

ФРЕЙМВОРК eLab ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ПРИЛОЖЕНИЙ

С. Н. Сытова, С. В. Черепица, А. Л. Мазаник, А. Н. Коваленко

Введение

В связи с наметившейся мировой тенденцией перехода на свободное программное обеспечение (СПО) и ограничением на использование продуктов Microsoft и других международных компаний возникает необходимость разработки программных систем, работающих не только под управлением операционной системой Windows, но и, например, под различными версиями Linux. В 2010 г. было принято Распоряжение Правительства Российской Федерации №2299-р об утверждении плана перехода федеральных органов исполнительной власти и федеральных бюджетных учреждений на использование СПО. В 2014–2020 гг. запланирован перевод технологических сервисов российского электронного правительства, разработанных на лицензионном коммерческом ПО (Oracle, IBM и Microsoft) и использующих технологически не нейтральное аппаратное и системное обеспечение (ОС Solaris, ПО Oracle, VMware, Symantec и Microsoft, архитектура SPARC и др.), на свободное ПО и доверенное (лишенное незадекларированных возможностей) аппаратное и системное обеспечение. В связи с вхождением России, Беларуси, Казахстана, Армении и Кыргызстана в Таможенный Союз Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и процессами унификации законодательства во всех областях жизнедеятельности переход на СПО становится актуальным для этих стран.

Свободное ПО – это широкий спектр ИТ-продуктов, защищённых свободными лицензиями, предусматривающих неограниченные установку, запуск, а также их свободное использование, изучение, распространение и изменение. Использование такого ПО облегчает процессы обеспечения и верификации безопасности разрабатываемых программных продуктов, позволяя проводить полноценные процедуры сертификации, поскольку исходные коды СПО, а также техническая документация, описывающая архитектуру продукта, протоколы и стандарты взаимодействия открыты.

В современном мире электронный документооборот – это важный сервис по работе с документами, представленными в электронном виде, реализующий принципы «бесбумажного делопроизводства». В настоящее время в мире, в том числе в странах ЕАЭС, присутствует целый ряд готовых решений ЛИС (лабораторная информационная система или LIMS – сокр. от *Laboratory Information Management System*) и СЭД (система электронного документооборота), которые могут быть настроены под цели и задачи заказчика. Рынок таких продуктов в последние годы является одним из самых динамично развивающихся сегментов ИТ-индустрии. Следует отметить, что программных продуктов, сочетающих свойства ЛИС и СЭД, разработанных на основе свободного ПО и доверенного системного обеспечения, практически нет. Фреймворк eLab, являющийся ЛИС с элементами СЭД, на основе СПО закрывает эту нишу.

Данная статья посвящена описанию фреймворка eLab, программных продуктов, разработанных на его основе, а также вариантов его применения.

Описание фреймворка eLab

Фреймворк eLab представляет собой каркас программной системы, несущий в себе гнезда, в которых размещаются сменные модули и точки расширения. Это электронная система клиент-серверной архитектуры, разработанная на основе свободного ПО: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, сервер баз данных Firebird с использованием сервера приложений PHP. Система работает под управлением операционных систем Windows и Linux через Web-интерфейс в многопользовательском режиме с разделением прав доступа посредством широко распространённых браузеров: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera и др.

