

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

УДК 681.324+004.75

КОНЦЕПЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ РАЗРОЗНЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

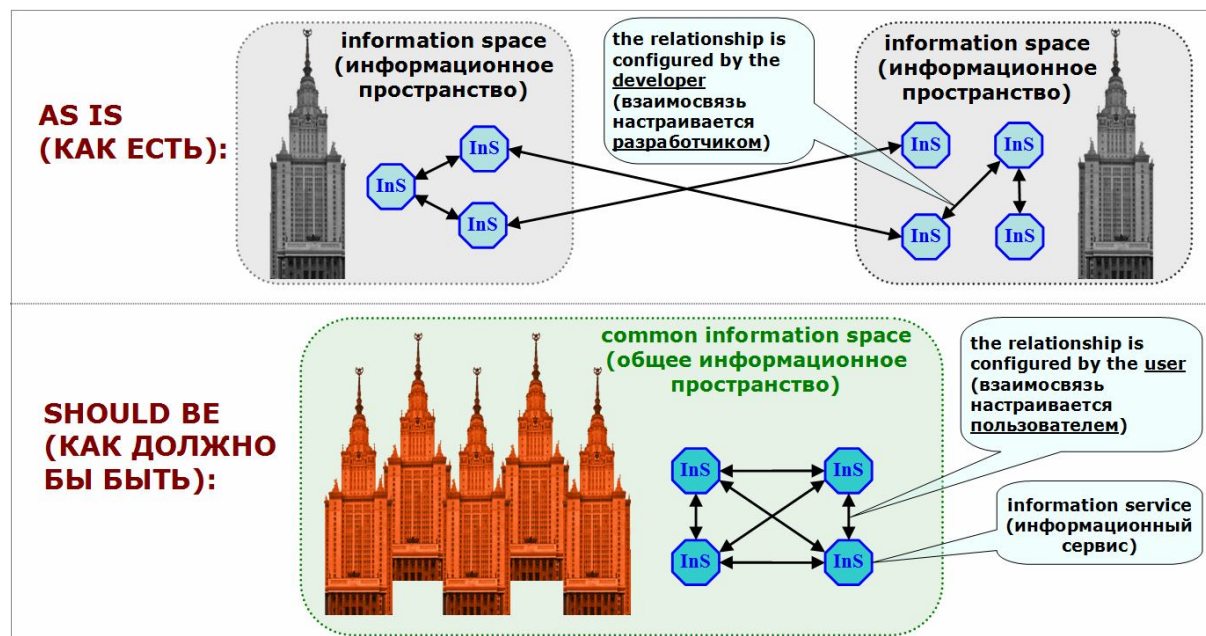
Статья поступила в редакцию 23.12.2016, в окончательном варианте – 26.01.2017.

Конькин Андрей Владимирович, аспирант, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, 20, e-mail: gastgeber@land.ru

В данной статье представлена концепция архитектуры вычислительного комплекса, обеспечивающего оригинальный вариант интеграции разрозненных информационных сервисов электронного обучения в общее информационное пространство на основе единых принципов функционирования. Обосновывается необходимость и целесообразность создания/использования такого комплекса в условиях современного динамично развивающегося информационного общества, а также повышения качества вузовского и послевузовского образования в России; оптимизации затрат, направленных на наращивание интеллектуального потенциала страны. Представлены характерные особенности комплекса, определяющие его фундаментальные основы и преимущества перед аналогичными системами и комплексами, которые могут обладать такими же особенностями, но с иным качеством. Предлагается разработанная в рамках настоящего исследования архитектура комплекса, обеспечивающая целостность данных и структуры комплекса; его «живучести» при потере доступности отдельных сервисов. Сформулированы принципы функционирования комплекса, включающие высокий уровень надежности, масштабируемость и равные технические возможности поставщиков информационных сервисов электронного обучения в пределах комплекса.

Ключевые слова: архитектура, вычислительный комплекс, интеграция, информационное пространство, информационные сервисы, масштабируемость, принципы функционирования, целостность данных, целостность структуры, оптимизация решений

Графическая аннотация (Graphical annotation)



THE CONCEPT OF ARCHITECTURE OF A COMPUTING COMPLEX DESIGNED TO INTEGRATION OF DISPARATE INFORMATION SERVICES OF E-LEARNING

The article has been received by editorial board 23.12.2016, in the final version – 26.01.2017.

Konkin Andrey V., postgraduate student, National Research University Higher School of Economics, 20 Myasnikskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation, e-mail: gastgeber@land.ru

This article presents the concept of architecture of the computing complex which provides the original version of the integration of disparate information services for e-learning into the common information space on the basis of common principles of functioning. Substantiated the necessity and expediency of creating/using such a complex in the conditions of dynamically developing modern information society, as well as of improving the quality of higher and postgraduate education in Russia; cost optimization, aimed at building up the intellectual potential of the country. Presented the characteristic features of the complex that determine its fundamental basics and the advantages over similar systems and complexes, which can have the same features, but with a different quality. Offers developed in the framework of the present research the architecture of the complex, ensuring the integrity of the data and the structure of the complex; its "survivability" in the loss of availability of certain services. Formulates the principles of functioning of the complex, including a high level of reliability, scalability, and equal to the technical capabilities of the vendors of information services for e-learning within the complex.

