

4. Fuzzy Logic Toolbox. – Available at: <http://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic/index.html?BB=1>
5. Gabriele A. *Fractals in biology and medicine* / A. Gabriele, Theo F. Nonnenmacher. – Springer, 2005.
6. Higuchi T. Relationship between the fractal dimension and the power law index for a time series: a numerical investigation / T. Higuchi // *Physica D*. – 1990. – Vol. 46. – P. 254–264.
7. Höppner Frank. *Fuzzy cluster analysis: methods for classification, data analysis and image recognition* / Frank Höppner, F. Klawonn, R. Kruse, T. Runkler. – New York : John Wiley, 1999.
8. Muzumdar Ashok. *Powered Upper Limb Prostheses: Control, Implementation and Clinical Application* / Muzumdar Ashok. – Springer, 2004.
9. Sebastian Maier. Surface EMG suffices to classify the motion of each finger independently / Sebastian Maier, Patrick van der Smagt // *Proceedings of MOVIC 2008 : 9th International Conference on Motion and Vibration Control*. 15–18 September 2008. – Technische Universität München, 2008.
10. Sridhar Poosapadi Arjunan. Fractal features of Surface Electromyogram: A new measure for low level muscle activation / Sridhar Poosapadi Arjunan // *School of Electrical and Computer Engineering; Science, Engineering and Technology Portfolio*. – RMIT University, 2008.
11. Vicsek Tamás. *Fluctuations and scaling in biology* / Vicsek Tamás. – Oxford : Oxford University Press, 2001.

References

1. Yarushkina N. G. *Osnovy teorii nechetkikh i gibridnykh sistem* [Bases of the theory of fuzzy and hybrid systems]. Moscow, Finance and Statistics, 2004. 320 p.
2. Bionic arm. Available at: <http://www.allonrobots.com/bionic-arm.html>
3. Bionic hand wins top tech prize. Available at: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7443866.stm>
4. Fuzzy Logic Toolbox. Available at: <http://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic/index.html?BB=1>
5. Gabriele A., Nonnenmacher Theo F. *Fractals in biology and medicine*. Springer, 2005.
6. Higuchi T. Relationship between the fractal dimension and the power law index for a time series: a numerical investigation. *Physica D*, 1990, vol. 46, pp. 254–264.
7. Höppner Frank, Klawonn F., Kruse R., Runkler T. *Fuzzy cluster analysis: methods for classification, data analysis and image recognition*. New York, John Wiley, 1999.
8. Muzumdar Ashok. *Powered Upper Limb Prostheses: Control, Implementation and Clinical Application*. Springer, 2004.
9. Sebastian Maier, Patrick van der Smagt. Surface EMG suffices to classify the motion of each finger independently. *Proceedings of MOVIC 2008: 9th International Conference on Motion and Vibration Control*. 15–18 September 2008. Technische Universität München, 2008.
10. Sridhar Poosapadi Arjunan. Fractal features of Surface Electromyogram: A new measure for low level muscle activation. *School of Electrical and Computer Engineering; Science, Engineering and Technology Portfolio*. RMIT University, 2008.
11. Vicsek Tamás. *Fluctuations and scaling in biology*. Oxford, Oxford University Press, 2001.

УДК 004.8

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОИСКА, АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Дунин Вадим Олегович, аспирант, Пензенская государственная технологическая академия, 440039, Российская Федерация, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: duninv@gmail.com

Егоров Владислав Александрович, аспирант, Пензенская государственная технологическая академия, 440039, Российская Федерация, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: Egorov-VI@inbox.ru

Работа связана с созданием интеллектуальной информационной системы, нацеленной на формирование и дальнейшую работу со специализированной единой базой знаний, актуальной информации, итогов последних исследований, открытий, разработок, технических и фармакологических новаций в сфере медицины. Кроме того, рассматривается возможность создания и группировки вокруг единого информационного ядра различно-направленных информационных систем, экспертных систем, предназначенных не только для информационной поддержки решений, но и оптимизации работ по предоставлению медицинских услуг. Как следствие, может быть улучшено качество исследований и применения методик лечения различных заболеваний. Реализация предложений предполагается на основе наиболее востребованной в наши дни клиент-серверной технологии, аппаратной виртуализации, а также технологий интеллектуальной обработки данных с использованием методов кластерного анализа, применения нейронных сетей.