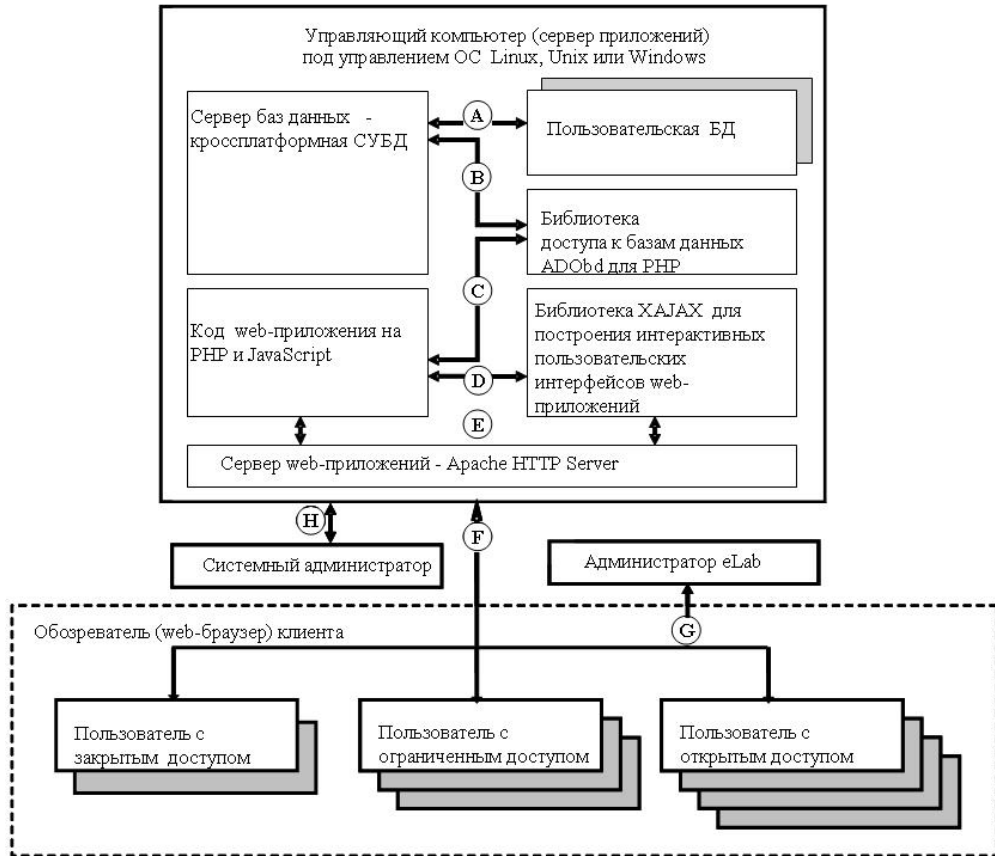


Рис.1. Архитектура фреймворка eLab

Укажем отличительные особенности фреймворка eLab: разделение баз данных (БД) 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 пол-секунды при работе во внутренней (корпоративной) сети. Таким образом, в рамках фреймворка eLab удачно использованы современные информационные технологии с целью

создания удобной, быстрой и надежной ЛИС с элементами СЭД, легко модифицируемой и адаптируемой под условия проекта.

Рассмотрим архитектуру (см. Рис.1) фреймворка eLab. Основными компонентами системы являются управляющий компьютер (сервер приложений), сервер баз данных, пользовательские БД, сервер web-приложений, код web-приложения, библиотека доступа к базам данных, библиотека для построения интерактивных пользовательских интерфейсов web-приложений, обозреватель (web-браузер) клиента, администратор eLab, системный администратор, 3 категории пользователей. Здесь указаны следующие потоки данных между основными компонентами системы:

- А. потоки данных между сервером БД Firebird и пользовательскими БД;
- В. потоки данных на уровне библиотеки ADOdb и СУБД Firebird;
- С. взаимодействие web-приложения eLab с пользовательскими базами данных через библиотеку ADOdb и СУБД Firebird;
- Д. внедрение XAJAX библиотеки в web-приложение eLab;
- Е. формирование и обработка HTTP(S) запросов сервером web-приложений Apache;
- Ф. передача данных от сервера к клиенту и обратно через сервер web-приложений;
- Г. взаимодействие администратора eLab с системой eLab;
- Н. взаимодействие системного администратора с сервером приложений и системой eLab.