Keywords: architecture, computing complex, integration, information space, information services, scalability, principles of functioning, data integrity, integrity of the structure, optimization solutions

Введение. В настоящее время активно развиваются системы, предоставляющие пользователям информационные сервисы (ИнС) различного назначения. Например, многофункциональные центры и портал государственных услуг, в которых пользователям предоставляются информационные сервисы посредством технологии «одно окно» [10, 12, 13, 18]. Благодаря этой технологии от пользователя скрыт процесс межведомственного информационного обмена [12]. Как правило, на этапе создания или развития таких систем можно так настроить взаимодействие ИнС между собой, чтобы можно было предоставлять пользователю данные из разных источников в едином формате [10, 12, 13].

Однако существуют задачи интеграции ИнС, включающие создание действительно сквозного представления ИнС от различных поставщиков [17]. Подобная интеграция должна обеспечивать не просто реализацию технологии «одно окно», а давать возможность совместного функционирования ИнС так, чтобы последовательность взаимодействующих ИнС определялась в зависимости от текущих потребностей конкретного пользователя. Иными словами, необходимо обеспечить возможность такой настройки не на этапе создания или развития системы, а в процессе её функционирования.

Поэтому цель настоящей статьи – представить разработанные в рамках настоящего исследования концептуальную основу интеграции разрозненных ИнС электронного обучения в общее информационное пространство на основе единых принципов функционирования.

Общая характеристика предметной области. В настоящее время наиболее передовым подходом к решению задач интеграции ИнС считается SOA (Service-Oriented Architecture). Мировыми лидерами ИТ-индустрии предлагаются следующие SOA-ориентированные продукты и инструменты: IBM WebSphere; Oracle SOA Suite; Microsoft BizTalk Server; BEA WebLogic; TIBCO Business Integration [1, 2, 5, 16]. Внедрение SOA – это долгая, дорогая и крайне трудоемкая работа, требующая серьезной перестройки ИТ-инфраструктуры и стратегии поставщика ИнС [5, 11]. При этом удачное SOA-решение для одного поставщика ИнС может не так эффективно работать для другого [5].

Интеграция ИнС наиболее востребована в области электронного обучения (ЭО). Причина: системы, используемые в этой области, должны постоянно развиваться, чтобы своевременно предоставлять актуальные ИнС электронного обучения (ИСЭО) [4, 14].

В настоящее время множество образовательных центров (ОЦ) предлагают большое количество ИСЭО [4, 6]. Под ОЦ в настоящей статье понимается любой поставщик ИСЭО (например, образовательное учреждение или индивидуальный предприниматель) [6]. Одни ОЦ предоставляют ИСЭО посредством использования собственных разработок, другие – путем применения готовых программных решений, которые адаптируются по мере возможности под собственные нужды [14]. Полученные при этом решения, как правило, удовлетворяют не всех участников образовательного процесса и имеют экспериментальный характер [6]. В основном это обусловлено низким уровнем применения педагогических методов ЭО; скудностью информационного наполнения; слабой технической оснащённостью ОЦ в ряде регионов России [6].

Для решения задач эффективного использования ИнС необходимо объединить имеющийся опыт информатизации образования и перейти от создания разрозненных ИСЭО различных ОЦ к их интеграции в общее информационное пространство на основе единых принципов функционирования [6, 14]. Для этого предлагается разработать вычислительный комплекс информационных сервисов электронного обучения (ВКИСЭО) [6]. Под ним в настоящей статье понимается совокупность ИСЭО интегрированных ОЦ в ВКИСЭО (далее – ОЦВК). При этом предполагается, что между ОЦВК обеспечивается осуществление распределенной обработки данных на любом уровне их функционирования в рамках распределенных прикладных процессов ВКИСЭО [6].

Существенный вклад в решение задачи интеграции деятельности различных ОЦ внесли работы таких ученых и специалистов [6], как Е.И. Горбунова [3], С.Л. Лобачев [3, 9], А.А. Малых [3], А.В. Манцивода [3], А.А. Поляков [3], В.И. Солдаткин [3] и В.П. Тихомиров [15]. Благодаря этим результатам пользователь услуг ЭО может воспользоваться ИСЭО любого интегрированного ОЦ [6]. Однако достигаемые при этом результаты не ориентированы на создание действительно сквозного предоставления ИСЭО интегрированных ОЦ [6]. Поэтому для успешного решения последней задачи необходимо проведение дополнительных исследований в указанном направлении [6].

Общая характеристика особенностей предлагаемой разработки. На основе результатов проведенного исследования в области разработки и использования систем ЭО были сформулированы характерные особенности ВКИСЭО, определяющие его фундаментальные положения и преимущества перед автономными или слабосвязанными между собой ОЦ. Последняя категория ОЦ может обладать описываемыми ниже особенностями, но не в таком качестве [4, 6–8].

