

УДК 681.518:378

В.Я. Воропаева, В.Ф. Шапо, В.Ю. Воловщикова

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

кафедра автоматизации и телекоммуникаций

Одесская национальная морская академия, г. Одесса

кафедра теории автоматического управления и вычислительной техники

Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков

кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: voropaeva@meta.ua, stani@te.net.ua, valera@kpi.kharkov.ua

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Аннотация

Воропаева В.Я., Шапо В.Ф., Воловщикова В.Ю. Оптимизация построения и эксплуатации программно-аппаратных средств в информационных системах учебных заведений.

Предложен формализованный метод построения компьютерной сети учебного заведения. Проанализированы способы оптимизации использования программного обеспечения для построения систем дистанционного обучения.

Ключевые слова: информационная система, компьютерная сеть учебного заведения, система дистанционного обучения, принцип ненаследуемых структур, дампы базы данных.

Общая постановка проблемы. В настоящее время невозможно представить эффективно работающее учебное заведение (УЗ), которое не применяет современные информационные технологии. Их эффективное использование обеспечивают информационные системы учебного заведения (ИСУЗ). Важной особенностью ИСУЗ является необходимость их постоянного совершенствования, количественного и качественного развития. Применение ИСУЗ обеспечивает повышение эффективности работы учебно-вспомогательного персонала и научно-преподавательского состава, улучшение качества принимаемых управленческих решений, повышение конкурентоспособности УЗ и т.д. Однако эти цели могут быть достигнуты только за счет грамотного решения задачи построения, развития и модернизации ИСУЗ и ее основных компонентов: аппаратного обеспечения, сетевого и коммуникационного оборудования, структурированной кабельной системы (СКС), алгоритмического и программного обеспечения (ПО).

Современная ИСУЗ обслуживает потоки коллективно используемых данных, передающихся внутри компьютерной сети учебного заведения (КСУЗ): документооборот, движение товарных и материальных ценностей, статистику по множеству критериев и параметров и анализ управленческой деятельности, бухгалтерскую отчетность, распределение человеческих, материальных, финансовых и других ресурсов. Она же обеспечивает доступ студентов, сотрудников и преподавателей к библиотечным ресурсам, работу студентов и преподавателей в системе дистанционного обучения (СДО), доступ подразделений и администрации к функциональным подсистемам (деканат, отдел кадров) и пр. На серверную подсистему ИСУЗ и КСУЗ возлагается организация доступа к корпоративной электронной почте и Интернет, распределенная обработка данных, обмен данными с удаленными филиалами и подразделениями, распространение информации среди пользователей ИСУЗ и ее защита от внешних посягательств. В ближайшей перспективе задачами КСУЗ становятся поддержание

IP-телефонии, системы обмена сообщениями, охранных систем и систем видеонаблюдения, организация видеоконференций и множество других задач.

Постановка задач исследования. Для построения и эксплуатации ИСУЗ необходимо решить следующие основные задачи.

1. Классифицировать серверы ИСУЗ по различным характеристикам.
2. Выполнить анализ решаемых серверной подсистемой ИСУЗ задач.
3. Разработать рекомендации для построения серверной подсистемы ИСУЗ
4. Определить спектр задач, решаемых в ИСУЗ и выбрать ПО, применяемое для их решения.

5. Определить число пользователей ИСУЗ, спектр решаемых каждым из них задач и степень загрузки ими КСУЗ.

6. Разработать критерии построения СКС с учетом роста числа пользователей, подключаемых к ИСУЗ.

8. Разработать основные принципы рационального развития для обеспечения надежности (живучести), качества обслуживания и приемлемой стоимости с учетом наследования созданных ранее структур и для случая ненаследуемых структур.

