

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

**С.Н. Сытова, В.В. Гавриловец, А.П. Дунец,
А.Н. Коваленко, С.В. Черепица**

*Институт ядерных проблем Белгосуниверситета,
ул. Бобруйская 11, 220006, г. Минск, Беларусь, sytova@inp.bsu.by*

Рассмотрены цели, задачи и алгоритмы, лежащие в основе создания информационной системы учета источников ионизирующего излучения, ядерных материалов и радиоактивных отходов для предприятий и организаций Республики Беларусь.

Ключевые слова: Свободное программное обеспечение; источники ионизирующего излучения; ядерные материалы; система учета; информационная система.

INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING OF SOURCES OF IONIZING RADIATION, NUCLEAR MATERIAL AND RADIOACTIVE WASTE

**S.N. Sytova, V.V. Haurilavets, A.P. Dunets,
A.N. Kavalenka, S.V. Charapitsa**

*Institute for Nuclear Problems, Belarusian State University,
st. Bobruiskaya 11, 220006, Minsk, Belarus, sytova@inp.bsu.by*

The goals, tasks and algorithms underlying the creation of an information system for accounting for sources of ionizing radiation, nuclear material and radioactive waste for enterprises and organizations of the Republic of Belarus are considered.

Keywords: Free software; sources of ionizing radiation; nuclear materials; accounting system; information system.

Введение

Для эффективной реализации функций регулятора в области ядерной и радиационной безопасности, которым является Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор), в 2016–2020 гг. разработана и внедрена Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности на основе фреймворка eLab [1]. Эта система

(ИИСН ГАН или eLab-Control) разработана в рамках задания 1-02 ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» и содержит Модуль №1 контроля (надзора) за обеспечением безопасности при сооружении, вводе в эксплуатацию и эксплуатации Белорусской АЭС, Модуль №2 по контролю (надзору) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения, Модуль №3 учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных отходов [2]. Эксплуатация ИИСН ГАН подтвердила корректность функционирования внедренного программного продукта, его устойчивость и надежность в работе.

Данная статья посвящена обзору проводимых работ по созданию на базе системы eLab-Control информационной системы учета источников ионизирующего излучения (ИИИ), ядерных материалов (ЯМ), а также радиоактивных отходов (РАО) для внедрения на предприятиях и в организациях Республики Беларусь. Такая система должна обеспечить ведение учета ИИИ, ЯМ и РАО в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь и Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) с возможностью автоматизированной передачи данных по учету ИИИ, ЯМ и РАО в информационную систему Госатомнадзора.

1. Основания для создания системы

Согласно Соглашению от 14 апреля 1995 года между Республикой Беларусь и МАГАТЭ о применении гарантий в связи с договором о нераспространении ядерного оружия (INFCIRC/495), в государственной системе учета и контроля ЯМ Республики Беларусь учету и контролю подлежит ядерный материал 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, институт "ОИЭЯИ – Сосны" НАН Беларуси, но и в небольших количествах в различных приборах медицинской техники, транспортных контейнерах, в составе контрольно-измерительной аппаратуры, радиоизотопных дымовых извещателей и т.д. В Республике Беларусь организаций, работающих с таким оборудованием, достаточно много.

Что касается пользователей ИИИ в Республике Беларусь, то число таких предприятий и организаций составляет порядка двух с половиной тысяч. Общее число различных ИИИ (закрытых, открытых), генерирующего ИИИ и содержащего обедненный уран оборудования равно нескольким десяткам тысяч. Используемые ИИИ и ЯМ с течением времени автоматически переходят в категорию РАО, которые с

соблюдением прописанных в нормативных документах процедур должны быть переданы на захоронение.

Причем нужно понимать, что организации-пользователи могут кардинально отличаться друг от друга – иметь в своем распоряжении от нескольких штук до сотен и тысяч источников, находящихся в эксплуатации как годами, так и передаваемых на баланс других организаций почти ежедневно (в случае их производства). Также следует помнить о различной потенциальной опасности ИИИ, что влияет на ведение их учета.