- *Гибкость при составлении индивидуальной траектории обучения.* Учащийся может изучать в рамках единого образовательного процесса унифицированные части курса (например, отдельные разделы или темы дисциплины) в различных ОЦВК. Тем самым значительно расширяются возможности адаптации индивидуальных траекторий обучения к целям и начальному уровню знаний студентов и других лиц.

- *Возможность привлечения лекторов из разных ОЦВК.* Последние могут предоставлять курсы, отдельные части которых преподаются лекторами из разных ОЦВК.

- *Возможность повышения качества и эффективности обучения лиц с ограниченными физическими возможностями.* Конкурентный характер ВКИСЭО способствует тому, чтобы ИСЭО для таких лиц предоставлялись не только специализированными ОЦВК, но и остальными – поскольку для таких лиц достаточно предоставлять унифицированные части курсов.

- *Гибкость в создании образовательных программ.* Можно синтезировать образовательные программы, содержание которых раньше преподавалось по отдельности или в разных ОЦ.

- *Доступность реальных рейтингов.* Обращения пользователей в различные ОЦВК будут способствовать формированию реальных рейтингов (например, рейтингов ОЦВК или ИСЭО).

- *Возможность агрегации данных из разных ОЦВК.* Такие данные могут быть получены в единой форме представления и за любой период времени.

- *Широкий доступ к различным ИСЭО.* Пользователи (например, разработчики курсов или обучающиеся) могут иметь доступ к ИСЭО различных ОЦВК. При этом целями могут быть составление нового учебного материала; освоение знаний в любом ОЦВК в рамках единого образовательного процесса.

- *Гибкость и расширяемость ВКИСЭО.* Легко распространять/переносить положительный опыт (принятые новшества) любого ОЦВК на весь ВКИСЭО.

- *Расширенный круг пользователей по интересам.* Субкультура пользователей не ограничена одним ОЦ. Для обсуждения различных тем в общем информационном пространстве ВКИСЭО могут формироваться различные сообщества (форумы пользователей по определенной тематике/направлению).

- *Децентрализованное управление пользователями.* Пользователи регистрируются в конкретном ОЦВК, а частичное управление ими может возлагаться на те ОЦВК, в которые они потом обращаются. Например, тестирование знаний учащегося по изученному курсу может осуществляться в разных ОЦВК, в которых он изучал соответствующие унифицированные части курса; могут отличаться права доступа к ИСЭО конкретного ОЦВК для зарегистрированных в нем учащихся и для тех учащихся, которые зарегистрированы в другом ОЦВК.

- *Гибкость и расширяемость прикладных процессов.* Прикладной процесс, части которого выполняются в разных ОЦВК, представляется так, как будто он выполняется в одном ОЦВК (хотя каждая часть выполняется в соответствии с требованиями конкретного ОЦВК).

- *Качественное и эффективное развитие ВКИСЭО.* Это может происходить преимущественно благодаря следующим факторам:

- учащиеся могут воспользоваться ИСЭО различных ОЦВК, определяя (стимулируя) своим выбором направление дальнейшего развития ОЦВК, а, следовательно, и всего ВКИСЭО;

- любая проблема ВКИСЭО будет решаться либо через совместное участие ОЦВК, либо с учетом конкурентных отношений между ОЦВК.

В данной статье юридические и финансовые вопросы организации взаимодействия ОЦ (в т.ч. связанные с использованием образовательных ресурсов разных правообладателей) не рассматриваются, т.к. работа носит инженерно-технический характер.

Архитектура предлагаемой разработки. Архитектура ВКИСЭО, с одной стороны, должна обеспечивать интеграцию ОЦВК в общее информационное пространство, а с другой – ОЦВК должны быть независимы от текущего «состояния» друг друга [6].

Для того чтобы ВКИСЭО соответствовал вышеуказанным характерным особенностям, предлагается разработать типовое ПО (ТПО), на основе которого создать однородную структуру всего комплекса [6].

ТПО ВКИСЭО (далее – просто ТПО) – это программный комплекс, обеспечивающий ВКИСЭО полным набором сервисных функций и необходимыми информационными ресурсами [6].

ТПО можно разделить на два вида [6, 7]:

- *общее ТПО (ОбщТПО)*, которое обеспечивает навигацию по ВКИСЭО, например, при поиске необходимых ИСЭО;

- *основное ТПО (ОснТПО)*, которое реализует информационное пространство конкретного ОЦВК, а также обеспечивает его взаимодействие с ОбщТПО и с любым ОЦВК.

На рисунке 1 представлена разработанная в рамках настоящего исследования архитектура ВКИСЭО [6, 7], а на рисунке 2 – схема взаимодействий в ВКИСЭО, включающая связи между его основными функциональными элементами.