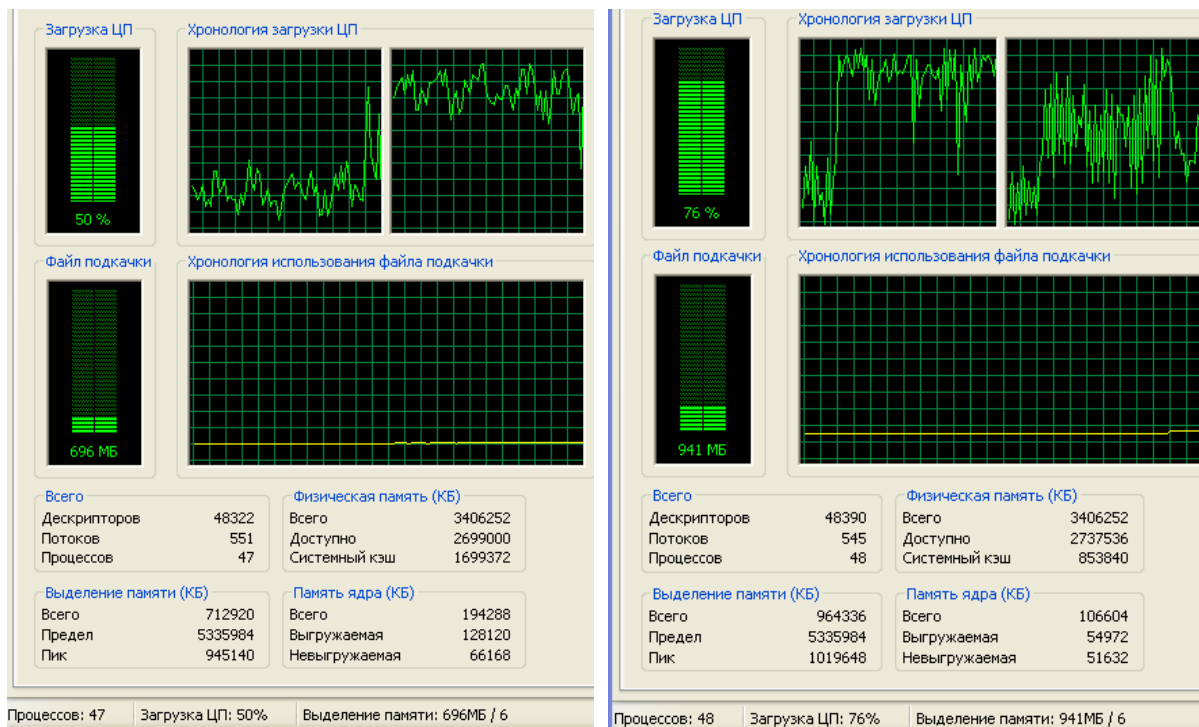
Решение задач и результаты исследований. Пути решения задач, поставленных в п.п. 1-3 при построении ИСУЗ были рассмотрены в работе [1] для случая предприятия, работающего в произвольной области хозяйствования. Прделанный анализ спектра решаемых с использованием ИСУЗ задач (п.п. 4 и 5) показал, что наиболее часто ИСУЗ применяется для доступа студентов и преподавателей к библиотечным ресурсам, СДО и работе отделов, деканатов и администрации с функциональными подсистемами (деканат, отдел кадров, НИЧ, бухгалтерия и пр.). В большинстве случаев подобные системы имеют клиент-серверную реализацию с применением Веб-сервера и сервера баз данных (SQL-сервера) в серверной части и организации клиентского доступа по локальной КСУЗ или через Интернет с использованием браузера.

Ряд проблем, возникающих при построении ИСУЗ, были рассмотрены в работе [2]. Часть из них может быть решена путем применения хостинговой модели, когда программное обеспечение используется в соответствии с моделью SaaS (Software as a Service, программное обеспечение как услуга) и запускается на хостинге, там же хранятся и пользовательские данные. Достоинствами такого подхода являются отсутствие необходимости содержания собственного высококвалифицированного персонала, организации систем бесперебойного питания и кондиционирования помещений, охраны и сигнализации, борьбы с вредоносным ПО. Однако такой подход имеет и отрицательные стороны. Так, авторам пришлось столкнуться с ситуацией, когда хостинговая компания, на серверах которой были размещены сайт УЗ и СДО Moodle Одесской национальной морской академии, в связи с окончанием срока действия предыдущего договора отказалась с 1 января предоставлять свои услуги без предоплаты, что для УЗ государственной формы собственности является невозможным. В результате сайт УЗ и СДО Moodle в течение 10 дней были полностью отключены. Было принято решение о переносе СДО Moodle на внутренний сервер УЗ и переносе сайта на площадку другой хостинговой компании.

