

УДК 004.65:004.75:004.5:004.91

БЕЛОРУССКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сытова С.Н., Дунец А.П., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л.,
Сидорович Т.П., Черепица С.В.

Представлено описание системы eLab, на основе которой разрабатывается Интеллектуальная информационная система (ИИС) сотрудника Госатомнадзора Республики Беларусь для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности с модулями. ИИС на основе свободного программного обеспечения предназначена для автоматизации работы в части 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 и контроль (надзор) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения, с возможностью при необходимости последующей модернизации программного комплекса. Рассмотрена архитектура системы, структура компьютерной сети и структура программного обеспечения. Приведено описание алгоритма повышения функциональности системы с использованием блочной модели баз данных и функции частей программного обеспечения системы. Представлен алгоритм работы системы в общем виде.

Ключевые слова: Информационная система, свободное программное обеспечение, базы данных.

(Поступила в редакцию 11 июля 2017 г.)

Введение. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) проводит тщательный контроль за радиационной безопасностью ядерного материала, источников ионизирующего излучения, радиоактивных отходов и отработавшего ядерного материала. В настоящее время источники ионизирующего излучения исчисляются сотнями и тысячами на промышленных и горнодобывающих предприятиях, учреждениях медицины и т. д. Строительство Белорусской АЭС требует особого контроля за безопасностью при вводе ее в эксплуатацию, а также на протяжении всего ее жизненного цикла. Нормативная база РБ в области контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности достаточно полно охватывает все стороны такой безопасности и соответствует всем международным нормам. Понятно, что программное обеспечение (ПО), которое используется при контроле и надзоре в области ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь, должно учитывать и основываться на этой нормативной базе.

Свободное ПО – программные продукты, пользователи которых обладают четырьмя основными свободами: они получают право использовать программу в любых, не запрещенных законом целях, изучать ее, устанавливать, запускать, а также изменять ее. Хорошо известно, что проприетарное коммерческое ПО не является «доверенным», то есть может содержать скрытые (незадекларированные) возможности. К доверенному системному обеспечению относят программные продукты на основе СПО, для которых доступны исходные коды, например, операционная система Debian GNU/Linux, Web-сервер Apache, сервер баз данных Firebird и др. СПО имеет ряд преимуществ перед проприетарным (коммерческим) ПО: СПО легко адаптируется и более безопасно. Использование СПО позволяет легко учесть национальные интересы и специфику. Его использование облегчает процессы обеспечения и верификации безопасности разрабатываемых программных продуктов, позволяет проводить полноценные процедуры сертификации, поскольку его исходные коды, техническая документация, протоколы и стандарты взаимодействия доступны пользователям и органам сертификации. Переход на СПО и ограничение на использование лицензионного коммерческого проприетарного программного и системного обеспечения (Oracle, IBM, Microsoft, VMware, Symantec и др.), разработка программных систем, работающих не только под операционной системой Windows, но и под различными версиями Linux в настоящее время является общемировым трендом. Кроме того, в Республике Беларусь, уделяется большое внимание безопасности информационных систем, в частности, приняты Указы Президента Республики Беларусь, распоряжения Премьер-министра, по-

становления Министерства связи и информатизации Республики Беларусь в области информатизации. Использование СПО является одним из реальных способов повысить степень защиты информации и реализовать необходимые меры по совершенствованию защиты информации.

В современном мире электронный документооборот – это неотъемлемый сервис по работе с документами, представленными в электронном виде, реализующий принципы «безбумажного делопроизводства». Предлагаемые на рынке универсальные «коробочные» системы электронного документооборота (СЭД) предполагают стандартный набор функций, невозможность полного соответствия потребностям конкретной организации, относительно низкую стоимость. Индивидуально разрабатываемые СЭД – максимально персонализированные системы с большими временными затратами на разработку и ее высокой стоимостью. Наиболее распространенные российские и белорусские СЭД – 1С: Документооборот 8, DocsVision, Directum, «Делопроизводство», «Обращения граждан», «РЕКОРД»™, СЭД RS-Doc и FlowDoc и др. Только 1С:Документооборот, «Доцера» и «Канцлер» позволяют работать под операционной системой Linux с использованием, однако, MS SQL Server, IBM DB2, Oracle MySQL.

Назначением ЛИС (лабораторная информационная система) или LIMS (сокр. от англ. Laboratory Information Management System) является получение достоверной информации по результатам испытаний в полном соответствии с ИСО/МЭК 17025-2007 «Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий» и оптимизации управления этой информацией с целью ее использования для принятия корректных своевременных управленческих решений. Работа по внедрению ЛИС очень трудоемкая, причем не только со стороны поставщика системы, но и со стороны заказчика. Одним из мировых лидеров по разработке ЛИС является американская STARLIMS Corp. Рынок ЛИС и СЭД в последние годы является одним из самых динамично развивающихся сегментов отечественной ИТ-индустрии. Отметим, однако, что таких программных продуктов, сочетающих черты ЛИС и СЭД на основе свободного ПО и доверенного системного обеспечения, практически нет.