Взаимодействие потоков данных (см. Рис.2) происходит следующим образом. Система и данные размещаются на управляющем компьютере сети – сервере приложений. Системный администратор имеет полный и непосредственный доступ к серверу приложений, включая базы данных. Он отвечает за функционирование, защиту и безопасность серверных приложений и данных. Пользователи являются клиентами системы и взаимодействуют с системой и данными по сети Интернет или по внутренней (корпоративной) сети посредством браузера, который установлен и используется на рабочей станции пользователя. В качестве рабочей станции могут использоваться персональные настольные компьютеры, ноутбуки, планшеты и смартфоны. Потоки данных между клиентами и Web-приложением в обоих направлениях осуществляются через web-сервер Apache, который обеспечивает проверку, фильтрацию и перенаправление HTTP(S)-запросов. Интерактивный интерфейс пользователя формируется на сервере приложений и отображается в окне обозревателя на рабочей станции через серверную (на PHP) и клиентскую (на JavaScript) части прослойки XAJAX в соответствии с HTTP(S) запросами пользователя. Интерфейс включает в себя пользовательские элементы – ссылки, кнопки, списки, таблицы и другие DOM-элементы, где поддерживается динамическое обращение к серверу по технологии AJAX, что позволяет изменять содержимое обозревателя без перезагрузки всей страницы (содержимого окна) целиком. Все программные модули в виде отдельных web-приложений выполнены в едином стиле с использованием одинакового пользовательского интерфейса и подключены к пользовательским базам данных организации.

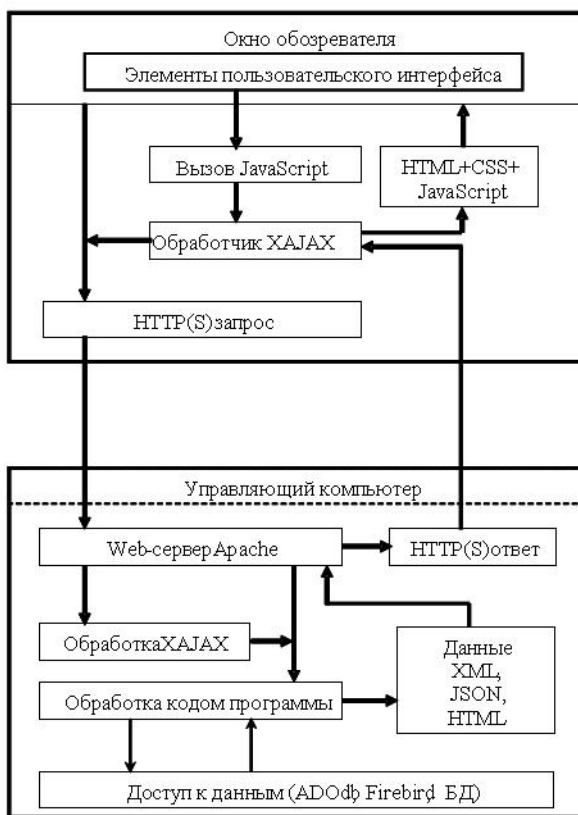


Рис.2. Потоки данных фреймворка eLab

Отличительной особенностью системы eLab как лабораторной информационной системы является разделение баз данных на пользовательские БД и системную БД, что позволяет легко настраивать систему под требования заказчика. Системная БД предназначена для управления подключениями к пользовательским базам данных, для управления пользователями и правами доступа, а также для управления и хранения текущего состояния системы и web-интерфейса для каждого пользователя (см. Рис.1). Пользовательские базы данных являются хранилищами информации, специфичной для каждого приложения фреймворка eLab. Пользовательские БД автономны. Они не связаны с архитектурой, структурой и данными управляющей системы и друг с другом. В общем случае, они могут являться БД под управлением разных СУБД. Например, системная база данных использует Firebird в качестве сервера баз данных, а база данных eLab-Atom (см. ниже) работает под управлением MS SQL. Систему eLab можно подключить к базам данных предприятия, включая базы данных такого известного продукта как 1С «Предприятие», работающем под управлением PostgreSQL или MS SQL. Более того, пользовательские базы данных могут быть «разнесены в пространстве» и находиться на совершенно разных серверах. Благодаря такой особенности системы eLab повышается уровень безопасности как системных, так и пользова-

тельских данных, поскольку введены разграничения между администрированием баз данных и администрированием пользовательских данных в каждой конкретной БД. Функциональность системы eLab настраивается и определяется содержанием системной БД. А содержание пользовательских баз данных может варьироваться от данных по горючим и смазочным материалам (ГСМ), мясо-молочной промышленности, взрывчатым и другим опасным веществам и т.д. Ниже дается краткое описание реализаций фреймворка eLab с характеристикой конкретных решенных пользовательских задач.