На уровне эксплуатирующих организаций и организаций с ЯМ малых количеств, организаций-пользователей ИИИ в Республике Беларусь программное обеспечение (ПО) по учету ИИИ, ЯМ, РАО даже в одной организации представляет собой разрозненные, не связанные между собой программные продукты, разработанные в разное время разными производителями на разных платформах. Зачастую – это просто документация, появляющаяся в процессе работы, которая набирается силами сотрудников организации в офисных приложениях Microsoft Office, и, как показывает практика, которая может сохраняться в организации просто в распечатанном на бумаге виде.

Программное обеспечение по учету для ЭО отличается от ПО для других организаций и от ПО национального ядерного регулятора – Госатомнадзора – обязательным наличием в своем составе лабораторной информационной системы. ПО регулятора ее не содержит, но включает большие блоки, реализующие контролирующие функции в области ядерной и радиационной безопасности.

Набор необходимых журналов по учету на уровне предприятий и организаций и на уровне Госатомнадзора отличается. Все такие организации в требуемые сроки должны представлять в Госатомнадзор необходимую информацию на бумажных носителях. Далее сотрудники Госатомнадзора вводят полученные на бумажных носителях данные в свою информационную систему. Очевидна необходимость автоматизации данного процесса, когда организации присылают необходимые данные в формате, пригодном для автоматического импорта в ИИСН ГАН.

Унификация и использование одного программного продукта для ведения учета ИИИ и ЯМ в большом количестве организаций позволяет автоматизировать процесс подачи данных этих организаций в Госатомнадзор, что увеличивает прослеживаемость и достоверность данных, а также снижает вероятность аномалий (обнаруженных недостатков) материалов, ошибок в учетных и отчетных документах,

повреждений, нарушений порядка производства, использования и т.д.) в учете ИИИ, РАО, ЯМ и повышает контроль за ними.

2. Требования к ПО

Создаваемое ПО должно базироваться на современных компьютерных технологиях и оригинальном белорусском программном обеспечении на основе свободного программного обеспечения (СПО). Достоинства СПО и недостатки проприетарного ПО применительно к задачам разработки учета источников ионизирующего излучения, ядерного материала и радиоактивных отходов для предприятий и организаций Республики Беларусь рассматриваются авторами в [1, 2]. Использование СПО снимает множество формальных и технических препятствий для сертификации создаваемой информационной системы.

Фреймворк eLab, на основе которого создана ИИСН ГАН (eLab-Control) [1], – это система клиент-серверной архитектуры, работающая под управлением операционных систем Windows и Linux на основе СПО: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, сервер баз данных Firebird, сервер приложений PHP. Работа в системе осуществляется через Web-интерфейс в многопользовательском режиме с разделением прав доступа посредством стандартных браузеров: Mozilla Firefox, Google Chrome и др.

В свое время выбор оригинальной белорусской разработки для создания такой сложной системы как ИИСН ГАН был обоснован необходимостью и возможностью строгого контроля над отечественными разработчиками, в случае необходимости оперативной доработки и дальнейшего развития ПО в соответствии с запросами и потребностями национального регулятора в области ядерной и радиационной безопасности. Понятно, что такой сложный программный продукт, как фреймворк eLab, должен постоянно активно развиваться в соответствии с мировыми тенденциями в области информационных технологий.

Система по учету ИИИ и РАО, передаваемых на захоронение после использования ИИИ и ЯМ, содержит информацию, которая определена в Законе Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-3 «О радиационной безопасности», Указе Президента Республики Беларусь 5 апреля 2021 г. № 137 «О регулировании деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения», Постановлениях Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 19 октября 2020 г. № 42 «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности», от 21 сентября 2021 г. № 64 «О требованиях к составу и содержанию документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной

безопасности», от 13 апреля 2020 г. № 16 «Об учете и контроле источников ионизирующего излучения» и других документах.

3. Реализованные алгоритмы

Для эффективной реализации создаваемой Информационной системы учета ИИИ, ЯМ, РАО для предприятий и организаций Республики Беларусь в рамках фреймворка eLab разработаны алгоритмы формирования записи произвольного формата в базе данных в СУБД Firebird с использованием инструмента «дерево» и инструмента «атрибуты». Они позволяют осуществить импорт данных в ИИСН ГАН с предприятия. Разработаны и реализованы алгоритмы повышения производительности ядра системы с использованием библиотеки jQuery. Для обеспечения максимально быстрой обработки данных на стороне клиента (в контексте браузера) разработаны алгоритмы на основе библиотеки Tabulator. Разработаны новые элементы интерфейса информационной системы, например, кнопка «Дублировать», оптимизирована работа с инструментом «Дерево». Создан прототип информационной системы на примере данных по радиоактивным отходам (РАО) УП «Экорес».