В качестве примера крупной специализированной ЛИС с элементами СЭД можно привести программное обеспечение Информационной Системы Регулирующего Органа RAIS 3.4 Web, доступное на сайте МАГАТЭ с июля 2016 г. [1]. Данное ПО работает в более чем 70 странах мира. Однако, оно не лишено недостатков. Система разворачивается только на Windows с определенными версиями SQL Server и IIS, .NET. Перевод пользовательского интерфейса на русский язык не закончен. Справочники БД (базы данных), список видов деятельности имеются только на английском. Список производителей и список типов оборудования не включает производителей ТС. Существует возможность расширения БД (добавления полей и запросов), требующая от администратора системы углубленного знания MSSQL.

В Российской Федерации используется «Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов», разработанная Госкорпорацией «РОСАТОМ». Программа рассчитана на функционирование на персональных ЭВМ под управлением ОС Windows 9x, ME, 2000, NT, XP либо Windows Vista с базами данных MS Access. Программа обеспечивает ввод и редактирование данных, контроль правильности введенной информации, формирование и печать отчетных форм и примечаний к ним (в соответствии с законодательством РФ), формирование файла для передачи данных средствами электронной почты или на магнитных носителях в центры системы государственного учета и контроля радиоактивных веществ и отходов. В соответствии с лицензией на ПО, данная программа не может быть переработана под законодательство Республики Беларусь.

Ни один из рассмотренных выше программных продуктов, свободным ПО не является.

Система eLab. Рассмотрим белорусскую разработку на основе свободного программного обеспечения – систему eLab, являющуюся лабораторной информационной системой с элементами электронного документооборота. Первоначально ее целью являлось использование для автоматизации систем учета и контроля разнообразной направленности в Вооруженных Силах Республики Беларусь. С 2012 г. «Электронная система контроля качества и управления запасами горючих и смазочных материалов E-lab ГСМ» стоит на боевом дежурстве в 202 Химмотологическом центре горючего для контроля качества и учета ГСМ Вооруженных Сил Республики Беларусь (см. Рис. 1 и [2–4]). В 2013 г. она внедрена в белорусском отделении российской компании ГазПромНефть.