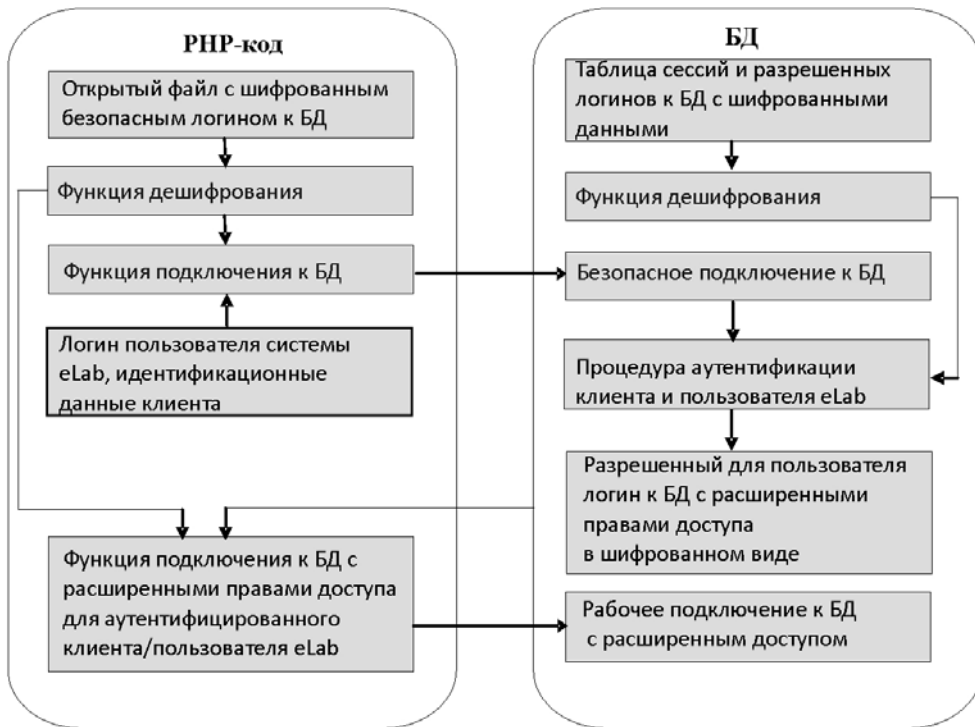


Рис.3. Схема подключения к БД

В процессе создания системы eLab с целью повышения безопасности был разработан алгоритм подключения пользователей к базам данных, где для первого подключения к любой БД, в том числе к системной БД eLab, требуется указать соответствующий логин к БД. Это справедливо для всех аналогичных систем. Как правило, параметры доступа к БД прописываются в защищенном конфигурационном файле системы с открытым кодом. В eLab кроме защиты конфигурационного файла применяется еще и защита данных в этом файле путем шифрования последних.

В конфигурационном файле зашифрован безопасный логин к БД, с помощью которого можно выполнить только одну хранимую в базе данных процедуру. Доступ к другим объектам и данным для данного логина ограничен. Указан-

ная процедура принимает на входе идентификационные параметры клиента и в случае удачной авторизации возвращает новый логин с расширенными правами доступа к базе данных, который закрепляется за пользователем и в дальнейшем используется для доступа пользователя к БД. При этом указанные логины с расширенными правами доступа недоступны в явном виде для пользователя ни на стороне клиента, ни на стороне сервера приложений.

Логины с расширенными правами доступа защищены на стороне сервера БД. Идентификационные параметры и логины хранятся в базе данных в зашифрованном виде и передаются по сети также в зашифрованном виде независимо от протокола обмена (HTTP или HTTPS). Для обеспечения такого механизма потребовались одинаковые алгоритмы шифрования данных, как на стороне сервера приложений, так и на стороне сервера баз данных. С этой целью были разработаны на языке SQL и внесены в системную базу данных соответствующие алгоритмы шифрования, которые хранятся в специальной защищенной правами доступа таблице и скрыты от пользователей, подключающихся к базе данных с помощью безопасного логина. Схема подключения к БД изображена на Рис.3.