При переносе СДО Moodle с одного физического сервера на другой имеется возможность экспортирования всех данных со «старого» сервера в формате SQL (получение дампа базы данных (БД)) и импортирования их на «новый» сервер. Однако в процессе эксплуатации СДО на сервер записываются новые дистанционные курсы и входящие в них многочисленные методические материалы и тесты, создаются архивные файлы, добавляются новые пользователи, которые загружают свои фотографии и ведут переписку в форумах и т.д. В итоге общий объем хранимых данных быстро возрастает, столь же быстро возрастает и объем экспортируемого SQL-файла, и возникает проблема его импортирования на «новый» сервер даже с консоли администратора без использования локальной сети. Время импортирова-

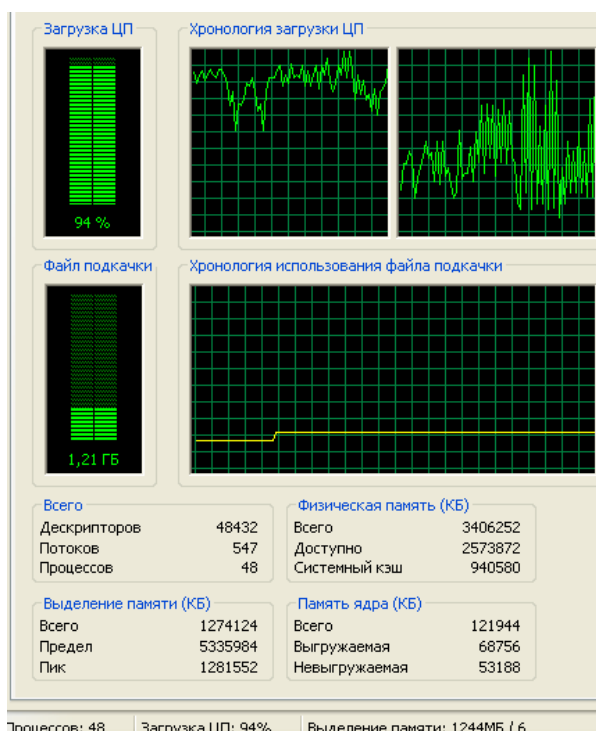
ния превышает величину тайм-аута, и процесс импортирования прерывается сам по себе, не завершаясь до конца. При этом степень использования ресурсов компьютера современной типовой конфигурации является весьма высокой (50-94 % ресурсов двухядерного процессора, 700-1200 Мбайт оперативной памяти).

Полученные графики использования ресурсов компьютера при «малой», «средней» и «высокой» загрузке представлены на рис. 1.



а)

б)



в)

Рисунок 1 – Минимальная (а), средняя (б) и максимальная (в) загрузка локального компьютера при импортировании дампа БД

Сформулируем рекомендации для администраторов СДО Moodle.

1. Не выполнять ввод пользователей СДО по одному вручную, а создавать внешние текстовые файлы и выполнять процедуру импортирования, поскольку экспортное выделение пользователей из СДО не в полной мере автоматизирует дальнейший импорт в связи с необходимостью ручной корректировки экспортных файлов и отсутствия в них паролей пользователей. Это повлечет за собой необходимость либо генерации новых паролей и информирования об этом пользователей с естественно возникающим недовольством и путаницей, либо поиска и восстановления сохраненных ранее старых паролей.

2. Перед экспортированием полного дампа БД предварительно удалять все архивные копии дистанционных курсов с сервера, поскольку их наличие существенно увеличивает получаемый дамп (иногда в разы).

3. Ограничить размер файлов (особенно графических изображений), загружаемых пользователями на сервер.

4. Не использовать для импортирования дампа БД на «новый» сервер локальную сеть.

5. Сохранять архивные копии каждого дистанционного курса на внешних носителях. Это позволит существенно упростить и ускорить процедуру восстановления отдельных дистанционных курсов или всей БД.

6. При восстановлении БД на «новом» сервере вначале восстановить только структуру категорий и подкатегорий, а также создать пустые дистанционные курсы, не восстанавливая их содержимое, и сделать дамп БД. Такой дамп будет иметь небольшой размер и может быть легко и быстро восстановлен, являясь «скелетом» БД СДО.

7. При импортировании большого дампа БД увеличить значение параметров *max_execution_time*, *max_input_time*, *memory_limit*, *default_socket_timeout*, *mysql_connect_timeout*, *session.gc_maxlifetime* в конфигурационном файле *php.ini*.