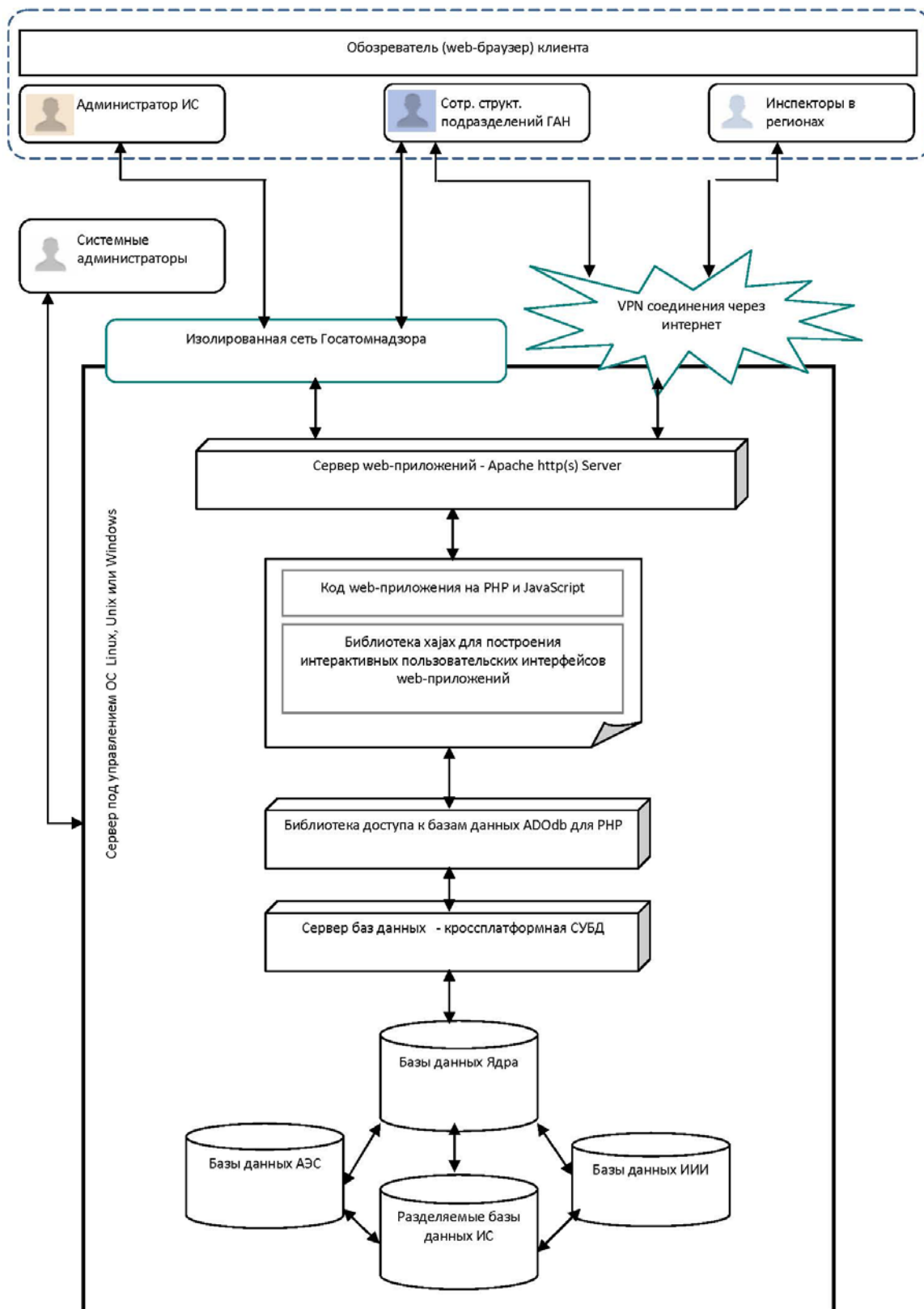


Рисунок 1. – Архитектура ИИС

Система (фреймворк) eLab представляет собой каркас программной системы, несущий в себе гнезда, в которых размещаются сменные модули (или точки расширения). Это электронная система клиент-серверной архитектуры на основе свободного программного обеспечения: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, сервер баз данных Firebird с использованием сервера приложений PHP. Система работает под управлением операционных си-

стем Windows и Linux. Работа осуществляется через Web-интерфейс в многопользовательском режиме с разделением прав доступа посредством широко распространенных браузеров: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera и др. Укажем отличительные особенности фреймворка eLab: разделение баз данных на системную базу данных и пользовательские базы данных, сохранение текущих состояний пользовательского интерфейса, работа в реальном режиме времени с открытием страниц с данными менее чем за полсекунды при работе во внутренней (корпоративной) сети, а также настраиваемый пользовательский интерфейс и сохранение его текущих состояний, разделение полномочий пользователя, быстрая удобная система сортировки, фильтрации и поиска данных, автоматическое обновление и отображение текущего состояния выборки. Все это обеспечивает исключение человеческого фактора и связанных с ним ошибок при формировании регистрационных записей в журналах и выходных документах.

Отметим, что в рамках одного установленного экземпляра продукта можно поддерживать одновременно документооборот многих лабораторий и организаций, причем разного профиля, а также возможность расширять функциональность системы.

1) настраиваемый пользовательский интерфейс и сохранение его текущих состояний;

2) разделение полномочий пользователя;

3) быстрая удобная система сортировки, фильтрации и поиска данных;

4) автоматическое обновление и отображение текущего состояния выборки;

5) исключение человеческого фактора и связанных с ним ошибок при формировании регистрационных записей в журналах и выходных документах.

В дальнейшем развитие системы eLab, а именно создание системы управления контентом учебно-научного портала eLab-Science проводилось в рамках выполнения задания 1.35 ГПНИ «Информатика и космос, научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций» (2014–2015). В настоящее время работа продолжается в рамках задания 3.1.15 подпрограммы «Атомная энергетика и ядерно-физические технологии» ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии» (2016–2018) В 2014 г. был разработан прототип программного обеспечения учета и контроля источников ионизирующего излучения – eLab-Atom [5–6]. В 2015 г. на основе фреймворка eLab-Science создан электронный портал ядерных знаний учреждений образования Республики Беларусь BelNET (*Belarusian Nuclear Education and Training Portal*), расположенный в интернете по адресу: <https://belnet.bsu.by> [7].

На основе системы eLab разрабатывается Интеллектуальная информационная система (ИИС) сотрудника Госатомнадзора Республики Беларусь для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности в рамках задания 1-02 ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» (2016–2020). Система предназначена для автоматизации работы сотрудников Госатомнадзора в части 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 и контроль (надзор) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения, с возможностью последующей модернизации программного комплекса при необходимости.

Целью разработки ИИС является создание инструмента для эффективного выполнения функций Госатомнадзором в части контроля (надзора) за обеспечением безопасности при сооружении и вводе в эксплуатацию Белорусской АЭС и радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения. При этом решаются следующие задачи: обеспечение быстрого доступа к необходимой информации, упрощение создания, ускорение получения и повышение сохранности информации и данных по контролю (надзору) в области ядерной и радиационной безопасности, создание условий для обмена, накопления и сохранения информации, данных и знаний на уровне, обеспечивающем безопасное, устойчивое и эффективное развитие атомной отрасли Республики Беларусь.

Архитектура ИИС приводится на рисунке 1. Особенностью этой архитектуры является работа в закрытой корпоративной сети (интранет) и связь с сотрудниками Госатомнадзора в регионах, осуществляемая исключительно по VPN.

Методы и алгоритмы работы ИИС. Система eLab за годы своего существования продемонстрировала устойчивую бесперебойную работу, однако, очевидно, что должно быть выполнено существенное расширение, углубление и адаптация функциональности

системы eLab под нужды проекта по разработке ИИС. Дадим описание основных методов и алгоритмов, разработанных при разработке системы.

