

УДК 004.418:004.624

В. Ф. Шапо, Ф. С. Шапо, Т. И. Шевченко, кандидаты техн. наук

ВЛИЯНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ЗАГРУЖЕННОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. *Анализируются задачи, возникающие при эксплуатации системы дистанционного обучения, и их влияние на загрузку корпоративной компьютерной сети и Интернет-каналов в рамках функционирования единой информационной системы организации. Предложен метод учёта и анализа действий отдельных пользователей и подразделений в системе дистанционного обучения, позволяющий подсчитать нагрузку на отдельные компоненты корпоративной компьютерной сети и информационной системы в целом и предпринять меры для обеспечения оптимального выбора их пропускной способности, производительности и живучести.*

Ключевые слова: *система дистанционного обучения, пропускная способность корпоративной компьютерной сети, территориально распределённые подразделения, пропускная способность и количество каналов связи с Интернет, информационная система организации, программные средства сбора и анализа статистики, корпоративная компьютерная сеть организации, журнал системных сообщений*

V. F. Shapo, PhD., F. S. Shapo, PhD., T. I. Shevchenko, PhD.

INFLUENCE OF DISTANCE LEARNING ON INFORMATION SYSTEM LOADING

Abstract. *Tasks which are appearing during exploitation of organization learning management system and it's influence on the corporate computer network loading in functioning of entire organization information system are analyzed. Method of computation and analyzing of separate learning management system users and subdivisions activity which allows to compute loading of corporate computer network separate components and whole information system and to undertake the ways for bandwidth, productivity and vitality optimal choosing is proposed.*

Keywords: *learning management system, bandwidth of corporate computer network, territorial distributed subdivisions, bandwidth and number of Internet connection channels, organization information system, software for statistics acquisition and analyzing, organization corporate computer network, system log file*

В. Ф. Шапо, Ф. С. Шапо, Т. И. Шевченко, кандидаты техн. наук

ВПЛИВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НА ЗАВАНТАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Анотація. *Аналізуються проблеми, які виникають під час експлуатації системи дистанційного навчання в організаціях та їх вплив на завантаження корпоративної комп'ютерної мережі у рамках функціонування єдиної інформаційної системи організації. Запропоновано метод врахування та аналізу дій окремих користувачів та підрозділів у системі дистанційного навчання, що дає змогу підрахувати навантаження на окремі компоненти корпоративної комп'ютерної мережі та інформаційної системи в цілому й вжити заходи щодо забезпечення оптимального вибору їх пропускної здатності, швидкодії та живучості.*

Ключові слова: *система дистанційного навчання, пропускна здатність корпоративної комп'ютерної мережі, територіально розосереджені підрозділи, пропускна здатність та кількість каналів зв'язку з Інтернет, інформаційна система організації, програмні засоби збору та аналізу статистики, корпоративна комп'ютерна мережа організації, журнал системних повідомлень*

Система дистанционного обучения (СДО) Moodle успешно используется во всем мире [1–3]. Учебные заведения используют Moodle для обучения студентов и повышения квалификации преподавателей, а организации – для обучения сотрудников. Для работы СДО задействуется корпоративная компьютерная сеть (ККС), являющаяся частью информационной системы (ИС) организации, которая применяется для решения задач автоматизации бизнес-процессов (электронного документооборота,

управления производственными, финансовыми и кадровыми ресурсами, автоматизации решения бухгалтерских задач, работы склада и т.д.), поэтому анализ влияния работы СДО на загрузенность ККС и ИС и подготовка рекомендаций для выбора пропускной способности сегментов ККС, числа и пропускной способности Интернет-каналов, количества и характеристик сетевого и серверного оборудования является актуальной задачей.

Многие организации имеют территориально распределённые подразделения, которые обмениваются данными через Интернет, и используют свои ККС и Интернет для автома-

© Шапо, В. Ф., Шапо, Ф. С.,
Шевченко, Т. И., 2013

тизации различных бизнес-процессов, поэтому задача выбора числа, типа (проводные, беспроводные) и пропускной способности каналов связи также весьма актуальна.

