. 2018,204(3):1-23. DOI:10.1080/00295450.2018.1478056.
4. Mohammedi B., Saadi S., Ail-Mohamed S. SARS: Safeguards Accounting and Reporting Software. *J. Appl. Sci.* 2008;8:1435-1443.
5. Anischenko A.A., Ivanov K.V. [Differentiation of access in automated systems for accounting and control of nuclear materials]. *VANT. Seriya Matematicheskoe modelirovanie fizicheskikh processov = VANT. Series "Mathematical Modeling of Physical Processes"*. 2008;2:66-70. (In Russ.)
6. Sytova S.N., Dunets A.P., Kovalenko A.N., Mazanik A.L., Sidorovich T.P., Charapitsa S.V. [Belarusian software for automation of processes of control (supervision) in the field of nuclear and radiation safety]. *Vestnik Universiteta grazhdanskoy zaschityi MChS Belarusi = Journal of Civil Protection*. 2017;1(3):260-270. (In Russ.)
7. Sytova S.N., Dunets A.P., Kovalenko A.N., Mazanik A.L., Sidorovich T.P., Charapitsa S.V. [Information system eLab for accredited testing laboratories]. *Informatika = Informatics*. 2017;55:49-61. (In Russ.)
8. Sytova S. Information tool for multifarious scientific and practical research. *Springer Proceedings in Physics*. 2019;227:281-292.

Вклад авторов

Сытова С.Н. осуществила постановку задачи, разработала структуру журналов системы, проводила отладку и тестирование ПО, подготовила рукопись статьи.

Дунец А.П. реализовал механизм автоматической генерации отчетных документов со всеми необходимыми расчетами на основании вводимых данных, разработал большую часть журналов ИИСН ГАН.

Коваленко А.Н. разработал большую часть журналов ИИСН ГАН, осуществляет системное администрирование ИИСН ГАН.

Черепица С.В. является инициатором создания фреймворка eLab, участвовал в разработке технического задания, документации, тестировал ПО.

Authors' contribution

Sytova S.N. set the general formulation of the problem, developed the database log structure, tested software, prepared the manuscript.

Dunets A.P. implemented the mechanism of automatic generation of reporting documents with all necessary calculations based on input data, developed most of the database logs.

Kovalenka A.N. developed most of the database logs, carries out system administration.

Charapitsa S.V. initiated the creation of framework eLab, participated in development of technical specifications, tested software.

Сведения об авторах

Сытова С.Н., к.ф.-м.н., заведующий лабораторией аналитических исследований НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета.

Дунец А.П., старший научный сотрудник лаборатории аналитических исследований НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета.

Коваленко А.Н., старший научный сотрудник лаборатории аналитических исследований НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета.

Черепица С.В., к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории аналитических исследований НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета.

Адрес для корреспонденции

220006, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Бобруйская, 11,
Институт ядерных проблем Белорусского
государственного университета;
тел. +375-17-242-47-39;
e-mail: sytova@inp.bsu.by
Сытова Светлана Николаевна

Information about the authors

Sytova S.N., PhD., Head of the Laboratory of Analytical Research of the Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University.

Dunets A.P., Senior Researcher at the Laboratory of Analytical Research of the Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University.

Kavalenka A.N., Senior Researcher at the Laboratory of Analytical Research of the Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University.

Charapitsa S.V., Leading Researcher at the Laboratory of Analytical Research of the Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University.

Address for correspondence

220006, Republic of Belarus,
Minsk, Bobruiskaya str., 11,
Institute for Nuclear Problems
of Belarusian State University;
tel. +375-17-242-47-39;
e-mail: sytova@inp.bsu.by
Sytova Svetlana Nikolaevna