Повышение функциональности информационной системы (ИС) напрямую связано с использованием блочной модели [8]. В этой модели БД ИС организации представляет собой множество взаимосвязанных блоков – специализированных баз данных (СБД) (см. Рис. 2). Специализация блока определяется решаемыми задачами. Например, база данных сотрудников, база данных управления организационной структурой, база данных по оборудованию и т. д. Специализированные блоки, в свою очередь, могут состоять из блоков более низкого уровня. Например, блоки управления пользователями, блоки регистрации изменений и т. д. Блоки должны быть максимально функционально завершенными. Функциональные блоки распределяются между структурными единицами организации.

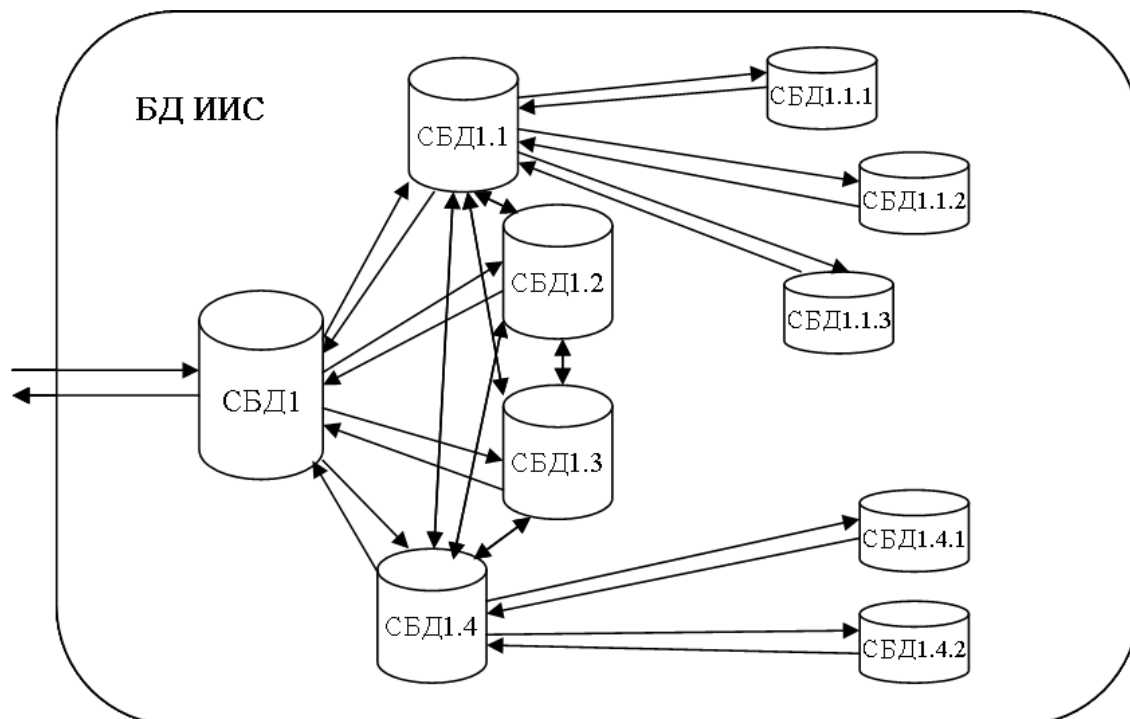


Рисунок 2. – Блочная модель базы данных

Перечислим достоинства блочной модели БД. Она позволяет разрабатывать отдельные блоки независимо от всего проекта, проще обновлять и заменять существующие блоки новыми, строить из готовых блоков другие базы данных, ориентированные на другие процессы. Эта модель способствует распределению нагрузки на сервер баз данных (блоки могут быть разнесены на разные серверы), уменьшению размеров отдельных файлов БД, упрощению наименований объектов БД (таблиц, просмотров и т. д.), упрощению понимания структуры БД.

Опишем структуру и функции программного обеспечения ИИС. Система представляет собой веб-приложение, функционирующее под управлением веб-сервера Apache 2.2 с использованием сервера приложений PHP и SQL сервера Firebird. Система размещается на виртуальной машине сервера: VMWare ESX, возможно также размещение на физическом сервере. Сервер системы представляет собой программно-аппаратный комплекс для выполнения следующих компонентов системы Web-сервер Apache, сервер приложений PHP5, SQL-сервер Firebird 2.5. Также используется Kerberos, представляющий собой сетевой протокол аутентификации, обеспечивающий механизм взаимной аутентификации клиента и сервера перед установлением связи между ними. Данный протокол обеспечивает безопасную работу, даже когда начальный обмен информацией между клиентом и сервером начинается в незащищенной среде и передаваемые пакеты могут быть перехвачены и модифицированы. Также используется протокол LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), являющийся открытым, независимым от поставщика, промышленным стандартом прикладного протокола для доступа и поддержки распределенных информационных служб каталогов по сети Интернет-протокола.

Для работы системы используется Apache версии не ниже 2.2 с поддержкой HTTPS с устанавливаемым пакетом веб-сервера в стандартной конфигурации. После установки и получения сертификатов сервера должен быть выключено обслуживание протокола HTTP (порт 80). Администрирование веб-сервера проводится стандартными средствами (редактирование файлов конфигурации, утилита `apache2ctl`). Проект предполагает использование внешних рабочих мест с помощью технологии VPN. Схема организации корпоративной сети представлена на рисунке 3.