Корпоративную компьютерную сеть (ККС) и СДО в настоящее время используют все ВУЗы. Одесская национальная морская академия отличается от других ВУЗов, использующих Moodle, тем, что обучающиеся в ней студенты очной и заочной форм обучения много времени проводят в рейсах и нуждаются в регулярном общении с преподавателями, получении учебно-методических материалов [4, 5], что приводит к росту объема передаваемых данных и повышает загруженность ККС и ИС. Особенностью Одесского национального политехнического университета является максимальное в Одесском регионе количество студентов, а особенностью Одесской государственной академии строительства и архитектуры – наличие САПР, создающих файлы большого размера и требующих высокой пропускной способности от ККС, высокой скорости загрузки и предъявляющих более жесткие требования к сетевому оборудованию и серверам.

Таким образом, загруженность ККС, вызванная работой пользователей СДО (несколько десятков человек одновременно) существенно возрастает. Работа преподавателей, размещающих в СДО учебно-методические материалы, также приводит к увеличению загруженности ККС и Интернет-каналов.

Указанные причины приводят к существенному росту загруженности ККС, сетевого оборудования, серверов и внешних Интернет-каналов. Дополнительную нагрузку на Интернет-каналы и ККС накладывает наличие у предприятий территориально распределённых подразделений, обменивающихся данными с головной организацией.

Однако, несмотря на большое число публикаций, посвященных различным аспектам работы СДО [1-5], вопросам анализа работы и развития ККС и ИС, обслуживающих СДО, внимания уделяется недостаточно. Так, рекомендации разработчиков СДО Moodle для повышения производительности ее работы носят общий характер и сводятся к увеличению объема оперативной памяти, применению более производительных процессоров, жестких дисков, сетевых интерфейсов, настроек про-

граммного обеспечения СДО и т.д. [6]. Некоторые оценки загруженности ИС организации и влияние работы СДО выполнены в работах [7-11]. Вместе с тем исследование влияния работы СДО на загруженность ККС и ИС и выполненные на его основе рекомендации необходимы для дальнейшего совершенствования работы СДО, ККС и ИС и их оптимизации с учетом стоимости, производительности и живучести.

Для анализа работы ИС организации, поддерживающей доступ по внутренней ККС и через Интернет, необходимы программные средства (ПС) сбора статистики о деятельности пользователей. Упомянем лишь некоторые из них: ProxyInspector, CommTraffic, TrafficMonitor, BWMeter, NetWorx, StaffCop и др. Эти ПС устанавливаются на серверах ИС, работающих в различных сегментах ККС, что приводит к увеличению загруженности сети и серверов, и обслуживаются системными администраторами. Доступ других сотрудников в производственных или научных целях к статистическим данным затруднен или невозможен, что не позволяет вырабатывать научные рекомендации по оптимизации ККС и ИС.

Многие ПС сбора статистики выполняют визуализацию данных, используя обновляемые в режиме реального времени файлы журналов системных сообщений (log-файлы), имеющие обычно структурированный текстовый формат. Поэтому существует возможность самостоятельного анализа статистических данных о деятельности пользователей и работе различных ПС, установленных в ККС, при наличии соответствующих log-файлов или их фрагментов. Данный подход позволяет выполнять анализ данных более гибко, самостоятельно изменять алгоритм работы собственного ПС без установки на серверах дополнительных нагружающих их ПС сбора статистики.

Существуют ПС просмотра и анализа log-файлов. Они имеют различную функциональность, позволяют просматривать и анализировать log-файлы множества форматов различных ПС, например Logpipe, LogMon, LogMiner, Logcheck, KDE LogViewer, Alco. Их недостатками является необходимость установки, недостаточная гибкость при получении и анализе результатов, невозможность подсчета количества и типа выполняемых пользова-

телями и подразделениями организации операций.

Для оценки загруженности СДО организации и ее влияния на загруженность различных компонентов ИС предложен метод анализа, позволяющий без установки на сервере и увеличения загрузки ККС и ИС на базе журнала системных сообщений (файл access.log) веб-сервера Apache определять ряд характеристик и накапливать статистические данные для формирования рекомендаций и принятия решений по оптимизации параметров Интернет-каналов, СДО и других узконаправленных ПС, ККС и ИС в целом. К таким характеристикам относятся следующие.

1. Число входов в СДО с каждого IP-адреса в соответствии с IP-адресами протоколов IPv4 и IPv6 и подсчет объема переданных по сети данных в результате действий пользователя.

2. Тип выполняемых операций с каждого IP-адреса: просмотр (студенты и преподаватели) либо редактирование (преподаватели) и подсчет объема переданных по сети данных в результате выполнения этих операций.

