

АНАЛИЗ И ВЫБОР СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНА

THE ANALYSIS AND THE CHOICE
OF THE PROGRAMMING ENVIRONMENT
FOR CONSTRUCTION COMPLEX
OF THE AUTOMATED FORMATION
OF TARIFFS IN THE SPHERE OF POWER
SUPPLY OF THE REGION

G. Arunyants
T. Voronin
S. Ayrapetov

Summary. Analysis results of a status of different approaches to creation of difficult software products are given in the concept of «cloud computing» and criteria for evaluation of suitability of different software platforms as tools for development of the program PT-Q-1 and TEE-1 complexes of automated formation of rates in the sphere of power supply. The valid conclusion is drawn on feasibility and a possibility of application of the Zend Framework 2.0, Eclipse and NedBeans platforms. Eclipse of the reliable, well protected and modern cross-platform web applications providing a possibility of creation.

Keywords: power supply, thermal and electrical networks, heat and electrical losses, rate, method of calculation of rates, tariff regulation, automated information system, program complex, algorithm, information support, software.

Арунянц Геннадий Георгиевич

*Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет (КГТУ)»
Suro99@mail.ru*

Воронин Тимофей Аркадьевич

*Аспирант, ФГБОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет (КГТУ)»
voronin.timofey@gmail.com*

Айрапетов Сергей Альбертович

*Аспирант, ФГБОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет (КГТУ)»
sergey@kit39.com*

Аннотация. Приводятся результаты анализа состояния различных подходов к построению сложных программных продуктов в концепции «облачных вычислений» и критериев оценки пригодности различных программных платформ как инструментов для разработки программных комплексов PT-Q-1 и ТЭЭ-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере энергоснабжения. Сделан обоснованный вывод о целесообразности и возможности применения платформ Zend Framework 2.0, Eclipse и NedBeans. Eclipse обеспечивающих возможность построения надежных, хорошо защищённых и современных кроссплатформенных веб-приложений.

Ключевые слова: энергоснабжение, тепловые и электрические сети, тепловые и электрические потери, тариф, методика расчета тарифов, тарифное регулирование, автоматизированная информационная система, программный комплекс, алгоритм, информационное обеспечение, программное обеспечение.

Современный этап развития и функционирования регионального энергоснабжающего комплекса характеризуется ростом предъявляемых к нему требований: управляемости, доступности, надежности. В то же время, согласно отечественному и зарубежному опыту такой комплекс должен быть отрегулирован таким образом, чтобы он служил на благо всему обществу. Основной целью управления объектами (комплексами) энергоснабжения является создание экономических, организационных и правовых условий, обеспечивающих надежное и безопасное функционирование системы энергообеспечения экономики. Сфера регионального энергоснабжения, в рамках которой осуществляется бесперебойное производство и распределение жизненно важных источников энергии — электричества и тепла, сегодня является жизненно необходимым элементом в системе энергетической безопасности региона и страны в целом. Одной из важнейших проблем при этом становится поиск новых инновационных концепций и подходов к формированию тарифов на тепловую

и электрическую энергию как компоненты эффективного тарифного регулирования деятельности субъектов региональных энергоснабжающих систем и координации их деятельности.

Основной задачей регулирования деятельности субъектов естественных монополий в тепло- и электроэнергетике становится обеспечение баланса интересов различных групп (производителей и потребителей тепловой и электрической энергии и услуг по их передаче), при соблюдении интересов государства. Эффективное регулирование предполагает утверждение тарифов на эти виды энергии не менее 4 раз в год, что означает необходимость повторного анализа состояния объектов их снабжения и многократного проведения сложных технико-экономических расчетов. Это становится возможным только при наличии региональных автоматизированных информационных систем (АИС) обработки технико-экономической информации в этой сфере.

Современные энергоснабжающие организации региона используют большое количество программных продуктов для автоматизации своей деятельности, число которых постоянно растет, а многие из них для своего использования требуют содержание инфраструктуры (серверов, СУБД, ЛВС). Растут и издержки на обеспечение их работоспособности: установка, настройка, администрирование и обновление. Чем больше средств автоматизации, тем выше требования к инфраструктуре, а значит и к ее стоимости.