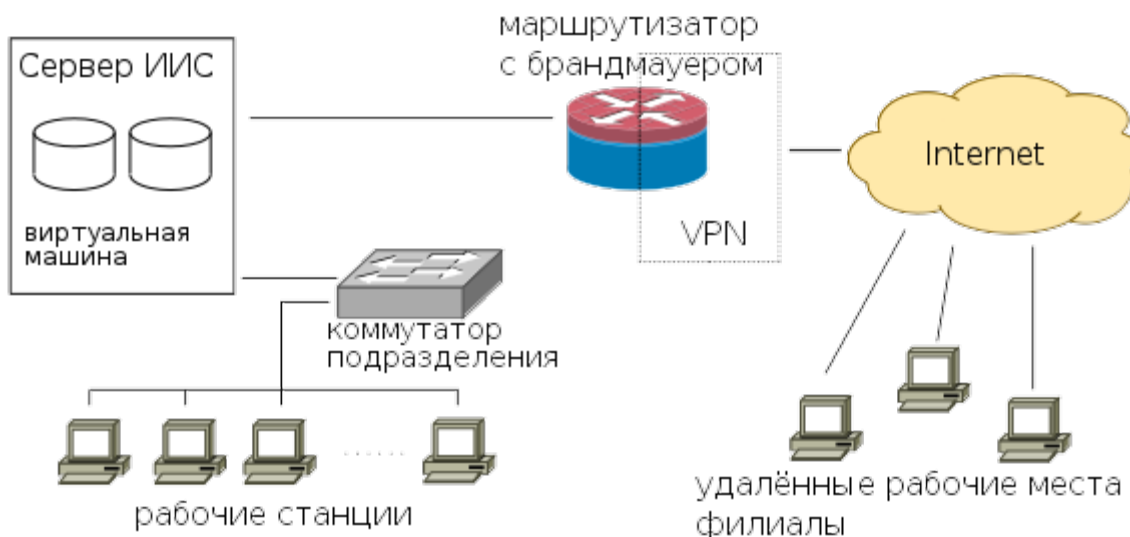


Рисунок 3. – Структура корпоративной сети для ИИС

Ядро core системы содержит модули PHP, JavaScript и CSS, которые обеспечивают общую функциональность системы для всех пользователей в едином формате: аутентификацию, дизайн страниц, пользовательские элементы управления (кнопки, списки, таблицы), шаблоны, генераторы отчетов и другое.

Специфика для каждого типа пользователей выносится в соответствующие разделы, которые определяются как модули соответствующего автоматизированного рабочего места (АРМ). Модули АРМ собраны в папке `special`. Ядро обеспечивает возможность наследования модулей АРМ. Наследуемость позволяет создавать новые рабочие места методом добавления новых файлов и/или переопределения существующих файлов согласно требуемой функциональности для конкретного типа пользователя.

Наследуемость организована на уровне названий папок в разделе `special` и отслеживается кодом ядра при формировании HTTP(S)-ответов (HTML-страниц). Идентификатор справа от точки-разделителя в имени папки указывает на имя модуля предка, от которого идет наследование. Поиск и подключение файлов происходит по цепочке от потомка к предку. При достижении конца списка наследуемости и не обнаружении требуемого файла для подключения, поиск осуществляется в папке `common`, сервер отдаст запрашиваемую страницу, дизайн которой определен по умолчанию. В случае отсутствия файла для подключения сервер вернет страницу с информацией об ошибке и зафиксирует это событие в журнале событий.

Ядро вместе со специализированными модулями обеспечивает централизованную валидацию входных (HTTP(S)-запросы) и выходных (HTTP(S)-ответы) данных, защиту от внедрения несанкционированного кода, аутентификацию пользователей и доступ к контенту в соответствии с установленными разрешениями для соответствующих пользователей. Основным назначением ядра является централизованная и быстрая генерация контента страниц для отображения их в разных обозревателях в соответствии с хранимыми данными (БД), реакция на события от разных пользователей и соответствующая модификация контента и хранимых данных. Содержимое страниц зависит от поступающих запросов и согласовано с базой данных.