3. Общее количество просмотров учебных материалов, количество просмотров каждого учебного материала и подсчет объема переданных по сети данных в результате выполнения этих операций.

4. Общее количество операций редактирования (размещения) учебных материалов и подсчет объема переданных по сети данных в результате выполнения этих операций.

5. Данные, определяемые в п.п. 1-4, могут быть определены как за день, неделю, месяц и другой определенный период, так и за любой временной промежуток в течение дня. Это позволяет определить наиболее и наименее загруженные часы, фактическую загруженность серверов и сетевого оборудования и соответствующих сегментов ККС, в том числе и в пиковый период. Аналогично можно определить наиболее загруженные дни недели и месяцы года, соотношение и абсолютные значения времени загрузки сети и оборудования и их простоя.

6. Число операций, выполненных во всех сегментах ККС, что позволяет выявить ее «узкие места» и определить, достаточна ли про-

пускная способность каналов Интернет и степень их использования.

7. Степень влияния каждого подразделения организации на загруженность сети и оборудования (каждое подразделение имеет известный диапазон IP-адресов).

8. Автоматизация процесса определения активности и количественных показателей работы сотрудников и подразделений (по IP-адресам и их диапазонам, количеству операций, объему переданных данных).

Отдельные перечисленные в п.п.1–8 задачи могут быть решены при использовании готовых стандартных ПС сбора и анализа статистики, однако ни одно из них не позволяет реализовать это в полной мере и с нужной степенью гибкости.

Полученные данные могут быть использованы для оптимального распределения по рабочим местам сотрудников, использующих мобильные компьютерные системы с проводным или беспроводным подключением; выбора и оптимизации характеристик серверов, коммутаторов, оборудования для беспроводного доступа по соотношению цена/производительность и выбора оптимальной пропускной способности кабельных и беспроводных сегментов ККС в зависимости от рассчитанных загрузок при приобретении оборудования и его модернизации; определения абсолютных и относительных показателей времени, уровня загрузки и простоя оборудования. Выдача данных по п.п. 1–8 возможна в отдельных текстовых файлах или в различных разделах одного структурированного текстового файла.

Предлагаемый алгоритм метода сбора статистики и анализа представлен на рисунке.

Пример полноформатной записи из системного журнала, иллюстрирующей получение пользователем данных с сервера: 78.26.128.177 - - [01/Nov/2012:10:45:24 +0200] "GET /file.php/246/Pr_pol.doc HTTP/1.1" 200 24576 "http://moodle.onma.edu.ua/course/view.php?id=246" "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64; rv:16.0) Gecko/20100101 Firefox/16.0"

Пример записи из системного журнала, иллюстрирующей размещение пользователем данных на сервере:

193.17.208.103 - - [01/Nov/2012:11:05:14 +0200] "POST /course/enrol.php?

id=256&confirm=1 HTTP/1.1" 200 268
"http://moodle.onma.edu.ua/course/enrol.php?id=256" "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.4 (KHTML, like Gecko) Chrome/22.0.1229.94 Safari/537.4".

Проведенный анализ накопленных в течение одного месяца статистических данных системного журнала показал, что в результате работы в СДО 219 пользователей через Интернет ими выполнено 124100 различных операций (создано 124100 строк в log-файле), или 95 % всех операций в СДО, а с использованием ККС выполнено 6470 операций в СДО (создано 6470 строк в log-файле), или 5 % всех операций в СДО. Это позволяет сделать вывод, что при текущей загрузке СДО пропускная способность ККС (Fast Ethernet, 100 Мбит/с), которая должна быть использована для решения других задач, снижается незначительно и ККС имеет резервы по повышению нагрузки. В то же время загрузка внешних Интернет-каналов данной задачей весьма существенна, что приводит к увеличению расходов при оплате трафика, росту времени реакции Интернет на запросы пользователей, уменьшению комфортности работы и необходимости увеличения их пропускной способности.