Структура журналов и справочников для БД по ИИИ и РАО соответствует Постановлению Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 16 от 13 апреля 2020 г.

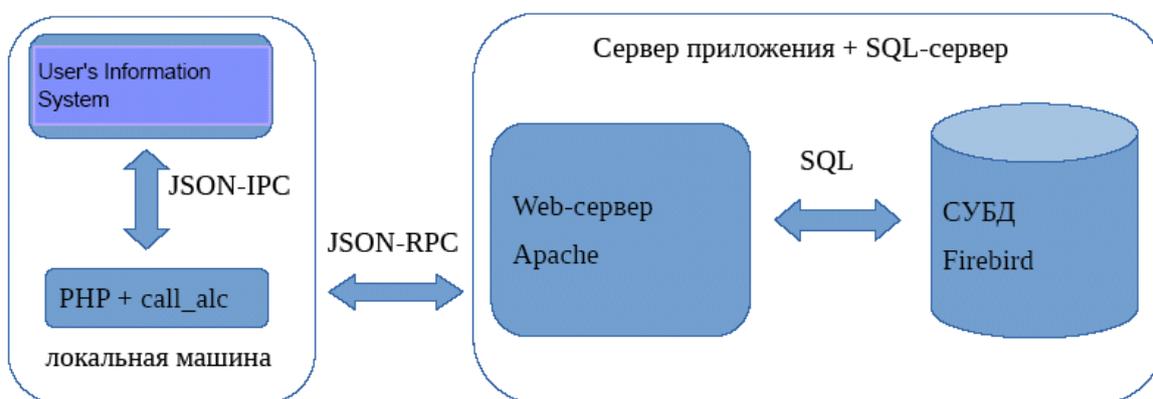


Рисунок – Общая схема взаимодействия в рамках сценария передачи данных

Также разработаны алгоритмы использования единого прикладного протокола JSON-RPC в рамках создаваемой информационной системы учета для облегчения подключения и взаимодействия существующих пользовательских информационных систем (возможно, систем обработки данных), которые используются на разных этапах учета ИИИ и РАО, с

создаваемой системой, которая являясь веб-системой, использует протокол JSON-RPC (Remote procedure call) для взаимодействия пользовательской части веб-приложения (frontend) с серверной частью (backend). На рисунке приведена общая схема взаимодействия в рамках разработанного сценария передачи данных из пользовательской информационной системы с использованием протокола JSON-IPC (Inter-process communication) в создаваемую систему, работающую на Web-сервере Apache и СУБД Firebird.

Заключение

Развитие фреймворка eLab показало, что он может быть использована для решения разнообразных задач из разных сфер деятельности и различных отраслей знаний. Эффективно организованный учет ЯМ, ИИИ, РАО способствует обеспечению безопасности и минимизации чрезвычайных ситуаций и аварий (аномалий) с данными материалами. Также он гарантирует надежность и достоверность цифровой информации по ЯМ, ИИИ, РАО. Унификация ведения учета и создание системы учета в области ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь, состоящей из программного обеспечения национального регулятора и программного обеспечения по учету ИИИ, ЯМ и РАО на уровне организации-пользователя ИИИ и организации с ЯМ малых количеств, а в перспективе и эксплуатирующих организаций, будет способствовать повышению эффективности государственного управления.

Работа выполняется в рамках задания 1.8.2. подпрограммы «Цифровые технологии и космическая информатика» государственной программы научных исследований «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства» на 2021-2025 годы.

Библиографические ссылки

1. Sytova S. Information tool for multifarious scientific and practical research // Engineering of Scintillation Materials and Radiation Technologies. Springer Proceedings in Physics. 2019. № 227. P. 281–292. DOI: 10.1007/978-3-030-21970-3.
2. Sytova S., Charapitsa S., Dunets A., Kavalenka A. Belarusian software for nuclear material accounting at the level of regulatory body // Nuclear Physics and Atomic Energy. 2021. № 22(4). P. 400–408. DOI: 10.15407/jnpae2021.04.400.