Важным в системе eLab является сохранение для каждого пользователя текущих состояний пользовательского интерфейса, включая данные вводимые пользователями в соответствующие элементы редактирования. В web-приложениях этому вопросу не всегда уделяется должное внимание. В качестве примера таких приложений приведем Информационную систему Регулирующего органа RAIS МАГАТЭ (ее описание см. ниже), систему управления обучением Moodle и др.

Рассмотрим часто встречающуюся ситуацию: пользователь вводит данные на текущей web-странице. В процессе набора требуется переключиться на другую страницу, чтобы посмотреть, скопировать или вспомнить часть информации из другого раздела без подтверждения сохранения текущих данных, а затем вернуться на прежнюю страницу для продолжения ввода данных с прежнего места. Зачастую набранные данные теряются и их приходится набирать заново. В системе eLab разработан собственный механизм сохранения промежуточных (в том числе, межстраничных) данных, опирающийся на стандартные возможности языка PHP и протокола HTTP с учетом поведения и логики работы стандартных браузеров. Причем в eLab не используются скрытые поля или специальные cookie-наборы, а также механизм view state технологии ASP.NET. В системе eLab вводимая клиентом информация сохраняется в системной базе или в специальном файле (аналогично файлу сессии) на сервере и восстанавливается каждый раз при загрузке соответствующей страницы. Конфиденциальность этих данных обеспечивается теми же правами доступа клиента к БД и настройками сервера web-приложений Apache и файловой системы.

Приложения фреймворка eLab

Основа фреймворка eLab была заложена разработкой системы электронного документооборота E-lab в рамках Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Инфотех» (2006–2008). Система внедрена в учеб-

ный процесс ведущих белорусских вузов страны (Белорусский государственный университет, Белорусский государственный технологический университет, Белорусский национальный технический университет), химико-токсикологической лаборатории Минского городского наркологического диспансера.

E-lab ГСМ

В 2012 г. лабораторная информационная система «Электронная система контроля качества и управления запасами горючих и смазочных материалов E-lab ГСМ» поставлена на боевое дежурство в 202 Химмотологическом центре горючего для контроля качества и учета ГСМ Вооруженных Сил Республики Беларусь. В 2013 г. она внедрена в белорусском отделении российской компании ГазПромНефть.

Электронная система «E-lab ГСМ» включает в себя модули: «E-lab Анализатор» для управления образцами и контроля качества горюче-смазочных материалов; «E-lab Освежение» для управления запасами ГСМ; «E-lab Прейскурант» для расчёта стоимости платных услуг, оказываемых аккредитованной лабораторией в части проведения испытаний ГСМ. Она решает следующие производственные задачи:

- управление образцами, поступающими на испытания, регистрация результатов испытаний, паспортизация и контроль качества ГСМ, ведение лабораторных журналов по установленным нормам в соответствии с системой менеджмента качества (СМК) предприятия;
- определение показателей качества в рамках проводимых испытаний, строго регламентирующихся нормативной базой и списком параметров испытаний, позволяя чётко контролировать выполнение работы, минимизировать издержки и обеспечить эффективное использование оборудования и расходных ресурсов;
- управление складом расходных материалов, включая химические реактивы, учет и контроль средств измерений и испытательного оборудования, расчет калькуляций и прејскурантов цен на услуги по проведению испытаний ГСМ в соответствии с нормами и тарифами, устанавливаемыми белорусским законодательством и в рамках СМК предприятия, управление соответствующей документацией с формированием итогового пакета документов;
- ведение документооборота в части работы с заказчиками, включая систему ведения договоров, управление счетами-нарядами и актами выполненных работ по установленным нормам;
- управление запасами ГСМ длительного хранения, включая управление складами и резервуарами хранения ГСМ, контроль и прогнозирование состояния ГСМ, формирование сводных планов состояния ГСМ для всех структурных единиц.