Ключевые слова: интеллектуальные средства поиска, системы сбора данных, поисковые системы, базы знаний, клиент-серверные технологии, кластерный анализ, нейронные сети

**PROSPECTS FOR THE CREATION AND DEVELOPMENT
OF THE INFORMATION SYSTEM WITH ELEMENTS
OF AN INTELLECTUAL SEARCH, ANALYSIS
AND PROCESSING OF BIOMEDICAL INFORMATION**

Dunin Vadim O., post-graduate student, Penza State Technological Academy, 1A/11 Baidukov pr. / Gagarin St., Penza, 440039, Russian Federation, e-mail: duninv@gmail.com

Yegorov Vladislav A., post-graduate student, Penza State Technological Academy, 1A/11 Baidukov pr. / Gagarin St., Penza, 440039, Russian Federation, e-mail: Egorov-VI@inbox.ru

The work involves the creation of intelligent information systems aimed at forming and further work with a dedicated single knowledge base of relevant information, the results of the latest research findings, developed the current technical and pharmacological innovations in the field of medicine. Also, is considered the possibility of creating and grouping around a common core of information differently-designed information systems, expert systems, which are not only for informed decision-making, but also to optimize the activities of providing health care services as a result, can be improved quality of research and application of techniques treatment of various diseases. Implementation of proposals expected on the basis of the most in demand these days of client-server technology, hardware virtualization, and data mining technologies using methods of cluster analysis, the application of neural networks.

Keywords: intelligent search tools, data acquisition systems, search engines, knowledge base, client-server technology, cluster analysis, neural networks

Специалисты, работающие в современном информационном мире, сталкиваются с двумя распространёнными проблемами: имеющиеся информационные системы слабо взаимодействуют между собой и непродуктивно оперируют внешними данными; развивающиеся информационные и интернет-технологии, аккумулирующие в себе огромные потоки/объемы данных, предоставляют информацию в весьма избыточном виде. Это затрудняет для специалистов-медиков своевременное принятие адекватных решений.

С целью преодоления этих недостатков в данной работе предлагается и анализируется вариант реализации информационно-аналитической системы (ИАС) поддержки организаций и отдельных специалистов сферы медицины/здравоохранения. Предлагаемая ИАС способна обрабатывать/интегрировать информацию из различных источников, а также соби-

рать/структурировать сведения о современных исследованиях по конкретным направлениям медицины; анализировать рынок медицинских услуг/технологий, поддерживать актуальность сведений о новейших медицинских препаратах, которые могут применяться в учреждениях здравоохранения. При этом предполагается возможность ведения в ИАС электронной картотеки пациентов – в том числе для подбора «случаев-аналогов».

В рамках работы предусматривается создание ИАС, оперирующей специализированной единой базой знаний актуальной информации, итогов последних исследований и разработок в сфере медицины/здравоохранения, а также возможность подключения/группирования вокруг единого информационного ядра различно-направленных систем не только для поддержки принятия решений, но и оптимизации работ, связанных с предоставлением медицинских услуг их конечным потребителям. Потенциально предлагаемый функционал позволит повысить качество/эффективность исследований и улучшить использование методик лечения различных заболеваний. В результате функционирования ИАС появляется возможность заблаговременно принять меры для решения проблем со здоровьем пациентов в случаях нетипичного протекания заболеваний/симптоматики, когда существующие стандарты лечения применять будет не целесообразно или не эффективно. Кроме того, рассматриваемая ИАС потенциально позволяет: лучше выявлять «предболезненные» состояния; оценивать «совместимость» медикаментозных средств и методов лечения.