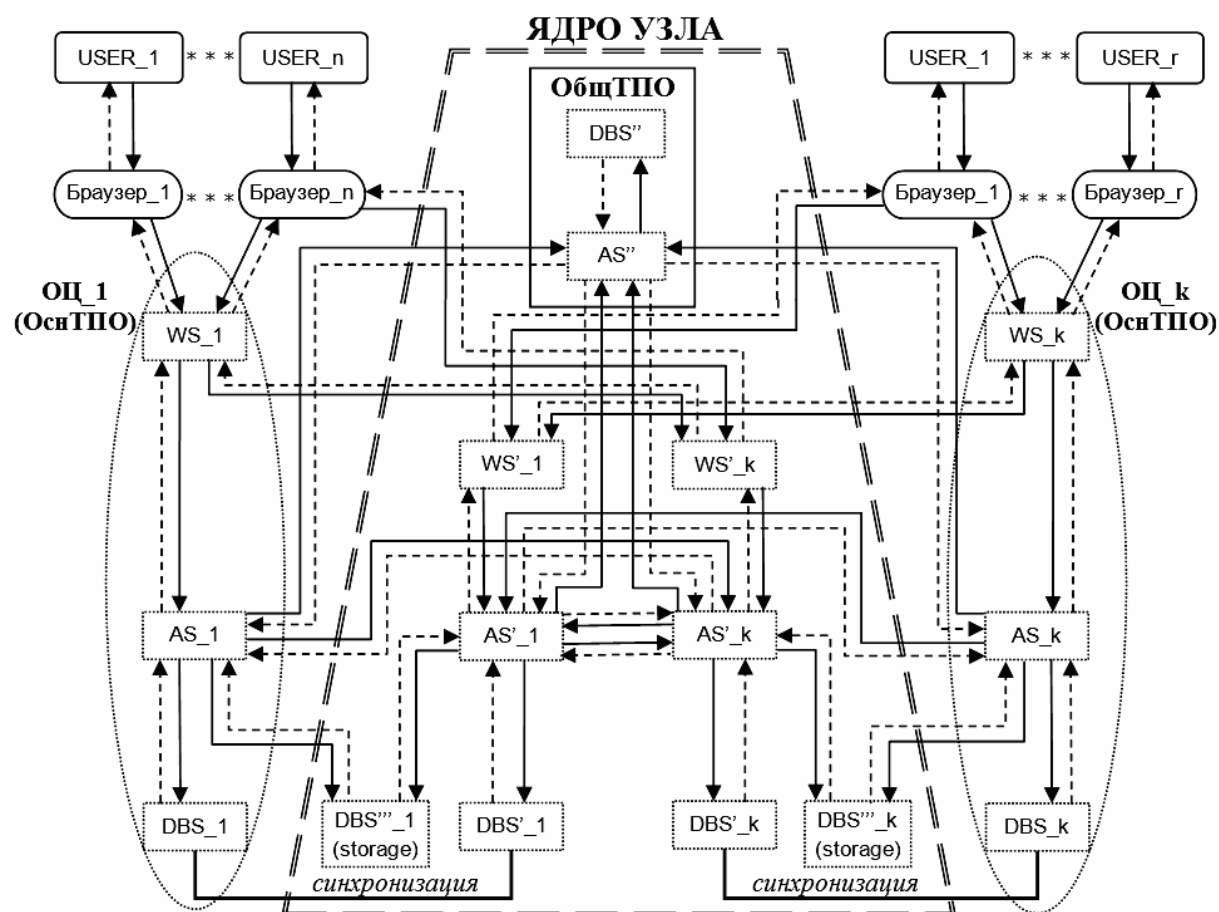


Рисунок 1 – Архитектура ВКИСЭО [6, 7]

Обозначения: *сплошная стрелка* – запрос; *пунктирная стрелка* – ответ; *ОЦ_х* – ОЦВК под порядковым номером «х»; *WS/WS'* – Web-сервер, реализующий логику представления; *AS/AS'/AS''* – сервер приложений, реализующий прикладную логику; *DBS/DBS'/DBS''/DBS'''* – сервера баз данных (БД); *WS_х/AS_х/DBS_х* – WS/AS/DBS, выделенные для ОЦ_х

ВКИСЭО состоит из взаимосвязанной совокупности узлов [6]. Под узлом понимается совокупность ОЦВК, объединенных в зависимости от коммуникационного уровня охватываемой узлом территории [6]. Узел состоит из одного ядра, к которому подключены ОснТПО (WS, AS и DBS) ОЦВК [6, 7]. Каждое ядро состоит из одного ОбщТПО (AS'' и DBS''), совокупности хранилищ данных (DBS''') и представителей (ОснТПО': WS', AS' и DBS') [6, 7]. Представитель и хранилище данных выделяются для конкретного ОЦВК [6, 7]. Основное назначение представителя – обслуживать запросы к его ОЦВК из различных ОЦВК [6, 7]. БД (DBS) ОЦВК и БД (DBS') его представителя синхронизированы посредством репликации [6, 7]. Это позволяет лекторам конкретного ОЦВК взаимодействовать с учащимися из других ОЦВК так, как будто эти учащиеся из этого же ОЦВК. С другой стороны, такое решение позволяет разграничивать сервера ОЦВК и его представителя, которые обслуживают запросы пользователей, соответственно, только из этого же ОЦВК и только из других ОЦВК [6]. Хранилище содержит редко используемые данные. Оно предназначено для того, чтобы уменьшить вычислительную нагрузку в ОЦВК и его представителе [6, 7]. Далее используются такие предположения (допущения).