В связи с высокой загрузкой внешних каналов связи может возникнуть проблема недостаточной живучести подсистемы передачи данных между ККС и внешним миром. Для оптимального выбора пропускной способности, типа и количества внешних каналов связи предлагается следующее неравенство:

$$\sum_{i=1}^n B_{wi} + \sum_{j=1}^m B_{cj} \geq a \sum_{k=1}^q \sum_{p=1}^y T_{pk}, \quad (1)$$

где n – число беспроводных каналов связи с Интернет; m – число кабельных каналов связи с Интернет (условия выбора числа каналов связи: $n = m$ OR $n \neq m$ OR $n = 0$ OR $m = 0$ $\cap$ AND $n + m \geq 2$); B_{wi} – пропускная способность i -го беспроводного канала связи с Интернет, Мбит/с; B_{cj} – пропускная способность j -го проводного канала связи с Интернет, Мбит/с; q – число подразделений организации, использующих ККС; y – число бизнес-задач,

автоматизируемых подразделением с использованием сети Интернет; a – коэффициент запаса, позволяющий гарантировать стабильность работы при пиковых нагрузках, $a = 1.2 \dots 1.3$ (выбирается с учетом рекомендаций фирм-производителей сетевого оборудования); T_{pk} – пропускная способность сети Интернет, требуемая для автоматизации конкретной бизнес-задачи, решаемой подразделением, Мбит/с.

Для обеспечения требований живучести число каналов связи с Интернет должно составлять минимум 2, т.е. $n + m \geq 2$; число беспроводных каналов связи с Интернет n и число кабельных каналов связи с Интернет m может быть одинаковым или неодинаковым, при этом каналы некоторого типа могут не применяться.

При расширении спектра бизнес-задач, решаемых в ИС организации, количество предлагаемых и значения величины T_{pk} будут возрастать.

Среди задач, решаемых в ИС ВУЗа или организации специализированными ПС, в настоящее время наиболее актуальны следующие: информационное обеспечение работы приемной комиссии по вводу абитуриентов в ИС «Конкурс» и «Электронный вступ» в рамках проекта ЄДЕБО (Єдина державна електронна база освіти); использование АСУ «ВНЗ», автоматизированных систем (АС) «Приймальна комісія», «Деканат», «Студмістечко» и т.д.; обеспечение работоспособности ВУЗа или организации (обмен данными с внешней средой административными работниками и преподавателями); информационная поддержка проведения учебных занятий, для которых необходима сеть Интернет; использование СДО; работа антивирусных систем (систем информационной безопасности) в соответствии с облачной моделью; проведение видеоконференций с участием удаленных подразделений организации через Интернет с использованием специализированного оборудования в рамках научных, деловых и административных мероприятий, а также лекций, практических, лабораторных и иных видов учебных занятий.