Классическая теория [3], рассматривающая динамическую задачу структурного синтеза КСУЗ, исходит из принципа наследуемости. При этом предполагается, что на каждом $(t+1)$ -м этапе синтезируемая структура КСУЗ должна обладать свойством вложения по отношению к структуре t -го этапа. Иными словами, на каждом следующем $(t+1)$ -м этапе структура КСУЗ D_{t+1} получается путем расширения структуры D_t предыдущего t -го этапа. При этом введенные ранее элементы КСУЗ не удаляются, а используются на всех последующих этапах. Таким образом, искомая последовательность структур будет обладать свойством вложения: $D_1 \subseteq \dots \subseteq D_t \subseteq D_{t+1} \subseteq \dots \subseteq D_T$.

Использование принципа наследуемости не допускает удаления или выведения из эксплуатации существующих и нормально функционирующих элементов КСУЗ, что, с одной стороны, может не обеспечивать выбор оптимального решения за счет отсутствия возможности рационального развития КСУЗ при существенно сокращенном множестве вариантов альтернатив. Однако практика работы украинских учебных заведений в условиях постоянного недофинансирования со стороны государства показывает, что устаревшее морально компьютерное и сетевое оборудование вынужденно эксплуатируется до полного физического износа и заменяется только в связи с выходом из строя. Дополнительной существенной проблемой является отсутствие или острая нехватка в государственных учебных заведениях квалифицированных специалистов в области информационных технологий, поскольку аналогичная работа в коммерческих фирмах оплачивается в среднем в 3-7 раз выше.

Рассмотрим КСУЗ, основной задачей которой является удовлетворение потребностей в обеспечении эксплуатации ИСУЗ в течение планового периода $[1, T]$. Для оценки эффективности каждого варианта синтезируемых структур КСУЗ для каждого этапа планирования рассматриваются показатели, введенные в [4].

Особенностью таких критериев эффективности КСУЗ, как минимизация среднего времени задержки и максимизация структурной живучести, является то, что они должны ха-

рактизовать качество синтезируемой структуры КСУЗ на каждом отдельном этапе планового периода. При этом излишек или недостаток численных значений этих показателей не могут быть компенсированы на последующих этапах. Однако показатель затрат на организацию и эксплуатацию КСУЗ при решении данной задачи может быть выражен как интегральный показатель на всем плановом периоде $[1, T]$. Для решения задачи развития КСУЗ предлагается использовать иной подход по отношению к принципу преемственности [3]. В его основу положим принцип ненаследуемости. В этом случае будем оперировать тремя базовыми свойствами: вложение, частичное вложение и полная невложенность. Если структура КСУЗ $(t+1)$ -го этапа может быть получена путем расширения структуры t -го этапа, будем говорить о соблюдении свойства вложения. Если при переходе от t -го к $(t+1)$ -му этапу использование части элементов КСУЗ нецелесообразно, соседние структуры будут обладать свойством частичного вложения. Теоретически возможен вариант, когда пересечение структур двух соседних этапов может быть пустым, тогда имеет место полная невложенность. При проявлении двух последних свойств можно сказать, что неиспользуемые элементы КСУЗ консервируются (их использование временно приостанавливается). Поскольку в основу построения рациональной траектории развития КСУЗ предлагается положить принцип ненаследуемости, то на

первом шаге сформируем множество допустимых вариантов структур $\{v_{\pi}^t, \pi \in \Pi^t\}$ для каждого t -го этапа планирования путем решения ряда статических задач структурного синтеза КСУЗ [4] с использованием метода главного критерия, в качестве которого выступает минимум затрат на организацию и эксплуатацию КСУЗ. На втором шаге для каждой пары опорных состояний $(v_{\underline{x}}^{t-1}, v_{\bar{\pi}}^t)$, $\underline{x} \in \Pi^{t-1}$, $\bar{\pi} \in \Pi^t$ необходимо оценить возможность проявления одного из выше введенных свойств: вложение, частичное вложение или полная невложенность. Так как в общем случае переход от структуры $(t+1)$ -го к структуре КСУЗ t -го этапа может быть выполнен одним из допустимых вариантов $card(\Pi^{t-1}) \cdot card(\Pi^t)$, то относительно каждого $(\underline{x}, \bar{\pi})$ -го перехода может наблюдаться одна из следующих ситуаций.