1) Независимость ядра любого узла ВКИСЭО от политики какого-либо ОЦВК позволит обеспечить следующее [7]:

- сохранить целостность данных и структуры ВКИСЭО при «нештатных ситуациях», например, в случае выхода какого-либо ОЦВК из его состава, временной потере доступности к ОЦВК и др.;
- устранить разницу в технической оснащенности между ОЦВК, обеспечив их равными техническими возможностями предоставления ИСЭО.

2) Ядро будет организовано и обслуживаться по единым правилам. Это даст возможность устранять любую проблему ядра единообразно, с использованием накопленной статистики и выработанных в процессе эксплуатации стандартов решения проблем.

3) С одной стороны, представитель ОЦВК не является собственностью ОЦВК. Однако, с другой стороны, должна быть возможность по запросу ОЦВК регулировать мощность его представителя. Аналогичным образом может быть организовано решение проблемы производительности ОснТПО любого ОЦВК.

Таким образом, предлагаемая архитектура ВКИСЭО дает возможность успешно решать следующие задачи [6, 7]:

- обеспечение ОЦВК равными техническими возможностями предоставления ИСЭО;
- сохранение целостности данных и структуры ВКИСЭО;
- повышение уровня масштабируемости и надежности функционирования ВКИСЭО.

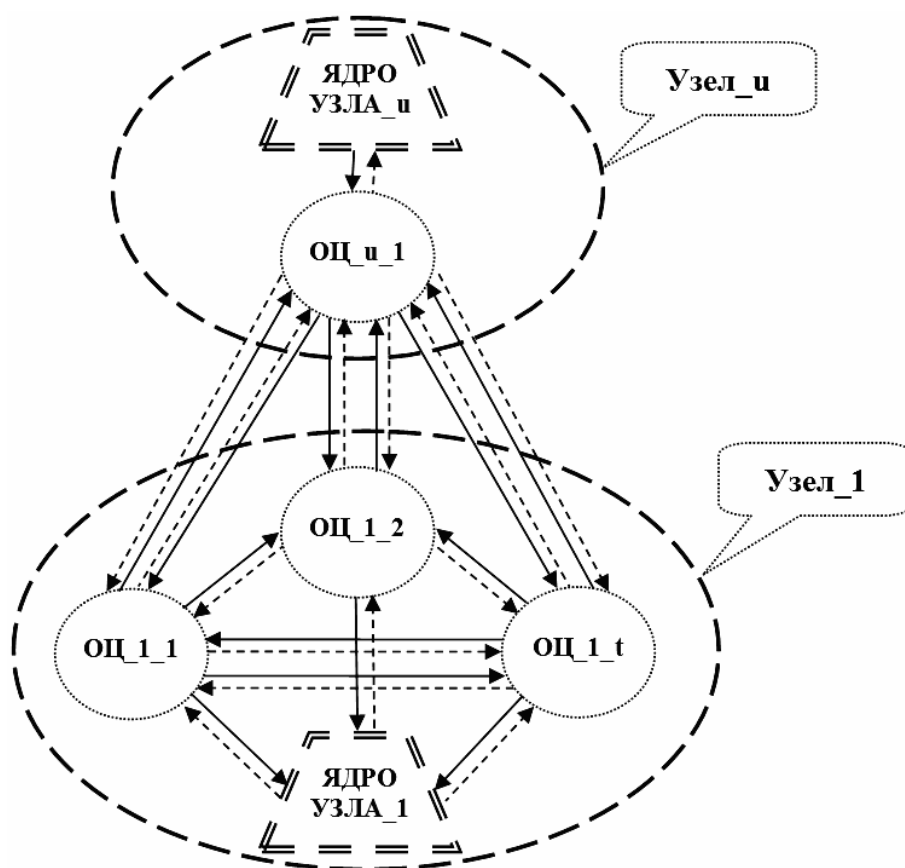


Рисунок 2 – Схема взаимодействий в ВКИСЭО

Обозначения: *сплошная стрелка* – запрос; *пунктирная стрелка* – ответ; *Узел_x* – узел под порядковым номером «х»; *ОЦ_x_y* – ОЦВК под порядковым номером «у» узла_x

Кроме того, в ВКИСЭО должно быть предусмотрено хранилище данных обо всех регистрациях пользователей. Каждый пользователь регистрируется в конкретном ОЦВК, из которого он может обращаться не только в «свой», но и в другие ОЦВК. Например, лектор может уйти из одного ОЦВК и устроиться (зарегистрироваться) в другом ОЦВК. Или учащийся может получить образование сначала в одном ОЦВК, а затем поступить (зарегистрироваться) в другом ОЦВК. С помощью этого хранилища можно будет из любого ОЦВК получить исчерпывающую информацию о любых пользователях и их деятельности за любой период времени в пределах всего ВКИСЭО.