Система «E-lab ГСМ» позволила оптимизировать производственные процессы, существенно сократить время на регистрацию образцов и результатов испытаний, выписку паспортов, поиск соответствующих записей в лабораторных журналах, уменьшить время и полностью исключить ошибки операторов при создании документов, повысить производительность лаборатории, повысить ка-

чество выполняемых работ и качество контроля за выполнением работ. Система работает надежно, в круглосуточном режиме без сбоев, полностью обеспечивает защиту от несанкционированного доступа и обладает высокой скоростью отклика на пользовательские запросы, обеспечивает наглядность и доступность информации, что существенно упрощает работу пользователей, не допуская их к информации, выходящей за пределы их прав доступа [1–3]. Ее длительная эксплуатация продемонстрировала высокий технический уровень разработки, обеспечивающей работу в соответствии с СМК предприятия международного стандарта ИСО/МЭК 17025-2007 «Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий».

Также реализована система электронного управления образцами испытательной лаборатории по контролю качества в мясо-молочной промышленности.

Портал ядерных знаний BelNET

С начала 2000-х годов Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) уделяет огромное внимание управлению ядерными знаниями, в том числе разработке специализированных порталов ядерных знаний на различных уровнях. В результате этой работы в мире постепенно складывается единое информационное пространство в области ядерных знаний [4, 5]. Развитие атомной отрасли Беларуси ставит задачи подготовки квалифицированных специалистов в соответствующих областях науки и технологий, в том числе ядерной, нейтронной и реакторной физики, физики ионизирующих излучений, применении ядерно-физических методов в различных областях науки и техники, ядерной медицины и т. д. В связи с этим актуальным является создание в стране портала управления ядерными знаниями. Предложения по созданию учебно-научного портала ядерных знаний BelNET (Belarusian Nuclear Education and Training Portal), который бы в перспективе мог перерасти в общенациональный портал ядерных знаний, содержатся в [6, 7].

Цель портала – объединение информационных ресурсов, позволяющее создателям и потребителям знаний взаимодействовать друг с другом и предоставляющее им единый защищенный доступ к информации и виртуальные каналы коммуникаций для совместной работы над документами из географически разнесенных мест через единый web-интерфейс в режиме коллективной работы со строгой персонализацией и разграничением права доступа к ресурсам: данным, сервисам, приложениям, документам.

Социально-экономическая значимость и настоятельная необходимость создания такого портала заключается в обеспечении быстрого доступа к необходимой информации, накоплении, сохранении и преумножении знаний на уровне, гарантирующем безопасное, устойчивое и эффективное развитие ядерной энергетики и промышленности страны, а также популяризации ядерных знаний с целью привлечения в эту область способных молодых людей и создания позитивного имиджа ядерной энергетики.

В основе программной части портала лежит фреймворк eLab. Пилотный проект портала расположен по адресу <https://bsu.inpnet.net/belnet/> (см. Рис.4).

Здесь реализованы все основные необходимые функции портала, включая возможность удаленной правки структуры портала и занесения новых документов, разнообразной сортировки и фильтрации, а также два уровня доступа к документам в зависимости от прав пользователей. Фактически в рамках данной работы была создана оригинальная система управления контентом, предоставляющая в том числе возможность ввода текста, формул в LaTeX-подобной форме, загрузки различных типов файлов, ссылок, видео, фотографий и картинок.



Рис. 4. Экранная копия работы портала BeNET

Следует подчеркнуть, что процесс наполнения портала информацией и заполнения базы знаний ядерными знаниями, разработка специализированных материалов для системы дистанционного обучения – процесс трудоемкий и длительный. И в этом смысле работа по созданию портала ядерных знаний находится в самом начале.

Система eLab-Atom

В качестве примера крупной специализированной ЛИС можно привести программное обеспечение Информационной системы Регулирующего органа RAIS 3.3 Web (Regulatory Authority Information System), доступное на сайте МАГАТЭ <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/regulatory-infrastructure/rais.asp?s=3> для свободного скачивания и установки. МАГАТЭ указывает, что данное ПО работает в более чем 70 странах мира. Несмотря на это, RAIS 3.3 не лишен недостатков. Система развёртывается только под операционной системой Windows с опреде-

лёнными версиями SQL Server и IIS, .NET. Перевод пользовательского интерфейса не закончен. Справочники баз данных, список видов деятельности существуют только на английском языке. Список производителей и список типов оборудования не включает производителей Таможенного Союза. Возможность расширения БД (добавление полей и запросов) требует от администратора системы знания MS SQL на уровне эксперта.