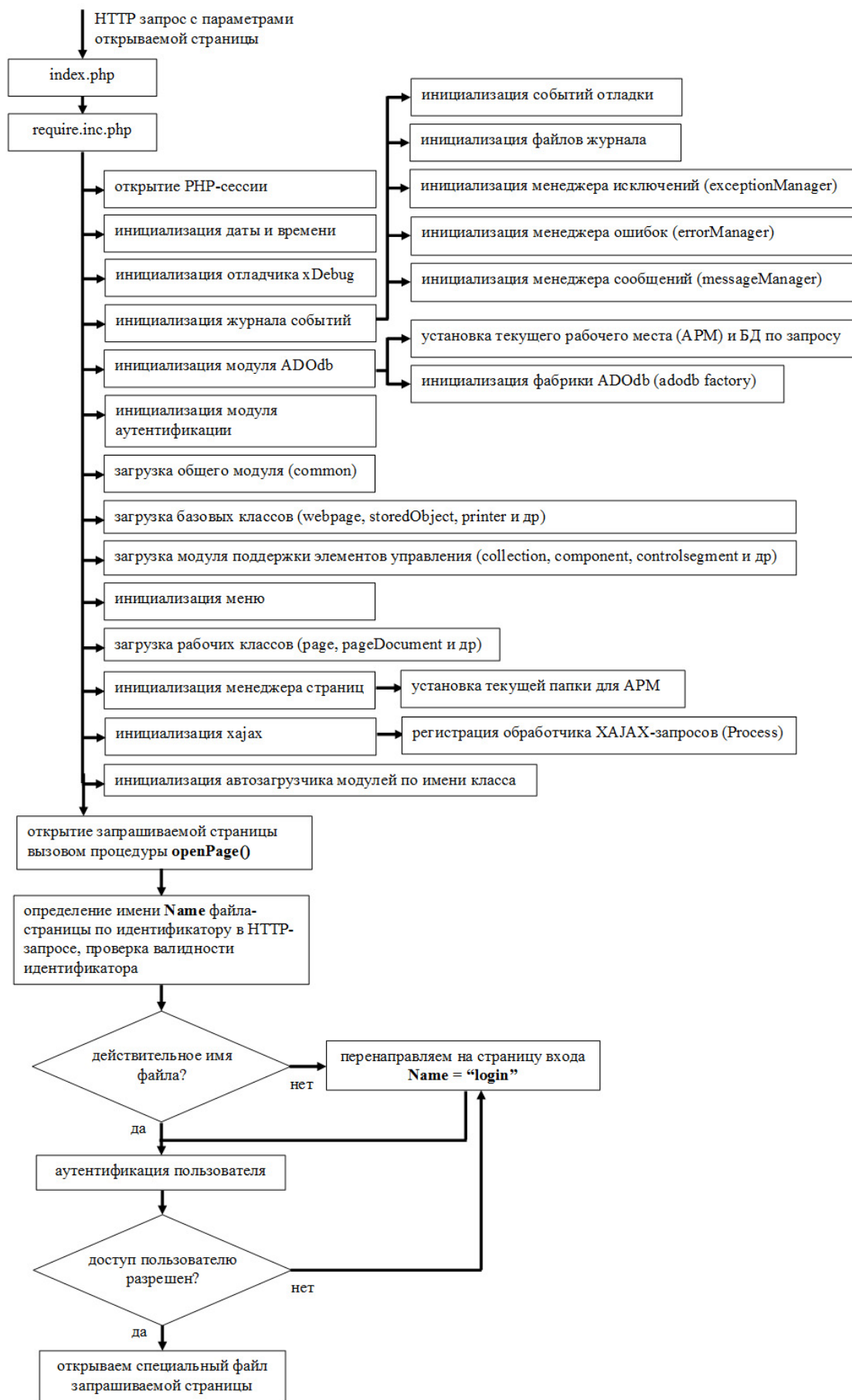


Рисунок 4. – Алгоритм работы ИИС в общем виде

Модель классов, обеспечивающих функциональность ядра программы, не зависит от каких-либо сторонних библиотек. Основными классами ядра являются класс `pageDocument` – потомок класса `printer` и класс `page` – потомок класса `webPage`. Объект класса `pageDocument` выполняет непосредственно генерацию контента отображаемых в обозревателе страниц. Объект класса `page` содержит ссылку на `pageDocument`, создается в единственном экземпляре (`singleton`) для каждой страницы, обеспечивает уникальность страницы при динамическом обмене данными с сервером через `ajax` процесс. Таким образом создается единственный экземпляр объекта страницы типа «`page`» и стартует метод объекта, печатающий контент в окно обозревателя.

Функционирование системы осуществляется следующим образом. HTTP(s)-запрос включает в себя наименование стартового скрипта. Имя скрипта в запросе от пользователя – `index.php`. В случае коротких запросов через `XAHAJAX`, которые создаются автоматически, – `ajax.php`. Веб-сервер Apache, разбирая поступивший запрос, стартует соответствующий скрипт. Дальнейший алгоритм работы системы в общем имеет следующий вид (см. рисунок 4). Подгружаются необходимые модули, выполняется инициализация переменных, проверяется идентификатор требуемой страницы, осуществляется аутентификация пользователя, запускается специализированный скрипт – генератор (регенератор или модификатор, в случае `ajax`-запроса) соответствующей страницы. Содержимое страницы соответствует допустимым разрешениям для текущего пользователя. Результатом работы скрипта является формирование `http(s)`-ответа клиенту, содержащего соответствующую страницу или ее часть в виде HTML, XML, JSON, что разбирается и обрабатывается обозревателем клиента.

При `ajax`-запросах вместо `index.php` начинает работу скрипт `ajax.php`. В этом случае также подгружаются все необходимые модули и выполняется инициализация объектов, осуществляется проверка пользователя и его разрешений. Но страница целиком не пересоздается и не перегружается. Выполняется модификация отдельных пользовательских элементов и части контента.

Описанные выше методы и алгоритмы работы ИИС реализованы в виде приведенных на рисунке 5 экранных форм.