Принципы функционирования. На основе характерных особенностей и предложенной архитектуры ВКИСЭО были сформулированы следующие принципы его функционирования.

1. *Прозрачный доступ к распределенным данным* обеспечивается едиными методами и алгоритмами распределенной обработки данных и прикладных процессов, а также применением такой компонентной технологии, как Enterprise JavaBeans.

2. *Возможность выполнения сквозных прикладных процессов между различными ОЦВК* обеспечивается реализацией принципа № 1.

3. *Интероперабельность ИСЭО* – это возможность совместного взаимодействия и функционирования ИСЭО различных ОЦВК. Она обеспечивается реализацией принципов № 1 и № 2.

4. *Возможность получения корректной информации за любой период времени в единой форме представления*, которая может состоять из данных одного или различных ОЦВК, обеспечивается реализацией принципа № 1.

5. *ОЦВК имеют равные технические возможности предоставления ИСЭО* – обеспечивается представителями ОЦВК в ядре узлов ВКИСЭО, а также возможностью создания филиалов любого ОЦВК в различных узлах ВКИСЭО.

6. *Сохранение целостности данных и структуры ВКИСЭО* (например, в случае выхода какого-либо ОЦВК из состава ВКИСЭО) – обеспечивается наличием представителей ОЦВК в ядре узлов ВКИСЭО, а также особой организацией хранения данных.

7. *ОЦВК/ИСЭО могут взаимодействовать друг с другом, а взаимодействующие ОЦВК/ИСЭО должны определяться в процессе функционирования, а не на этапе создания или развития ВКИСЭО* – обеспечивается реализацией принципов № 1 и № 2.

8. *Записи не дублируются между ОЦВК* (например, любая запись ОЦВК, состоящая из данных разных ОЦВК, не дублируется в эти ОЦВК) – обеспечивается реализацией принципа № 1.

9. *Высокий уровень масштабируемости ВКИСЭО* – обеспечивается независимостью элементов ядра от политики функционирования подключенных к нему ОЦВК. Благодаря этой политике можно своевременно наращивать мощность представителей ОЦВК в ядре узлов ВКИСЭО на основе выработанных в процессе эксплуатации стандартов решения возникающих технических проблем.

10. *Расширяемость ВКИСЭО* – обеспечивается тем же, что и для принципа № 9, а также возможностью создания филиалов ОЦВК в различных узлах ВКИСЭО.

11. *Высокий уровень надежности функционирования ВКИСЭО* – обеспечивается представителями и хранилищами данных в ядре узла ВКИСЭО, а также единым методом и алгоритмами решения задачи разгрузки серверов в ВКИСЭО.

12. *Независимость типового ПО ВКИСЭО от платформы и фирмы производителя* – обеспечивается применением такой компонентной технологии, как Enterprise JavaBeans.

13. *ОЦВК не должны зависеть от «состояния» друг друга* – этот принцип обеспечивается представителями ОЦВК в ядре узла ВКИСЭО; единым методом и алгоритмами решения задачи синхронизации распределенных данных в ВКИСЭО.

14. *Минимальный сетевой трафик между ОЦВК, а также между ОЦВК и пользователями* – обеспечивается тем же, что и для принципа № 1.

Выводы. Полученные результаты составляют концептуальную основу вычислительного комплекса ИСЭО. Использование предложенной архитектуры комплекса, реализующей разработанные принципы функционирования, позволит обеспечить эффективное решение задач целостности данных и структуры комплекса, расширит возможности для обучающихся по использованию различных информационных сервисов.

Список литературы

1. Боркус В. Платформы интеграции для любого «гурмана» / В. Боркус // Сайт «PC Week live». – 2004. – № 12' (426). – Режим доступа: http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=67117&sphrase_id=125056 (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

2. Горбань А. Платформы для интеграции / А. Горбань // Открытые Системы. СУБД. – 2004. – № 11. – Режим доступа: <http://www.osr.ru/os/2004/11/184797/> (дата обращения 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

3. Горбунова Е. И. Открытое образование: стандартизация описания информационных ресурсов / Е. И. Горбунова, С. Л. Лобачев, А. А. Малых, А. В. Манцивода, А. А. Поляков, В. И. Солдаткин. – Москва : РИЦ «Альфа» Московского государственного открытого педагогического университета имени М.А. Шолохова, 2003. – 215 с.

4. Жилин Л. Э. Анализ номенклатуры программных средств массового использования, применяемых в российских вузах (на примере Астраханского государственного университета) / Л. Э. Жилин, А. Н. Горбачева, Ю. М. Брумштейн, Е. Ю. Васильковский // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 2. – С. 20–37.