Несмотря на высокий уровень оснащенности современных энергетических систем средствами вычислительной техники и информационными технологиями, проблема внедрения АИС в сферу тарифного регулирования остается актуальной и требует проведения дополнительных исследований. А проведенный анализ показывает, что в настоящее время мониторинг и контроль за технико-экономическим состоянием энергоснабжающих организаций региона, расчеты тарифов и цен на тепловую и электрическую энергию в основном проводятся с недостаточным применением современных информационных технологий. Разрабатываемые в ФГБОУ ВО КГТУ программные комплексы ТЭЭ-1 и РТ-Q-1 автоматизированного формирования и анализа тарифов соответственно в сфере электро- и теплоснабжения позволяют автоматизировать расчет тарифов для организаций, вовлеченных в процесс генерации, передачи и потребления указанных видов энергии и населения. Эффективность расчета тарифов достигается благодаря частому перерасчету и анализу тарифов на основе поступающих оперативных данных о состоянии субъектов системы энергоснабжения региона [1].

Наряду с тепло- и электроснабжающими предприятиями региона, указанные комплексы ориентированы и на их использование региональной службой по государственному регулированию цен и тарифов (СГРЦТ), что позволяет реализовать единые правила для всех субъектов регулирования в части методики определения себестоимости выработки и передачи тепловой энергии, установление экономически обоснованных тарифов и защита интересов субъектов регионального теплоэнергетического рынка [2]. Показано, что от состояния и эффективности функционирования общего информационного поля «СГРЦТ — субъекты регулирования» зависит оперативность и точность принимаемых решений, связываемых с расчетом и анализом произведенных затрат, включаемых в состав себестоимости производимых субъектами теплоэнергетического рынка продукции или услуг.

Для реализации концепции максимально простого обмена данными в указанном информационном поле

с целью установления единых правил для всех субъектов регулирования в части методики определения себестоимости выработки и передачи энергоресурсов, повышения эффективности оперативной проверки регулирующими органами правильности отнесения затрат на себестоимость продукции, а также мониторинга и анализа состояния энергоснабжающего комплекса региона для разработки плана оперативных мероприятий и стратегии развития тепло- и электроэнергетических систем региона было принято решение свести к минимуму сложности, связанные с установкой и эксплуатацией разрабатываемых программных комплексов автоматизированного формирования тарифов в сфере тепло- и электро снабжения, как субъектами регулирования, так и СРГЦТ [3].

В наше время, все более активно, набирают популярность «облачные вычисления». Многие сходятся во мнении, что на сегодняшний день, именно «облачные вычисления» являются инструментом позволяющим свести к минимуму сложности, связанные с внедрением и эксплуатацией программного комплекса (как финансового, так и технического характера). Именно поэтому, при выборе среды разработки было принято решение: вести разработку программных комплексов автоматизированного формирования тарифов в сфере энергоснабжения с применением «облачных вычислений».

Ключевое понятие «облачные вычисления» означает, что хранение и обработка данных осуществляются не на стороне пользователя, а на стороне компании, предоставившей соответствующие Интернет-сервисы [4]. В связи с разнообразием возможностей «облачных вычислений» и их непрерывным развитием привести, какую-либо, четкую их классификацию достаточно сложно. Поэтому представлялось важным выделение и анализ основных категорий, связанных с характером сервиса и его программно-технической реализацией.

В такой постановке задачи была определена целесообразность более глубокого рассмотрения активно развивающейся в последние 3–5 лет технологии разработки программного обеспечения SaaS (Software as a Service) [4], представляющей собой модель использования бизнес-приложений в формате интернет-сервисов. Модель SaaS предполагает размещение программного обеспечения (ПО) на сервере, подключенном к сети, или в «облаке». Все вычисления производятся на сервере, а пользователи взаимодействуют с ПО через обычный интернет-браузер. Важно отметить, что под категорию SaaS подпадает только прикладное программное обеспечение (ППО).

Таким образом, любой компьютер с доступом к сети может использовать ПО при наличии доступа (логина

и пароля). Установки специализированного программного обеспечения (программ клиентов, виртуальных машин) на компьютеры пользователей не требуется. Программные комплексы, работающие по технологии SaaS, вытесняют классические приложения с рынка.

При внедрении новых программных продуктов, ключевым показателем становится простота доступа к ним и цена использования.