Схематично общая архитектура проекта ИАС представлена на рисунке. Центральной частью системы является узел (центр) агрегации информации (состоящий из группы серверов индексирования, аналитики) и высокопроизводительная система управления базами данных. Их основной функцией является автоматизированный поиск, сбор, структурирование, анализ, хранение и обеспечение доступа к полученной полезной информации (ПИ). Под последней понимается найденная индексатором информация, имеющая информационную ценность для дальнейшей обработки серверами веб-приложений и оповещений ИАС. Кроме того, ПИ должна быть значимой для потенциальных пользователей. Помимо полученной от индексатора и анализатора информации, СУБД ИАС хранит анонсы информационных рассылок исследовательских учреждений и фармацевтических компаний (для которых выполнена подписка на автоматическую рассылку через Интернет) – их получение осуществляется с использованием сервера веб-приложений. Также на серверах ИАС предполагается хранение информации о посетителях учреждений здравоохранения, причем электронные карточки пациентов должны формироваться автоматически. На основе данных (как общепринятых, так и ещё только внедряемых) о медицинских технологиях, лекарственных препаратах, опыте (практике) их применения и пр., с одной стороны, и сведений о пациентах – с другой, ИАС может рекомендовать лечащим врачам различные тактики лечения/реабилитации пациентов. При этом могут быть учтены индивидуальные особенности и потребности пациентов в медицинской помощи; данные о результативности воздействия медикаментозных, физиотерапевтических и иных средств воздействия; экономические возможности пациентов и др.

Ключевым вопросом эффективности использования ИАС является подбор «пациентов-аналогов» на основе их характеристик и использованных методов лечения.

Любого пациента можно рассматривать как некоторый объект, обладающий набором свойств. Последние, в свою очередь, можно разделить на индивидуальные качества (характеристики) и симптомы, представленные в виде историй болезни, занесенных в электронные карточки пациентов. Свойства (характеристики) пациентов могут включать в себя возраст, пол, группу крови, данные об индивидуальной переносимости тех или иных препаратов, результаты выполненных анализов, набор симптомов, с которыми пациент поступил на прием в амбулаторное медучреждение (или на лечение в стационарное медучреждение) и других показателей. При этом в рамках ИАС предполагается «деперсонализация» данных о пациентах для обеспечения требований информационной безопасности в отношении персональных данных.