5. Конькин А. В. Интеграция корпоративных приложений и её перспективы / А. В. Конькин // Качество. Инновации. Образование. – 2012. – № 5 (84). – С. 89–94.
6. Конькин А. В. Метод интеграции разобщенных информационных сервисов электронного обучения в единое информационное пространство / А. В. Конькин // ИТ-Стандарт 2016 : сборник трудов VII Международной конференции. – Москва : Московский технологический университет (МИРЭА), 2016. – С. 406–416.
7. Конькин А. В. Подход к интеграции информационно-образовательных сред дистанционного обучения / А. В. Конькин, Ю. Л. Леохин // Качество. Инновации. Образование. – 2012. – № 11 (90). – С. 17–24.
8. Леохин Ю. Л. Перспективная сетевая технология дистанционного обучения / Ю. Л. Леохин, А. В. Конькин // Качество. Инновации. Образование. – 2012. – № 2 (81). – С. 17–22.
9. Лобачев С. Л. Теоретические основы и принципы построения информационно-образовательной среды открытого образования и ее практическая реализация : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук / С. Л. Лобачев. – Москва : Российский государственный институт открытого образования, 2005. – 350 с.
10. Многофункциональный центр // Сайт «Википедия». – 2016. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Многофункциональный_центр (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. Мороз С. Стратегическое видение – обязательное условие для создания SOA / С. Мороз // Информационное агентство «Банкир.Ру». – 2008. – Режим доступа: <http://bankir.ru/publikacii/20080922/strategicheskoe-videnie--obyazatelnoe-sloviya-dlya-sozdaniya-soa-1371781/> (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Одно окно // Сайт «Википедия». – 2015. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Одно_окно (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
13. Портал государственных услуг Российской Федерации // Сайт «Википедия». – 2016. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал_государственных_услуг_Российской_Федерации (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. Скоблева Э. И. Модели и механизмы выбора оптимальной стратегии реформ в системе высшего образования России / Э. И. Скоблева, А. З. Шарипова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4. – С. 45–64.
15. Тихомиров В. П. Качественное образование для всех как основа формирования общества знаний / В. П. Тихомиров // Информационное общество. – 2005. – № 4. – С. 6–10.
16. Торшин Д. В. Методы интеграции данных компьютерных систем на основе универсального формата обмена данными : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Д. В. Торшин. – Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2009. – 134 с.
17. Finister James. Service Integration: Sourcing for the Future / James Finister // At Your Service. – October 2012. – Vol. 2, issue 3.
18. Oracle SOA Suite // Сайт «Oracle». – Режим доступа: <http://www.oracle.com/us/products/middleware/soa/suite/overview/index.html> (дата обращения: 26.12.2016), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Borkus V. Platformy integratsii dlya lyubogo «gurmana» [Integration platform for any "gourmet"]. *Sayt «PC Week live»* [Site "PC Week live"], 2004, no. 12 (426). Available at: http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=67117&spphrase_id=125056 (accessed 26.12.2016).
2. Gorban A. Platformy dlya integratsii [Platforms for integration]. *Otkrytye Sistemy. SUBD* [Open System. DBMS], 2004, no. 11. Available at: <http://www.osp.ru/os/2004/11/184797/> (accessed 26.12.2016).
3. Gorbunova Ye. I., Lobachev S. L., Malykh A. A., Mantsivoda A. V., Polyakov A. A., Soldatkin V. I. Otkrytoe obrazovanie: standartizatsiya opisaniya informatsionnykh resursov [Open education: Standardization of the description of information resources], Moscow, Advertising and Publishing Center "Alpha" of the Moscow State Open Pedagogical University named after M.A. Sholokhov Publ. House, 2003. 215 p.
4. Zhilin L. E., Gorbacheva A. N., Brumshteyn Yu. M., Vaskovskiy Ye. Yu. Analiz nomenklatury programmnykh sredstv massovogo ispolzovaniya, primenyaemykh v rossiyskikh vuzakh (na primere Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta) [The nomenclature analysis of mass usage software, applied in Russian Universities (on the example of Astrakhan State University)]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2015, no. 2, pp. 20–37.
5. Konkin A. V. Integratsiya korporativnykh prilozheniy i ee perspektivy [Integrating enterprise applications and its prospects]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2012, no. 5 (84), pp. 89–94.
6. Konkin A. V. Metod integratsii razobshchennykh informatsionnykh servisov elektronnoy obucheniya v edinoe informatsionnoe prostranstvo [A method of integrating disparate information services of e-learning into a common information space]. *IT-Standart 2016 : sbornik trudov VII Mezhdunarodnoy konferentsii* [IT-Standard 2016. Proceedings of the VII International Conference], Moscow, Moscow Technological University (MIREA) Publ. House, 2016, pp. 406–416.
7. Konkin A. V., Leokhin Yu. L. Podkhod k integratsii informatsionno-obrazovatelnykh sred distantsionnogo obucheniya [Approach to the integration of information-educational environments distance learning]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2012, no. 11 (90), pp. 17–24.
8. Leokhin Yu. L., Konkin A. V. Perspektivnaya setevaya tekhnologiya distantsionnogo obucheniya [Promising network technology of distance learning]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2012, no. 2 (81), pp. 17–22.
9. Lobachev S. L. *Teoreticheskie osnovy i printsipy postroeniya informatsionno-obrazovatelnoy sredy otkrytogo obrazovaniya i ee prakticheskaya realizatsiya* [Theoretical basis and principles of construction of information-educational environment of open education and its practical realization], Moscow, Russian State Institute of Open Education Publ. House, 2005. 350 p.