Ощутимым фактором в пользу формата SaaS-приложения играет экономическая составляющая. Для разработчика SaaS-приложений отпадает необходимость в обеспечении совместимости ПО с различными операционными системами. Можно заранее определить аппаратную среду для функционирования ПО и оптимизировать под нее среду разработки.

Нет необходимости подготовки и распространения для клиентов обновленных версий программ, так как все изменения программного обеспечения выгружаются на сервер, и сразу становятся доступны пользователям. Пользователь может использовать для работы любой персональный компьютер, на котором установлен браузер (при наличии доступа к интернету). Все вышеперечисленное позволяет разработчикам ПО ощутимо снизить стоимость разработки и внедрения.

Еще одним аргументом за применение SaaS-технологии при реализации программного комплексов ТЭЭ-1 и РТ-Q-1 является то, что ее использование подразумевает хранение баз данных (БД) на серверах или в облаке, вместе с самим ПО. Решается задача централизованного сбора и хранения информации от пользователей, работающих в различных частях области и в различных сетях. Для передачи данных от пользователя к серверу достаточно интернет-соединения практически любой скорости. БД и оперативные массивы, заполняются на сервере в режиме реального времени. Проектируемые интерфейсы, при этом, могут функционировать в браузере.

Все это наглядно подтверждает очевидные преимущества применения концепция модели SaaS с доступом через WEB- браузер.

Более подробное рассмотрение возможности применения концепции SaaS-системы для построения указанных программных комплексов показало:

1. При использовании настоящей модели заказчику нет необходимости нести затраты на внедрение, обновление, поддержку специального ПО и оборудования для его работы.

2. В отличие от классической формы использования специального ПО (лицензирования), заказчик не несет крупных затрат. Затраты относительно небольшие и носят периодический характер. Заказчику нет необходимости инвестировать средства в приобретение лицензии на использование копии ПО и необходимых аппаратных средств для её использования, а с течением времени поддерживать работоспособность ПО.

При этом предполагается, что если временно отсутствует необходимость в ПО, то заказчик может временно приостановить его использование [5]. Не менее важным становится анализ ключевых признаков, SaaS-системам [6]:

- ◆ заказчик получает доступ к ПО по сетевым каналам связи, как правило, через Интернет;
- ◆ ПО функционирует на сервере обработки данных в виде единого программного комплекса, к которому получают доступ заказчики;
- ◆ ПО, как правило, доступно заказчикам на условиях периодической арендной платы;
- ◆ разработка, внедрение и обновление ПО выполняется разработчиком;
- ◆ затраты на обслуживание, обновление, техническую поддержку, как правило, уже включаются в арендную плату.

Зачастую SaaS-системы приравнивают к ASP-системам (Application Service Provider), но это утверждение ошибочно. ASP-системы реализуют совершенно другую концепцию продвижения ПО. Наиболее важное отличие SaaS от ASP заключается в том, что при использовании модели SaaS заказчик оплачивает доступ программному комплексу (единому для всех), которым наравне с ним пользуются все заказчики. Разработчик SaaS-системы обеспечивает развитие и своевременное обслуживание программного комплекса, а в рамках модели ASP-систем каждому заказчику, для использования, предоставляется выделенная копия ПО, которая установлена на сервере разработчика и не может быть доступна сразу нескольким заказчикам.

Наиболее важным фактором, иллюстрирующим экономическую выгоду SaaS-систем, является «эффект масштаба» [7] — поставщик SaaS-системы обслуживает единый программный комплекс, которым могут пользоваться все заказчики, и тем самым тратит значительно меньше ресурсов по сравнению с ситуацией при которой поставщику необходимо осуществлять управление множеством отдельных копий ПО. Также, использование единого программного комплекса позволяет планировать распределение вычислительных мощностей и заранее уменьшить пиковые нагрузки для отдельных групп заказчиков. Все эти факторы позво-

ляют поставщикам SaaS-систем существенно снизить стоимость эксплуатации ПО, что естественно сказывается на цене услуг для заказчика такого ПО. За счет этого стоимость обладания таким ПО значительно ниже издержек, которые возникают при использовании модели лицензирования в классическом виде [8]. Были проанализированы наиболее значимые факторы, стимулирующие использование SaaS-систем заказчиками и развитие таких систем разработчиками, важнейшими из которых являются:

- ◆ отсутствие необходимости в установке ПО на рабочем месте пользователя (доступ к нему осуществляется через web-браузер и крайне редко разработчик предоставляет специальную программу-клиент);
- ◆ сокращение затрат на установку системы, техническую поддержку, обновление и отладку систем в организации заказчика;
- ◆ интуитивно понятный интерфейс — большая часть сотрудников, как правило, хорошо знакома и привыкла к использованию веб-сайтов и сервисов;
- ◆ удобство оплаты, заказчик может отказаться от права на использование ПО, при его высокой стоимости или некачественной работе, что в свою очередь является защитой инвестиций;
- ◆ мультиплатформенность — заказчик никак не зависит от программно-аппаратной платформы, которую выбрал разработчик ПО.

Важным становится и рассмотрение ряда положительных факторов SaaS-систем для разработчиков ПО, к которым, прежде всего, необходимо отнести следующие:

- ◆ развитие веб-технологий, значительные возможности веб-приложений (функциональные) в комплексе с простотой их реализации;
- ◆ быстрый процесс внедрения и относительно низкие затраты на обслуживание конкретного заказчика;
- ◆ лёгкое проникновение на крупные рынки, быстрое распространение;
- ◆ отсутствие проблем с использованием ПО без лицензии;
- ◆ в отличие от классической модели приобретения лицензии, заказчик SaaS-системы не может отказаться от услуг разработчика и при этом продолжать использовать систему, в результате чего обеспечивается защита разработчика и его инвестиций в процесс продаж;
- ◆ в долгосрочном рассмотрении доходы от SaaS-систем могут значительно превысить доходы от продаж лицензионных копий ПО (даже с учетом оказания услуг по технической поддержке);

- ◆ разработчик вправе выбирать ту программно-аппаратную платформу, которую ему выгодно, из соображений её технико-экономической эффективности, а не из-за её распространенности у потенциальных пользователей ПО.

Однако, при всех видимых достоинствах SaaS-системы и наряду с факторами, побуждающими заказчиков внедрять SaaS-системы, а разработчиков — инвестировать значительные ресурсы в их создание, все же, существует ряд факторов, которые могут ограничивать использование данной модели:

- ◆ SaaS-системы применимы далеко не всегда, поскольку значительная экономия ресурсов разработчика SaaS-систем достигается за счёт «эффекта масштаба», поэтому SaaS-системы зачастую неэффективны при необходимости глубокой адаптации под каждого заказчика;
- ◆ многие заказчики опасаются использовать SaaS-системы из соображений безопасности (боясь возможной утечки информации).
- ◆ зависимость от надежности подключения к Интернету.

Все это позволяет сделать вывод о том, что применение концепции SaaS-системы тем не менее являются подходящей для решения задачи наиболее простого обмена данными в информационном поле «СГРЦТ — субъекты регулирования» и будет способствовать ускорению процесса внедрения, позволит снизить затраты на обслуживание конкретного заказчика, а также будет способствовать быстрому распространению разрабатываемых программных комплексов автоматизированного формирования тарифов в сфере энерго снабжения, так как для новых пользователей (субъектов региональной системы энергоснабжения) не потребуются дорогостоящая лицензия для их внедрения.

Принципиальная схема информационного обмена в информационном поле «СГРЦТ — субъекты регулирования» при использовании концепции SaaS показана на рисунке 1.

Проведенные исследования показали, что к основным критериям, по которым следует оценивать пригодность программных платформ как инструмента для разработки указанных программных комплексов необходимо отнести следующие: 1) возможность доступа к конечному приложению через Интернет; 2) низкий уровень связанности логической модели с её визуальным представлением; 3) простота разработки и настройки пользовательских интерфейсов; 4) удобство разработки баз данных; 5) возможность использования приёмов объектно-ориентированного программирования; 6) возможность удобной работы с пользо-