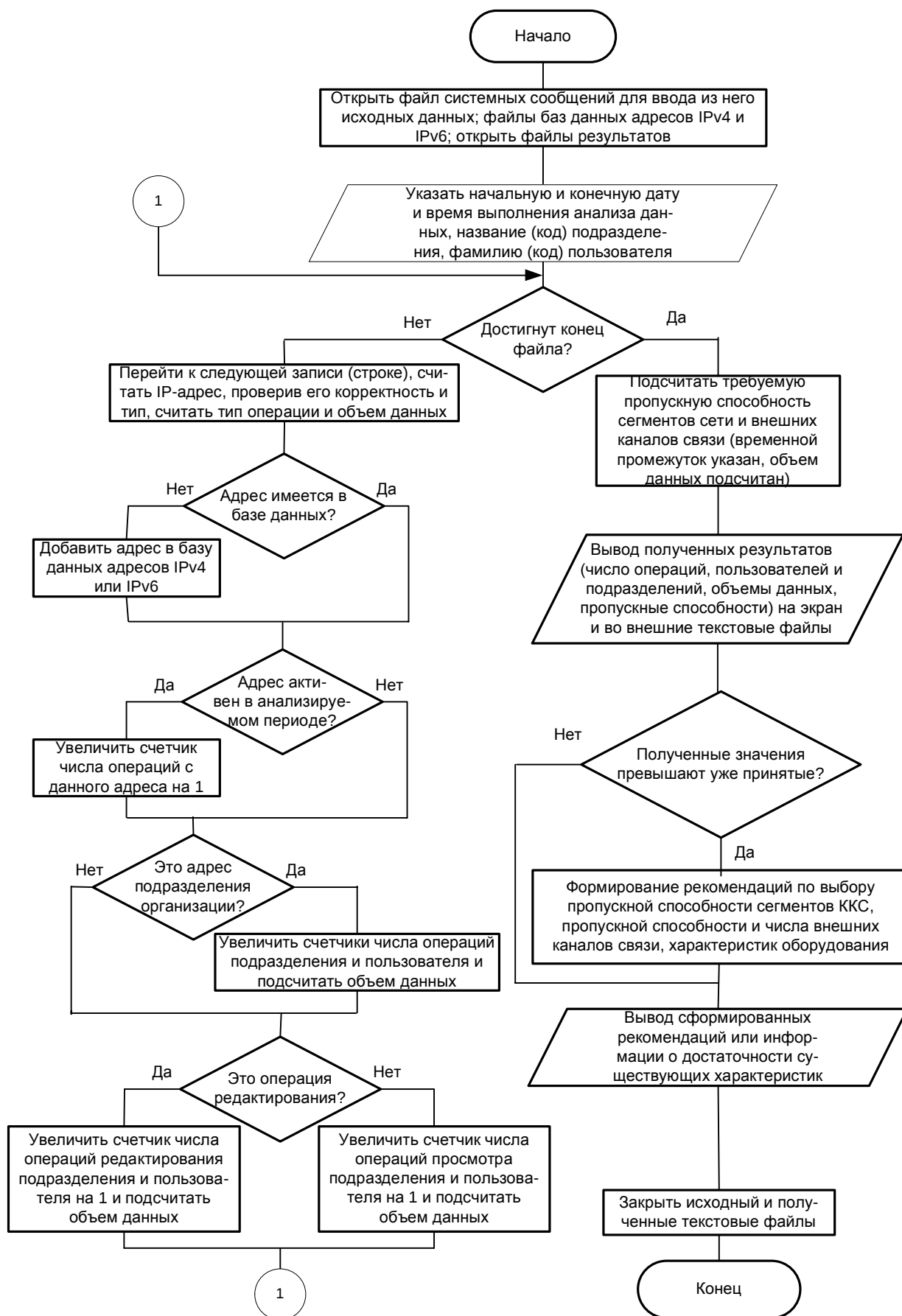


Рис. 1. Схема алгоритма сбора и анализа данных из системного журнала

Перечень задач, возлагаемых на ИС организации, постоянно расширяется, что учтено в выражении (1).

Использование предложенного метода сбора и анализа данных в отличие от известных не требует установки каких-либо ПС на серверах ИС, не приводит к увеличению загруженности ККС и ИС, позволяет достичь качественно новых результатов в связи с учетом характеристик и параметров, которые не могут быть учтены при использовании стандартных ПС.

Поскольку Apache является наиболее распространенным веб-сервером и используется в комплексе с широким спектром программных продуктов, реализующее предложенный метод ПО может быть применено в качестве дополнительного или независимого средства для сбора статистики и анализа деятельности подразделений и пользователей по файлам системных журналов в ИС предприятий и организаций, где используются ПС множества разработчиков класса планирования ресурсов производства или предприятия MRP/ERP/ERP II/XRP (соответственно Manufacturing Resources Planning/Enterprise Resources Planning/Enterprise Resource and Relationship Processing/eXtended Resources Planning), для кадрового менеджмента и управления людскими ресурсами CRM/HRM/XRM/HCM (соответственно Client Relationships Management/Human Resources Management/eXtended Relationships Management/Human Content Management), бизнес-аналитики BI (Business Intelligence) и т.д.

Предложенный метод также может быть применен для сбора статистики и анализа работы пользователей и подразделений организации, которые используют любые ПС, формирующие системные журналы различных форматов при своей работе.

Список использованной литературы

1. Moodle Україна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moodle.org.ua>. – 28.08.2012.
2. Березовський, В. С. Створення електронних навчальних ресурсів та онлайнове навчання / В. С. Березовський, І. В. Стеценко, І. О. Завадський. – К. : BHV, 2011 – 208 с.

3. Мясникова, Т. С. Система дистанционного обучения MOODLE / Т. С. Мясникова, С. А. Мясников – Харьков : Изд-во Шейниной Е. В., 2008. – 232 с.

4. Шапо, Ф. С. Автоматизация ввода пользовательских профилей в системе дистанционного обучения / Ф. С. Шапо, В. Ф. Шапо, В. Ю. Воловщиков // *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. – 2010. – № 1 (77). – С. 109 – 114.

5. Захарченко, В. Н. Применение технологий дистанционного обучения для подготовки специалистов морского транспорта / В. Н. Захарченко, В. Ф. Шапо // *Новий колегіум*. – 2012. – № 3. – 2012. – С. 38 – 43.