10. Mnogofunktsionalnyy tsentr [Multifunctional centre]. *Sayt «Vikipediya»* [«Wikipedia»], 2016. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Многофункциональный_центр (accessed 26.12.2016).
11. Moroz S. Strategicheskoe videnie – obyazatelnoye usloviye dlya sozdaniya SOA [Strategic vision is a prerequisite for SOA]. *Informatsionnoe agentstvo «Bankir.Ru»* [News Agency "Bankir.Ru"], 2008. Available at: <http://bankir.ru/publikacii/20080922/strategicheskoe-videnie--obyazatelnoe-usloviya-dlya-sozdaniya-soa-1371781/> (accessed 26.12.2016).
12. Odno okno [One window]. *Sayt «Vikipediya»* [«Wikipedia»], 2015. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Одно_окно (accessed 26.12.2016).
13. Portal gosudarstvennykh uslug Rossiyskoy Federatsii [The portal of state services of the Russian Federation]. *Sayt «Vikipediya»* [«Wikipedia»], 2016. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Портал_государственных_услуг_Российской_Федерации (accessed 26.12.2016).
14. Skobleva E. I., Sharipova A. Z. Modeli i mekhanizmy vybora optimalnoy strategii reform v sisteme vysshego obrazovaniya Rossii [Models and mechanisms of the choice of optimum strategy of reforms in system of the higher education of Russia]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2015. no. 4, pp. 45–64.
15. Tikhomirov V. P. Kachestvennoe obrazovanie dlya vseh kak osnova formirovaniya obshchestva znaniy [Quality education for all as a basis for the formation of a knowledge society]. *Informatsionnoe obshchestvo* [Information society], 2005, no. 4, pp. 6–10.
16. Torshin D. V. *Metody integratsii dannykh kompyuternykh sistem na osnove universalnogo formata obmena dannyimi* [Methods of data integration of computer systems based on the universal data exchange format], Ufa, Ufa State Aviation Technical University Publ. House, 2009. 134 p.
17. Finister James. Service Integration: Sourcing for the Future. *At Your Service*, October 2012, vol. 2, issue 3.
18. Oracle SOA Suite. *Sayt «Oracle»*. Available at: <http://www.oracle.com/us/products/middleware/soa/suite/overview/index.html> (accessed 26.12.2016).

УДК 004.023

**МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБУЧЕНИЯ
АНТИВИРУСНОГО ЭВРИСТИЧЕСКОГО КЛАССИФИКАТОРА,
ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛГОРИТМА
РАСШИРЕННОГО БИНАРНОГО ПОИСКА**

Статья поступила в редакцию 30.12.2016, в окончательном варианте – 04.02.2017.

Демина Раиса Юрьевна, ассистент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: raisapereverzeva@gmail.com

Ажмухамедов Искандар Маратович, доктор технических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: iskander_agm@mail.ru

Гурская Татьяна Геннадиевна, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: gurskai@mail.ru

Основным механизмом антивирусного распознавания вредоносных файлов является сигнатурный анализ. Однако он не способен противостоять угрозам «нулевого дня», т.е. вирусам, которые еще не были изучены антивирусными экспертами и не были добавлены в базы данных сигнатур антивирусных программ. Для противодействия таким новым вирусам применяется эвристический анализ. Его частным случаем является статический эвристический анализ. В основе эвристического анализа лежит задача бинарной классификации, которая предусматривает два этапа: обучение и распознавание. На этапе обучения из известных вирусов извлекаются признаки, на основе которых строится классификатор. Этот классификатор, в рамках использования антивирусного пакета, установленного на ЭВМ пользователя, может защитить пользователя от вирусов «нулевого дня». Наибольшие затраты времени при обучении классификатора приходятся на этап отбора признаков файла (характеризующих его как вредоносный или доброкачественный) и их вставка в общий перечень признаков. В статье проанализированы несколько способов решения указанных задач для этого этапа, выявлены их недостатки. Предложен альтернативный метод в виде алгоритма расширенного бинарного поиска, который преобразует произвольный перечень признаков в отсортированную последовательность неповторяющихся элементов. Произведена оценка сложности предлагаемого алгоритма, рассмотрены лучший и худший случаи в отношении объемов вычислительных операций, реализующих алгоритм. Эффективность предложенного подхода подтверждена в результате его проверки с использованием ряда вычислительных экспериментов.

Ключевые слова: антивирусный эвристический анализ, сортировка, бинарный поиск, линейный поиск, сложность алгоритмов, машинное обучение, битовые карты, сортировка простыми вставками, бинарная классификация, обучение классификатора