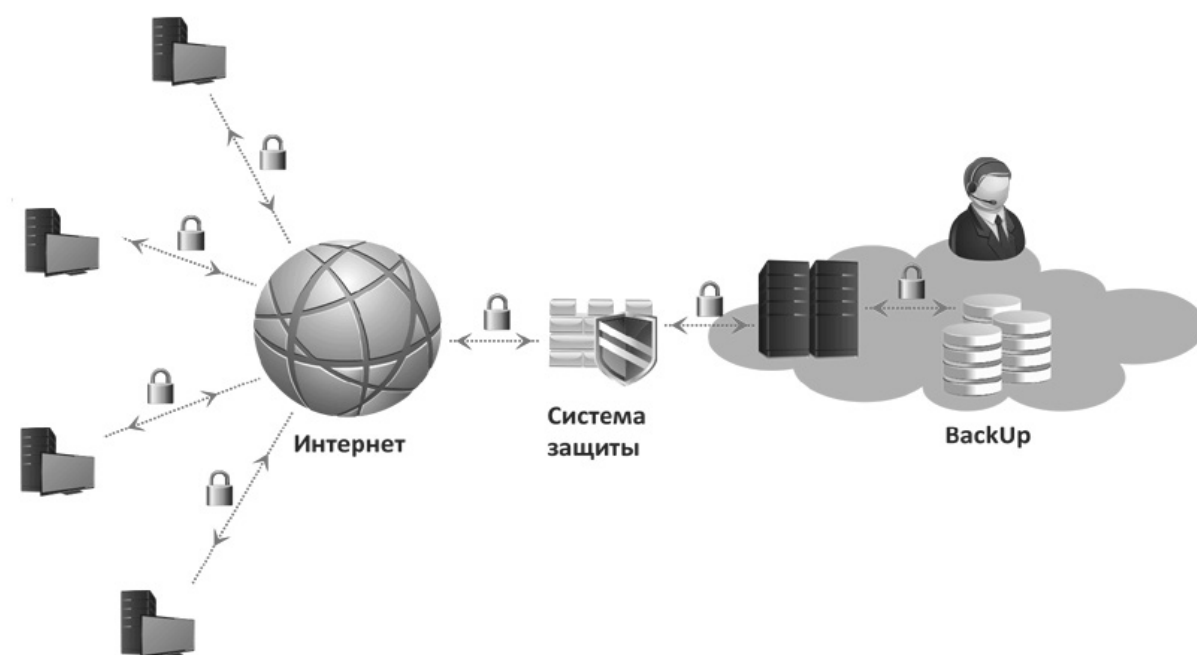


Рис. 1. Принципиальная схема информационного обмена при использовании концепции SaaS

вателями и правами доступа; 7) построение отчетов; 8) защищенность и безопасность конечного приложения; 9) кроссплатформенность (возможность работы на различных платформах).

Разработанные машинно-ориентированные алгоритмы расчета и анализа различных видов тарифов региональной системы энергоснабжения могут быть реализованы на языках, используемых в SaaS. В виду того, что все вычислительные процессы могут производиться в облаке, снимаются какие-либо ограничения на сложность математического аппарата или объем обрабатываемых данных. Наиболее распространенным языком программирования в SaaS представляется язык php, интерпретатор которого запускается на Web-сервере, а ПО представляет собой набор скриптов, хранящихся в исходных кодах. Часть разработчиков отдадут предпочтение языкам ASP, Python, Perl. Существуют специализированные редакторы, которые упрощают написание кода и поиск ошибок в нем. Они позволяют создавать скрипты под разные интерпретаторы (php, asp и др.) Наиболее распространенными из специализированных редакторов являются Dream Weaver, Eclipse, NetBeans, Ruby on Rails (версии 5.0.2 и 4.2), Zend Framework (версии 3 и 2), имеющие встроенные средства отладки скриптов.

Следует отметить, что практически все перечисленные программные платформы соответствуют в той или иной степени описанным критериям и пригодны для ис-

пользования в качестве инструмента для решения задачи построения программного комплекса РТ-Q-1 и ТЭЭ-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере энерго снабжения с применением концепции SaaS.