Нами был разработан вариант аналогичной по функционалу системы, лишенной недостатков RAIS: на основе фреймворка eLab создано ПО по управлению учетом источников ионизирующего излучения eLab-Atom.

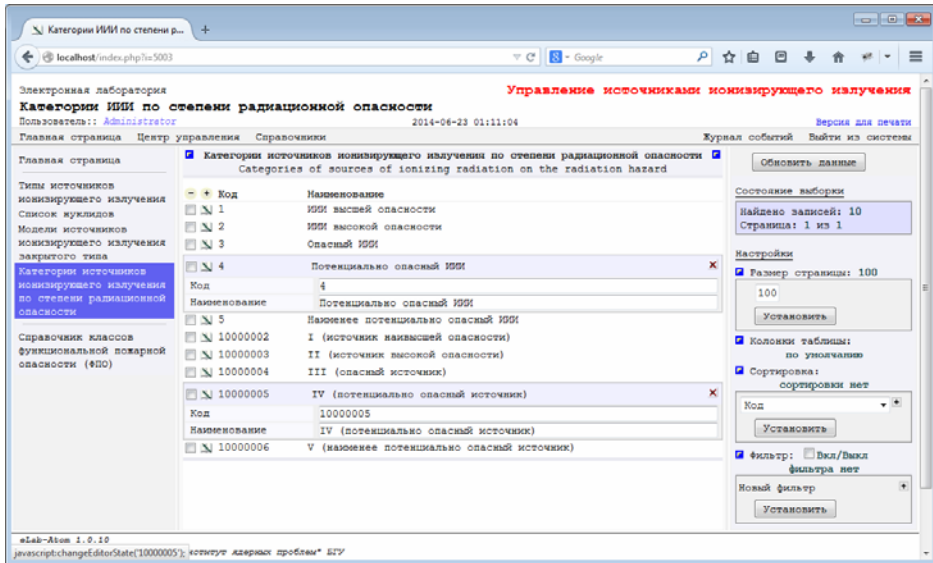


Рис.5. Экранная копия работы системы eLab-Atom

Назначение и основные задачи ПО управления источниками ионизирующих излучений в соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь состоят в обеспечении и проведении регистрации радиоактивных источников, обеспечении учета и контроля состояния радиационной безопасности, отслеживании и предоставлении информации о состоянии радиоактивных источников, в том числе находящихся на хранении и захороненных, контроле обращения радиоактивных источников, обеспечении надзора за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения, содействии правоохранительным органам при расследовании случаев незаконного оборота радиоактивных источников и радиологических чрезвычайных ситуаций, анализе состояния безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения и обеспечении информированности соответствующих органов Республики Беларусь, а также уполномоченных международных организаций в соответствии с обязательствами Республики Беларусь. Система eLab-Atom реализует указанные задачи. Экранная копия работы системы представлена на Рис. 5.

Заключение

Таким образом, фреймворк eLab на основе свободного программного обеспечения представляет собой хорошо проработанный программный продукт [8–10], находящийся в постоянной эксплуатации, легко модифицируемый и адаптируемый под условия проекта.

Еще раз подчеркнем отличительные особенности системы: возможность расширять функциональность системы, настраиваемый пользовательский интерфейс и сохранение его текущих состояний, быстрая и удобная система сортировки, фильтрации и поиска данных, автоматическое обновление и отображение текущего состояния выборки, простой механизм вставки, редактирования, удаления записей, редактирование одновременно нескольких записей, проверка правильности вводимых данных, отмена ошибочно введенных данных, исключение дублирования вводимой информации, автоматическая генерация выходных документов для отчетов по установленной форме, возможность пользователю вносить изменения в шаблоны итоговых документов, разделение полномочий пользователя, исключение человеческого фактора и связанных с ним ошибок при формировании регистрационных записей в журналах и выходных документах.