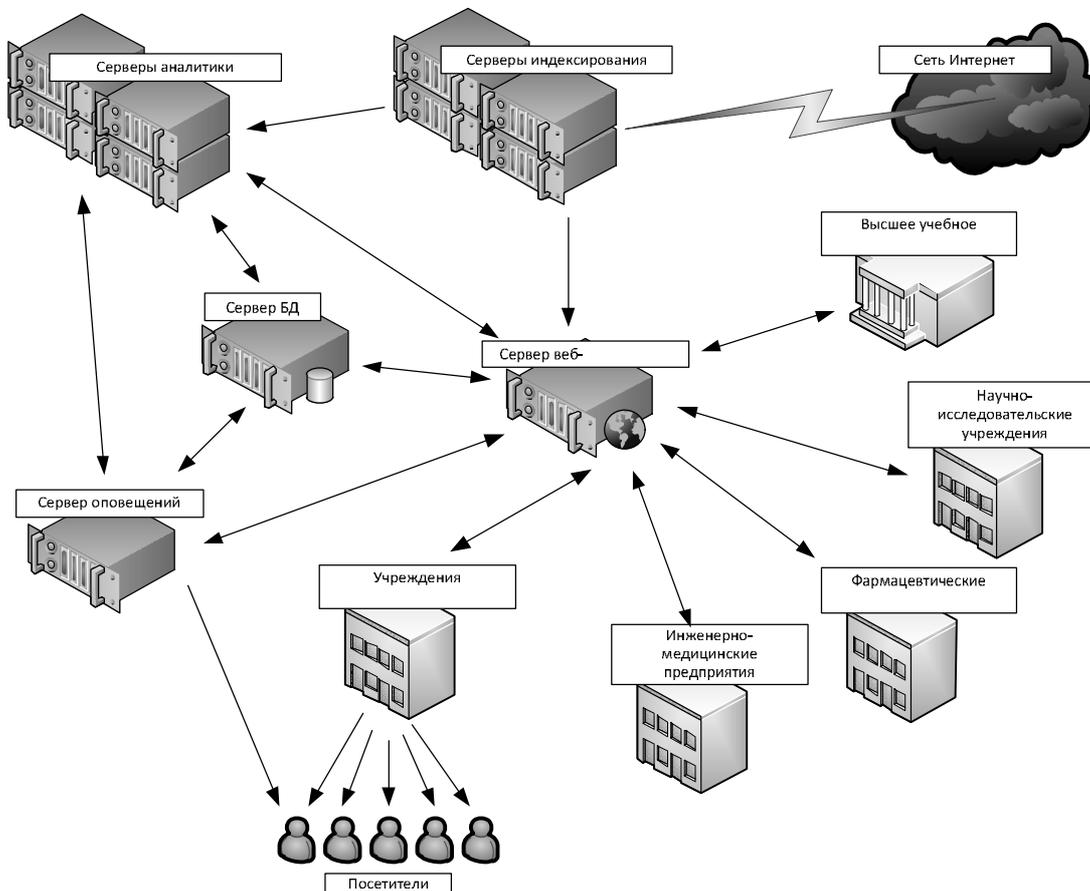


Рис. Общая схема предлагаемой ИАС

Сопоставляя имеющиеся данные о конкретном пациенте, ранее пролеченных пациентах (сведения о которых есть в базах системы), информацию о новейших достижениях в соответствующей предметной области, базы знаний специалистов и др. ИАС может предложить врачу наиболее рациональное решение. Эта возможность важна в основном для нестандартных форм течения заболеваний пациентов, поскольку для типичных случаев сейчас широко применяются «стандарты» диагностики и лечения, в которых уже аккумулирован опыт высококвалифицированных специалистов-медиков. При этом преимущества использования ИАС связаны с комплексностью анализа большого объема данных, который отдельный специалист не сможет эффективно выполнить «вручную», без применения автоматизированных экспертных систем (ЭС) и других программных средств.

В предлагаемой архитектуре ИАС связка серверов индексирования и аналитики фактически выполняет функцию специализированной поисковой системы. Ее реализация сводится к созданию поискового робота, который последовательно собирает информацию со страниц на сайтах в сети Интернет. При этом составляются их копии особого формата, который облегчает анализ накопленных данных. Эти данные должны регулярно обновляться (актуализироваться) согласно предусмотренного расписания [5].

Сохранённые версии (копии) интернет-страниц передаются на обработку серверам интеллектуального анализа, которые из общего потока сведений выделяют ПИ и распределяют её по тематическим категориям. Для решения последней задачи предлагается использование дискриминантного анализа, который применяется для: принятия решения о том, ка-

кие переменные различают (дискриминируют) две или более возникающие совокупности (группы); построения границ выделяемых областей параметров.

Медицинский работник может регистрировать различные переменные, относящиеся к состоянию больного. При этом ставится задача – выяснить, какие переменные лучше предсказывают, что пациент, вероятно, выздоровел полностью (группа 1), частично (группа 2) или совсем не выздоровел (группа 3). Биолог может зафиксировать различные характеристики сходных типов (групп) цветов, чтобы затем провести анализ дискриминантной функции, наилучшим образом разделяющей типы или группы пациентов или экспериментальных объектов [1, 4].

Аналогичные методики анализа и предоставления данных используются компаниями Яндекс и Google в коммерческих целях и направлены на ранжирование предпочтений при отображении контекстной рекламы, ориентированной на потребителя [6, 9, 10]. В отличие от этого в предлагаемой ИАС «вектор информационного потока» охватывает не сферу товаров и услуг, а предметную область, связанную с прогнозированием и лечением заболеваний.