Окончательный выбор разработчиками конкретных программных продуктов (платформ) для разработки специального ПО был произведен с учетом накопленного ими опыта работы, навыками, квалификацией и предпочтениями,

В частности, при разработке программного комплекса РТ-Q-1 автоматизированного формирования и анализа тарифов на тепловую энергию предпочтение было отдано Zend Framework, являющейся каркасом для веб-приложений, разработанной компанией Zend. Zend Framework представляет из себя библиотеку классов. И на основе этой библиотеки, по определенным правилам, разрабатывается приложение. Важно отметить, что использование библиотек классов в значительной степени сокращает время на проектирование и разработку приложения. Это достигается за счёт применения ранее созданного и выверенного программного кода. Разработчиками Zend Framework реализовано множество классов, что позволяет реализовывать стандартные задачи, такие как доступ к базам данных, различные механизмы аутентификации пользователей с разным уровнем доступа и другие. Также особое внимание уделено безопасности применения классов, что повышает

надежность разрабатываемого комплекса в целом. Zend Framework, также как и RoR, реализует архитектурный шаблон MVC. Ряд авторов отмечают [9–10] следующие достоинства Zend Framework: использование лучших приёмов объектно-ориентированного программирования; открытая лицензия; качественный, протестированный, быстро исполняемый программный код. Немаловажным фактором при выборе программной платформы для разработки программного комплекса РТ-Q-1 является то, что основной упор его разработчиками был сделан на обеспечение при использовании Zend Framework возможности построения надежных, хорошо защищённых и современных кроссплатформенных веб-приложений. Кроме того, учитывался накопленный авторами опыт работы с языком PHP и базами данных MySQL. Все это позволило сделать вывод о том, что наиболее полно отвечающей всем предъявленным критериям и удобной для разработки РТ-Q-1 программной платформой является Zend Framework 2.0.

При разработке комплекса ТЭЭ-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере электро снабжения предпочтение было отдано специализированным редакторам Eclipse и NetBeans. Eclipse, написанная на языке программирования Java, является бесплатной программной платформой с открытым исходным кодом. Eclipse имеет ряд особенностей, таких как: кроссплатформенность (работает под операционными системами Windows, Linux, Mac OSX и др); мультиязычность — используя Eclipse можно программировать на множестве языков, таких как Java, C и C++, PHP, Perl, Python, Cobol и других. NetBeans, позволяющему быстро и легко разрабатывать настольные, мобильные и веб-приложения Java, а также приложения HTML5 с использованием технологий HTML, JavaScript и CSS. Работа над проектом Eclipse ведётся в нескольких направлениях, основные три — работа над платформой Eclipse, разработка Java IDE, разработка плагинов для расширения функциональности Eclipse. Гибкость и расширяемость достигается благодаря модульности платформы. Определившись с целями, возможно использовать любую подходящую для поставленных задач сборку, уже укомплектованную необходимыми расширениями.

NetBeans позволяет быстро и легко разрабатывать настольные, мобильные и веб-приложения Java, а также приложения HTML5 с использованием технологий HTML, JavaScript и CSS. IDE также предоставляет многофункциональные наборы средств для разработчиков работающих на языке PHP и C/C++. Это бесплатное ПО с открытым исходным кодом, которое имеет большое сообщество пользователей и разработчиков по всему миру. [12]

По сравнению с другими средами IDE среда IDE NetBeans обеспечивает высококлассную комплексную

поддержку новейших технологий Java и последних усовершенствований стандартов Java. Благодаря постоянно совершенствующемуся редактору Java, разнообразным возможностям и широкому спектру инструментов, шаблонов и образцов, IDE NetBeans устанавливает стандарт разработки с помощью новейших готовых технологий.

Редактор поддерживает множество языков — от Java, C / C++, XML и HTML до PHP, Groovy, Javadoc, JavaScript и JSP. Редактор является расширяемым, поэтому можно подключить поддержку для множества других языков.

IDE NetBeans предлагает различные представления данных, от нескольких окон проектов до полезных средств настройки и эффективного управления приложениями, что обеспечивает быстрый и удобный переход по уровням иерархии данных, а также предоставляет средства управления версиями с помощью готовой интеграции Subversion, Mercurial и Git. При присоединении к проекту новых разработчиков они смогут понять структуру приложения благодаря четкой организации кода и дружественным интерфейсом. С помощью редакторов и функций перетаскивания в среде IDE можно быстро и эффективно разрабатывать графические интерфейсы для приложений Java SE, HTML5, Java EE, PHP, C/C++ и Java ME. NetBeans GUI Builder автоматически обрабатывает правильные интервалы между строками и выравнивание для приложений Java SE, поддерживая редактирование внутри строки. Конструктор графического интерфейса достаточно интуитивен и прост в использовании.