Укажем также некоторые перспективные применения программных продуктов, которые могут быть разработаны на основе фреймворка eLab: лабораторная информационная система в атомной энергетике; система учета и контроля оборота взрывчатых и других опасных веществ в Вооруженных Силах Республики Беларусь; система учета и контроля опасных веществ в области криминалистики и судебной экспертизы; система учета и контроля радиоактивных отходов, системы БД для сейсмического и другого мониторинга; система электронного управления образцами испытательной лаборатории в области анализа стали и сплавов; система электронного управления образцами испытательной лаборатории в области диагностики маслonaполненного оборудования в подразделениях Минэнерго, включая атомную энергетику; система учета и контроля источников ионизирующего излучения для международного использования МАГАТЭ.

Работа выполняется в рамках ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии».

Литература

1. Череница С. В. и др. // Материалы «Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии» (Минск, 31 окт.–3 ноября 2011 г.). С. 223–227
2. Charapitsa S. V. et al. // Abstr. 17 Int. Conf. “Mathematical Modelling and Analysis” (June 6–9, 2012, Tallinn, Estonia). P.30
3. Череница С. В. и др. Электронная система контроля качества и управления запасами горючих и смазочных материалов «E-Lab ГСМ». Деп. в ГУ «БелИСА» 26.01.2013, № Д20130. Минск, 2013. 85 с
4. International Atomic Energy Agency GC(47)/RES/10. Strengthening of the Agency’s Activities Related to Nuclear Science, Technology and Applications. Part B: Nuclear Knowledge. 2003

5. Knowledge management for nuclear research and development organizations. IAEA-TECDOC-1675. 2012
6. *Сытова С. Н., Череница С. В., Лобко А. С.* // Труды Международного конгресса по информатике «Информационные системы и технологии – CSIST’2013» (Минск, 4–7 ноября 2013 г.). С.254–259
7. *Дубовская И. Я. и др.* // Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ–БГУИР (Минск, 18–19 марта 2014 года) : материалы конф. В 2 ч. Ч. 1. С.450–451
8. *Бычков С. М. и др.* Система управления лабораторной информацией. Свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности РБ о регистрации компьютерной программы №051, 12.12.2008
9. *Коваленко А. Н. и др.* Система электронного документооборота испытательной лаборатории по контролю качества топлив для тепловых двигателей. Свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности РБ о регистрации компьютерной программы №677, 27.06.2014
10. *Коваленко А. Н. и др.* Компьютерная программа системы управления источниками ионизирующего излучения. Свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности РБ о регистрации компьютерной программы №683, 08.07.2014

FRAMEWORK eLab FOR A WIDE RANGE OF APPLICATIONS

S. N. Sytova, S. V. Charapitsa, A. L. Mazanik, A. N. Kavalenka

Free software is a wide range of information products that are protected by free licenses allowing unlimited installation, start-up, free use, study, dissemination and their modification. Nowadays on the IT market there is a small number of electronic document management systems (EDMS) and laboratory information systems (LIMS), developed on the basis of free and trusted (devoid of undeclared capabilities) system software.

The framework eLab is a LIMS with elements of EDMS. It is an electronic system of client-server architecture based on free software: Debian GNU/Linux, Web-server Apache, the Firebird database server using the application server PHP. It runs under Windows and Linux via Web-based multi-user access with separation of user access rights through the widely used browsers. eLab is easily modifiable and adaptable to the conditions of the project. All software modules are realized as separate web-based applications in the same style with the same user interface. It is connected to the organization databases.

The paper describes developed software products based on framework eLab: electronic system of quality control and inventory management of fuels and lubricants “E-lab Fuel”, portal of nuclear knowledge BelNET, software of management of ionizing radiation sources eLab-Atom. There are also mentioned some possible applications of software products on the basis of framework eLab: laboratory information system in the nuclear industry; system of accounting and traffic control of explosives and other dangerous substances in the Armed Forces and others.