6. Документація до системи управління навчанням Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://docs.moodle.org/25/en/Performance_recommendations – 11.02.2013.

7. Котляр, Л. М. Оптимизация использования совокупных ресурсов управления предприятием / Л. М. Котляр, А. Н. Вильданов // *Фундаментальные исследования*. – 2004. – № 5. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rae.ru/fs/pdf/2004/5/4.pdf>. – 13.12.2004.

8. Delgado Calvo-Flores, M. Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models [M. Delgado Calvo-Flores, E. Gibaja Galindo, M. C. Pegalajar Jiménez, O. Pérez Piñero] // *Current Developments in Technology-Assisted Education*. – 2006. – P. 586 – 590.

9. Frias-Martinez, E. Automated User Modeling for Personalized Digital Libraries [E. Frias-Martinez, G. Magoulas, S. Chen, R. Macredie] // *International Journal of Information Management*. – № 3 (26). – 2006. P. 234 – 248.

10. Kavcic, A. Fuzzy user modeling for adaptation in educational hypermedia / A. Kavcic // *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics* – № 4 (34). – 2004.

11. Romero C. Educational data mining: A review of the state-of-the-art / C. Romero, S. Ventura // *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics, part C: Applications and Reviews* – № 6 (40). – 2010. – P. 610 – 618.

Получено 28.01.2013

References

1. Moodle Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <http://moodle.org.ua>. – 28.08.2012 [in Russian].

2. Berezovskyi, V. S. Electronic learning resources creation and online education / V. S. Berezovskyi, I. V. Stetsenko, I. O. Zavadskyi – Kyiv : BHV, 2011. – 208 p. [in Ukrainian].

3. Miasnikova, T. S. Distance learning system MOODLE / T. S. Miasnikova, S. A. Miasnikov – Kharkov : Publishing by Sheinina E. V., 2008. – 232 p. [in Russian].

4. Shapo, F. S. Automation of user's profiles input in distance learning system / F. S. Shapo, V. F. Shapo, V. Yu. Volovschikov // *Electrotechnical and computer systems*. – 2010. – № 1(77). – С. 109 – 114 [in Russian].

5. Zakharchenko, V. N. Application of distance learning technologies for maritime transport specialists training / V. N. Zakharchenko, V. F. Shapo // *New collegium*. – 2012. – № 3. – 2012. – С. 38-43 [in Russian].

6. Learning management system Moodle documentation [Electronic resource]: http://docs.moodle.org/25/en/Performance_recommendations. – 11.02.2013. [in English].

7. Kotliar, L. M. Optimization of aggregate resources enterprise management using / L. M. Kotliar, A. N. Vildanov // *Fundamental researches*. – 2004. – № 5. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://rae.ru/fs/pdf/2004/5/4.pdf>. – 13.12.2004 [in Russian].

8. Delgado Calvo-Flores, M.. Predicting students' marks from Moodle logs using neural network models / M. Delgado Calvo-Flores, E. Gibaja Galindo, M. C. Pegalajar Jiménez, O. Pérez Piñeiro // *Current Developments in Technology-Assisted Education*. – 2006. – P. 586 –590 [in English].

9. Frias-Martinez, E. Automated User Modeling for Personalized Digital Libraries / E. Frias-Martinez, G. Magoulas, S. Chen, R. Macredie // *International Journal of Information Management*. №3 (26). – 2006. – P. 234–248 [in English].

10. Kavcic, A. Fuzzy user modeling for adaptation in educational hypermedia / A. Kavcic // *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics*. – № 4 (34). – 2004 [in English].

11. Romero, C. Educational data mining: A review of the state-of-the-art / C. Romero, S. Ven-

tura // *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics*, part C: Applications and Reviews – № 6 (40). – 2010. – P. 610–618 [in English].



Шапо Владлен
Феликсович,
канд. техн. наук, доц.
каф. теории автомат.
управл. и выч. техн.
Одесской нац. мор-
ской академии,
тел. 048-728-75-40



Шапо Феликс
Семенович, канд.
техн. наук, доц. каф.
«Системное про-
граммное обеспе-
чение» Одесского. нац.
политехн. ун-та,
тел. 048-779-75-68



Шевченко Татьяна
Ивановна, канд. техн.
наук, доц. каф. мате-
матики Одесской гос.
академии строитель-
ства и архитектуры,
тел. 099-335-48-74