Сравнивая ИАС с имеющимися на рынке аналогами [2, 3], следует отметить введение в типичную медицинскую информационную систему подсистем, осуществляющих экспертный анализ, а также распределённый сбор данных, которые позволяют лучше оценивать/анализировать предметную область. В свою очередь это позволит обеспечить специалистам, работающим в сфере здравоохранения удобный постоянный доступ к актуальной информации.

Целесообразно также рассмотреть нормативно-правовую составляющую, связанную с соблюдением мер информационной безопасности – в первую очередь Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных», а также ряд подзаконных актов и руководящих документов регулирующих органов (ФСТЭК России, ФСБ России, Роскомнадзор). Согласно им, операторы персональных данных (ПД) должны выполнить ряд требований по защите ПД физических лиц (в нашем случае сотрудников медучреждений и пациентов), обрабатываемых в информационных системах. В свою очередь выполнение этих требований влечет за собой выполнение ряда мер/действий юридического, организационного, программно-технического и пр. характера:

- направить уведомление об обработке персональных данных (Закон № 152-ФЗ ст. 22 п. 3);
- получить письменное согласие субъекта персональных данных на обработку своих персональных данных (Закон № 152-ФЗ ст. 9 п. 4);
- уведомлять субъекта персональных данных о прекращении обработки и об уничтожении персональных данных (Закон № 152-ФЗ ст. 21 п. 4);
- уведомление об обработке персональных данных и письменное согласие субъекта персональных данных не требуется, если оператор персональных данных и субъект персональных данных находятся в трудовых отношениях или иных договорных отношениях (Закон № 152-ФЗ ст. 22 п. 2, ст. 6 п. 2) [4].

Кроме того, согласно изменениям, внесённым Законом № 363-ФЗ от 27 декабря 2009 г., системы обработки ПД (СОПД) должны соответствовать требованиям, предотвращающим какие-либо возможности проникновения в систему третьих лиц.

В целях обеспечения требований 152-ФЗ, а также предотвращения незаконного распространения ПД на СОПД необходимо устанавливать ПО, сертифицированное Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России), а также использовать шифрование информации при передаче данных по каналам связи.

В качестве сертифицированного ПО в ИАС предлагается использовать операционные системы MCBC [7], ALT Linux [12], Янукс [11] или Rosa Linux [8]. Для потока передачи

данных в настоящее время наиболее востребовано шифрование по протоколу http [13] средствами SSL [15] – HTTPS [14].

Таким образом, исходя из всего вышесказанного, можно сделать следующие выводы.

1. В сфере здравоохранения повышение эффективности работы медучреждений, качества работы отдельных специалистов во многом связано с улучшением возможностей селективного доступа к профессионально значимой информации.

2. Для реализации таких возможностей в статье предложена архитектура специализированной ИАС, позволяющая интегрировать в себе различные виды информации.

3. Такие ИАС могут быть реализованы на региональном, межрегиональном и федеральном уровнях.

4. Первый из этих трех вариантов позволяет лучше учесть региональные особенности заболеваемости пациентов, эффективности тактики их лечения.

5. В статье исследованы возможности автоматизированного «пополнения» баз данных ИАС различными видами значимой (полезной) для медицинских работников информации.

6. Кроме того, подробно рассмотрены нормативно-правовые вопросы, связанные с созданием и эксплуатацией ИАС – в первую очередь относящиеся к обеспечению безопасности персональных медицинских данных.

7. Показано, что существующие программно-технические средства позволяют обеспечить адекватные меры информационной безопасности для предлагаемой архитектуры ИАС как при сборе/хранении данных, так и при передачи их по каналам связи в рамках реализации телемедицинских технологий.