NetBeans предоставляет средства статического анализа, в частности интеграцию с широко используемым инструментом FindBugs, для выявления и исправления распространенных проблем в коде Java. Кроме того, отладчик NetBeans позволяет размещать точки останова в исходном коде, добавлять контрольные модули для полей, выполнять код в пошаговом режиме с заходом в методы, создавать снимки и отслеживать выполнение. Также, по аналогии со средой разработки Eclipse в среде NetBeans существует конструктор среды.

NetBeans Profiler предоставляет экспертную помощь для оптимизации скорости приложения и использования памяти, а также упрощает построение надежных и масштабируемых приложений Java SE, JavaFX и Java EE. IDE NetBeans включает в себя визуальный отладчик для приложений Java SE, что позволяет выполнять отладку пользовательских интерфейсов, не обращаясь к исходному коду. IDE NetBeans может быть установлена на всех операционных системах с поддержкой Java — от Windows и Linux до Mac OS X. Сообщество NetBeans является большим и активным. Этот факт позволяет разработчику работающему со средой NetBeans обмени-

ваться опытом, устранять какие-либо ошибки в ходе разработки ПО, а также быть в курсе последних обновлений связанных со средой.

Исходя из всего сказанного, было принято обоснованное решение об использовании в качестве среды для разработки ПО универсального программного комплекса ТЭЭ-1 автоматизированного формирования и анализа тарифов в сфере электроснабжения Eclipse и NedBeans,

в которых наряду с перечисленными преимуществами предусмотрены средства, упрощающие разработку для СУБД и пользовательского интерфейса. С этих позиций среда NedBeans представляется наиболее удобной. В качестве языка программирования используется php, база данных — MySQL. Сервер ТЭЭ-1 при таком подходе может функционировать под управлением любой операционной системы, способной запускать Web- сервера Apache, IIS, Nginx и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арунянц Г.Г., Воронин Т. А., Айрапетов С. А. Тарифное регулирование деятельности субъектов электроснабжающего комплекса Калининградской области и пути его автоматизации / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Перспективы науки. Технические науки. Информатика, вычислительная техника и управление, 2016, № 6 (81). — С. 8–17
2. Арунянц Г. Г. Концепция и особенности построения программного комплекса РТ-Q-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере тепло снабжения / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Наука и бизнес: пути развития. — 2016. — № 3 (57). — С. 66–73.
3. Арунянц Г.Г., Воронин Т. А., Айрапетов С. А. Процесс регулирования деятельности субъектов теплоснабжающего комплекса Калининградской области и пути его автоматизации / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Научное обозрение. — 2016. — № 9. — С. 231–238.
4. Денисов Д. В. Перспективы развития облачных вычислений / Д. В. Денисов // Прикладная информатика. — 2009. — № 5(23). — С. 52–58.
5. Модель SaaS — в мире и в России // BYTE Россия. Управление ИТ-инфраструктурой. — 2008. — № 10 (119).
6. Traudt, E., Konary, A. IDC2005 Software as a Service Taxonomy and Research Guide / E. Traudt, A. Konary. — IDC, 2005.
7. Maynard, J. Five Benefits of Software as a Service / J. Maynard. — Trumba, 2007. — 14 с.
8. Strategic Backgrounder: Software as a Service / Software and Information Industry Association, 2001. — 18 с.
9. Hartl, M. Ruby on Rails Tutorial / M. Hartl. — 3rd edition. — Addison-Wesley, 2015. — 664 с.
10. Васвани, В. Zend Framework. Разработка веб-приложений на PHP / В. Васвани. — СПб.: Питер, 2012. — 432 с.
11. Шасанкар, К. Zend Framework 2.0. Разработка веб-приложений / К. Шасанкар. — СПб.: Питер, 2014. — 208 с.
12. Обзор среды разработки NetBeans, Никифоров В.С / № 5/ том 1/2013 Руководство по использованию среды NetBeans с языком C++

© Арунянц Геннадий Георгиевич (Suro99@mail.ru), Воронин Тимофей Аркадьевич (voronin.timofey@gmail.com), Айрапетов Сергей Альбертович (sergey@kit39.com). Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