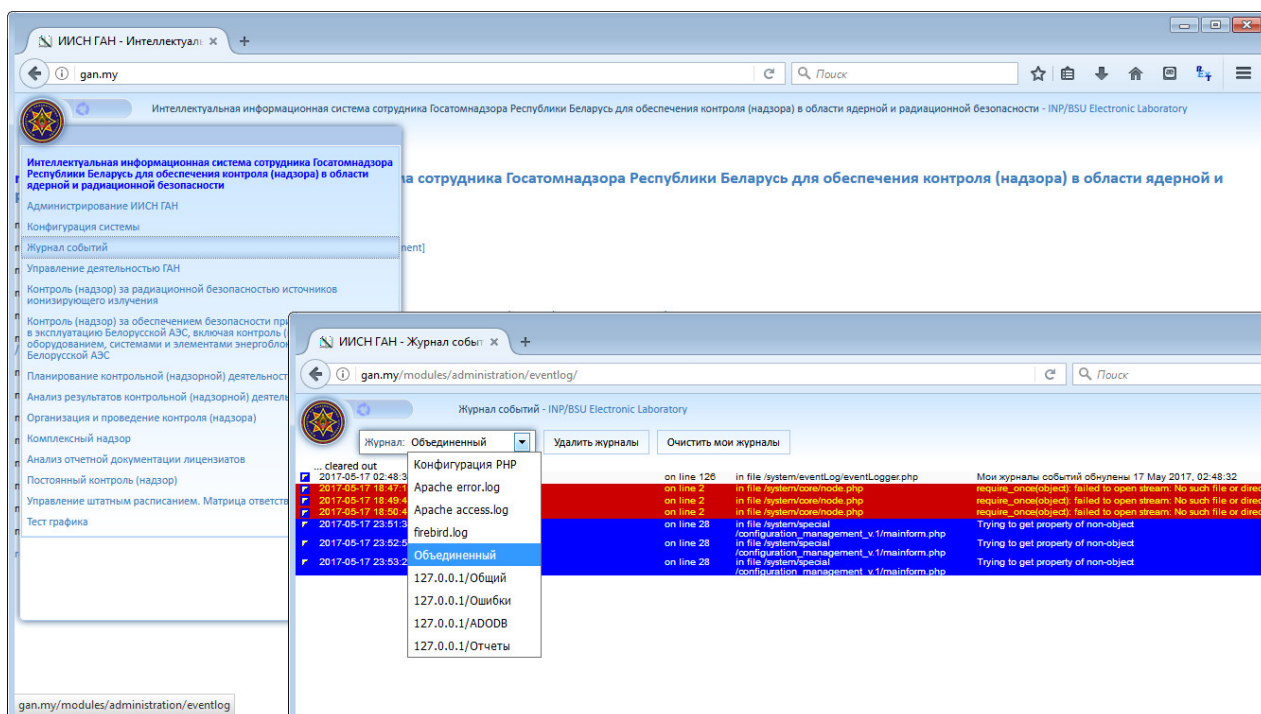


Рисунок 5. – Экранные формы ИИС

Заключение. Приведенные алгоритмы повышения функциональности системы с использованием блочной модели баз данных и работы системы в общем виде позволяют эффективно реализовать требуемые функции ПО информационной системы сотрудника Госатомнадзора Республики Беларусь для обеспечения контроля (надзора) в области ядер-

ной и радиационной безопасности. Целью системы является автоматизация процессов сбора, обработки и хранения данных в области управления ресурсными характеристиками элементов энергоблоков Белорусской АЭС, необходимого для информационной поддержки и контроля выполнения работ в период эксплуатации элементов и оборудования Белорусской АЭС; использования накопленных данных и документации при проведении надзорной деятельности при контроле за элементами и оборудованием энергоблоков Белорусской АЭС; сбор данных о ресурсных характеристиках элементов энергоблоков Белорусской АЭС для своевременного проведения анализа и обеспечения безопасности, а также источников ионизирующего излучения.

Данная система является ярким примером корпоративных приложений [9] и разрабатывается в точном соответствии с основными принципами и идеями создания таких приложений.

Работа выполнена в рамках выполнения задания 1-02 ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Regulatory Authority Information System – RAIS // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/regulatory-infrastructure/rais.asp?s=3>. – Дата доступа: 29.05.2017.)
2. Черепица, С.В. Система контроля качества и управления запасами горюче-смазочных материалов / С.В. Черепица [и др.]. // Материалы «Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии», г. Минск, 31 октября – 3 ноября 2011 г. – С. 223-227.
3. Charapitsa, S.V. Electronic Management System of Accredited Testing Laboratory E-Lab. / S.V. Charapitsa [et al.] // Abstracts of the 17 International Conference «Mathematical Modelling and Analysis», June 6-9, 2012, Tallinn, Estonia. – P. 30.
4. Черепица, С.В. Электронная система контроля качества и управления запасами горючих и смазочных материалов «E-lab ГСМ» / С.В. Черепица [и др.]; НИИ ЯП БГУ. – Мн., 2013. – 85 с. : 78 илл. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» 26.03.2013 г., № Д201310.
5. Сытова, С.Н. Применение фреймворка eLab в атомной энергетике / С.Н. Сытова, А.С. Лобко, С.В. Черепица // Доклады IV Межд. Конф. «Ядерные технологии XXI века» (Минск 21-23 октября 2014 г.) / ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси». – Минск: Право и экономика, 2014. – С. 18–23.
6. Сытова, С.Н. Свободное программное обеспечение в области ядерной и радиационной безопасности / С.Н. Сытова [и др.]. // Программа и тезисы докладов VI Межд. Конф. «Ядерные технологии XXI века» (Минск 25–27 октября 2016) / ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси». – Минск: Право и экономика, 2016. – С. 21.
7. Сытова, С.Н. Фреймворк eLab для широкого круга приложений / С.Н. Сытова [и др.]. // Фундаментальные и прикладные физические исследования. 2010–2016 гг. – Минск: Изд-во БГУ, 2016. – С. 388-399.
8. Padmanabhan, S. Block oriented processing of relational database operations in modern computer architectures [S. Padmanabhan, T. Malkemus, R. Agarwal, A. Jhingran // Proc. of the 17th International Conference on Data Engineering, April 2-6, 2001. Heidelberg, Germany. IEEE Computer Society, 2001. – P. 567-574.
9. Фаулер, М. Архитектура корпоративных программных приложений. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 544 с.