Список литературы

1. Боровиков В. П. Искусство анализа данных / В. П. Боровиков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : ПИТЕР, 2005.
2. Гусев А. В. Обзор медицинских информационных систем на отечественном рынке в 2005 году / А. В. Гусев, Ф. А. Романов, И. П. Дуданов. – Режим доступа: http://medprom.ru/files/123327/mis_gusev.pdf (дата обращения 14.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Гусев А. В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем / А. В. Гусев // Врач и информационные технологии. – 2009. – № 6. – С. 4–17.
4. Дискриминантный анализ. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stdiscan.html> (дата обращения 21.06.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Компания Яндекс – Индексирование Интернета. – Режим доступа: <http://company.yandex.ru/technologies/searchindex/index.xml> (дата обращения 14.03.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Кузнецов М. А. Математические модели информационного поиска web ресурсов / М. А. Кузнецов, Т. Т. Нгуен // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2 (22). – С. 25–30.
7. ОС МСВС 3.0 | ВНИИНС. – Режим доступа: <http://www.vniins.ru/node/79> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. РОСА. – Режим доступа: <http://www.rosalab.ru/> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. Что такое Google AdSense? – Режим доступа: http://support.google.com/adsense/answer/9712?hl=ru&ref_topic=1319753&rd=1 (дата обращения 23.05.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Яндекс.Помощь: Директ Коммандер. – Режим доступа: <http://direct.yandex.ru/commander/help/?id=990397#990398> (дата обращения 21.06.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. Янукс. – Режим доступа: <http://yanux.ru/> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. ALT Linux – Альт Линукс СПТ 6.0 сертифицированный ФСТЭК. – Режим доступа: <http://www.altlinux.ru/products/altlinux-spt-fstec/> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

13. HTTP – Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Http> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. HTTPS – Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Https> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
15. SSL – Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SSL> (дата обращения 15.04.2013), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Borovikov V. P. *Iskusstvo analiza dannykh* [The art of data analysis], 2nd ed. Peter, 2005.
2. Gusev A. V., Romanov F. A., Dudanov I. P. Obzor meditsinskih informatsionnykh sistem na otechestvennom rynke v 2005 godu [Review of medicine information systems at the domestic market in 2005]. Available at: http://medprom.ru/files/123327/mis_gusev.pdf (accessed 14 April 2013)
3. Gusev A.V. Obzor rynka kompleksnykh meditsinskih informatsionnykh sistem [Review of market of integrated medicine information systems]. *Vrach i informatsionnye tekhnologii* [Physician and Information Technologies], 2009, no. 6, pp. 4–17.
4. Discriminant analysis. Available at: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stdiscan.html> (accessed 21 June 2013).
5. Yandex Company – Internet Indexing. Available at: <http://company.yandex.ru/technologies/searchindex/index.xml> (accessed 14 March 2013).
6. Kuznetsov M. A., Nguen T. T. Matematicheskie modeli informatsionnogo poiska web resursov [Mathematical models of web resources search]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 2 (22), pp. 25–30.
7. OS MSVS 3.0 | VNIINS. Available at: <http://www.vniins.ru/node/79> (accessed 15 April 2013).
8. ROSA. Available at: <http://www.rosalab.ru/> (accessed 15 April 2013).
9. What is Google AdSense? Available at: http://support.google.com/adsense/answer/9712?hl=ru&ref_topic=1319753&rd=1 (accessed 23 May 2013).
10. Yandex. Help: Direct Commander. Available at: <http://direct.yandex.ru/commander/help/?id=990397#990398> (accessed 21 June 2013).
11. Yanux. Available at: <http://yanux.ru/> (accessed 15 April 2013).
12. ALT Linux – ALT Linux SPT 6.0 certified FSTEC. Available at: <http://www.altlinux.ru/products/altlinux-spt-fstec/> (accessed 15 April 2013).
13. HTTP – Wikipedia. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Http> (accessed 15 April 2013).
14. HTTPS – Wikipedia. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Https> (accessed 15 April 2013).
15. SSL – Wikipedia. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SSL> (accessed 15 April 2013).