BELARUSIAN SOFTWARE FOR AUTOMATION OF PROCESSES OF CONTROL (SUPERVISION) IN THE FIELD OF NUCLEAR AND RADIATION SAFETY

Svetlana Sytova

Andrei Dunets

Anton Kovalenko

Arkady Mazanik

Tatyana Sidorovich

Siarhei Charapitsa

Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Minsk, Belarus

Purpose. The article presents the description of information system eLab on free software, on the basis of which the Intellectual Information System of employees of the Gosatomnadzor of the Republic of Belarus is developed to provide control (supervision) in the field of nuclear and radiation safety. The system is designed to automate the work of employees for supervision during the construction and commissioning of the Belarusian NPP (BelNPP), including monitoring (supervision) of equipment, systems and components of power units No. 1, 2 of BelNPP and monitoring (supervision) of radiation safety of sources of ionizing radiation, with the possibility of further upgrading the software complex, if necessary.

Methods. Algorithms to increase the functionality of the system using a block database model and the one of functioning of the system in general as well as the functions of parts of the system software are considered and described. The architecture of the system, network structure and software structure are given.

Findings. Proposed algorithms for increasing the functionality of the system allow the effective implementation of software of required functions of the information system. This system is a vivid example of enterprise applications and is developed in strict accordance with the basic principles and ideas of creating such applications.

Application field of research. The described system will be used to automate the processes of collecting, processing and storing data in the field of managing the resource characteristics of the elements of the power units of the Belarusian NPP which is necessary for information support and control over the performance of works at BelNPP. It will be used for presentation in visual form of materials on BelNPP equipment and the results of its survey, as well as for schedule planning ensuring the performance of works on control and supervisory activities.

Conclusions. The work was carried out within the framework of task 1-02 of the State Scientific and Technical Conference «Intellectual Information Technologies» and is very important in connection with BelNPP construction.

Keywords: Information system, free software, databases.

(The date of submitting: July 11, 2017)

REFERENCES

1. *Regulatory Authority Information System – RAIS.* Available at: <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/regulatory-infrastructure/rais.asp?s=3> (accessed: May 29, 2017).
2. Charapitsa S.V. et al. System of quality control and inventory management of fuels and lubricants. *Proc. Int. Sci. Conf. «International Congress on Informatics: Information Systems and Technologies»*, Minsk, Oct. 31 – Nov. 3, 2011. P. 223-227. (rus)
3. Charapitsa S.V. et al. Electronic Management System of Accredited Testing Laboratory E-Lab. *Abstr. 17th Int. Conf. «Mathematical Modeling and Analysis»*, June 6-9, 2012, Tallinn, Estonia. P. 30.
4. Charapitsa S.V. et al. *Electronic system of quality control and inventory management of fuels and lubricants «E-lab Fuel»*. Research Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University. Minsk, 2013. 85 p. Dep. in the State Enterprise «BelISA» on March 26, 2013, No. D201310. (rus)
5. Sytova S.N., Lobko A.S., Charapitsa S.V. Application of the framework eLab in nuclear power engineering. *Proc. IV Int. Conf. «Nuclear technologies of the XXI century»*, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk, 2014. P. 18-23. (rus)
6. Sytova S.N. et al. Free software in the field of nuclear and radiation safety. *Abstr. VI Int. Conf. «Nuclear Technologies of the XXI Century»*, Joint Institute for Energy and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk, 2016. P. 21. (rus)

7. Sytova S.N. et al. Framework eLab for a wide range of applications. *Fundamental and applied physical research. 2010–2016*. Minsk: BSU Publishing House, 2016. P. 388-399. (rus)
8. Padmanabhan S., Malkemus T., Agarwal R., Jhingran A. Block oriented processing of relational database operations in modern computer architectures. *Proc. of the 17th International Conference on Data Engineering, April 2-6, 2001*. Heidelberg, Germany. IEEE Computer Society, 2001. P. 567-574.
9. Fowler M. *Patterns of enterprise application architecture*. Addison-Wesley. 2002. 560 p.