1. \underline{x} -структура КСУЗ $(t+1)$ -го этапа, определяемая опорным состоянием $v_{\underline{x}}^{t-1}$, может быть полностью вложена в $\bar{\pi}$ -структуру КСУЗ t -го этапа с опорным состоянием $v_{\bar{\pi}}^t$.

2. Структура $v_{\underline{x}}^{t-1}$ может быть частично вложена по отношению к структуре $v_{\bar{\pi}}^t$, то есть, можно выделить подструктуру $v_{\underline{x}}^{t-1}$ структуры $v_{\bar{\pi}}^t$, элементы которой наследуются в $v_{\bar{\pi}}^t$. В тоже время элементы подструктуры $v_{\underline{x}}^{t-1} \setminus v_{\bar{\pi}}^t$ будут считаться законсервированными для $\bar{\pi}$ -структуры t -го этапа.

3. Структуры $v_{\underline{x}}^{t-1}$ и $v_{\bar{\pi}}^t$ могут не иметь общих элементов, то есть $v_{\underline{x}}^{t-1} \cap v_{\bar{\pi}}^t = \emptyset$, что определено как полная невложенность (все элементы КСУЗ структуры $v_{\underline{x}}^{t-1}$ в $\bar{\pi}$ -й структуре t -го этапа будут законсервированы).

Использование принципа ненаследуемых структур в задаче управления развитием КСУЗ предполагает необходимость выполнения специальной процедуры для каждого $(\underline{x}, \bar{\pi})$ -го перехода независимо от того, какое наблюдается свойство (вложение, частичное вложение и полная невложенность) для $v_{\underline{x}}^{t-1}$ и $v_{\bar{\pi}}^t$ структур. Необходимость дополнительной процедуры заключается в том, что законсервированные элементы предыдущих этапов могут использоваться на последующих, что оказывает непосредственное влияние на величину финансовых затрат каждого следующего этапа. Рассмотрим процедуру коррекции размера финансовых затрат на организацию и эксплуатацию КСУЗ. Согласно принципу ненаследуемых структур, в общем случае, опорное состояние $v_{\bar{\pi}}^t$ может быть оптимальным опорным состоянием рациональной траектории развития КСУЗ. При этом общее число допустимых путей, которые

могут обеспечить переход в состояние v_π^t , определится величиной $\prod_{i=1}^{t-1} card(\Pi^i)$, $t = [2, T]$. Тогда

каждому φ -му пути в соответствие можно поставить три множества. Пусть первое множество Ω_φ определяет номера опорных состояний, образующих φ -й путь. Второе множество

$\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} \bar{D}_\pi^i$ позволит описать множество унаследованных элементов для π -го опорного состояния

t -го этапа. Тогда третьим множеством $\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} (v_\pi^i \setminus \bar{D}_\pi^i)$ определим законсервированные элемен-

ты КСУЗ относительно опорного состояния v_π^t . Таким образом, множество элементов КСУЗ,

определяемое как $v_\pi^t \setminus \left(\left(\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} \bar{D}_\pi^i \right) \cup \left(\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} (v_\pi^i \setminus \bar{D}_\pi^i) \right) \right)$, характеризует такие элементы опорного состоя-

ния v_π^t при переходе в него φ -м путем, которые являются ни унаследованными, ни ранее законсервированными. Именно такие элементы определяют реальные затраты на организацию и эксплуатацию КСУЗ для π -го опорного состояния t -го этапа планирования. Тогда оценка опорного состояния v_π^t с точки зрения затрат определится выражением

$$\frac{\min}{\varphi=1, \prod_{i=1}^{t-1} card(\Pi^i)} F_c^{v_\pi^t} \left(v_\pi^t \setminus \left(\left(\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} \bar{D}_\pi^i \right) \cup \left(\bigcup_{\substack{\pi \in \Omega_\varphi \\ i=1, t-1}} (v_\pi^i \setminus \bar{D}_\pi^i) \right) \right) \right).$$

Каждое опорное состояние v_π^t определяется тройкой значений $F_c^{v_\pi^t}$, $F_\tau^{v_\pi^t}$ и $F_p^{v_\pi^t}$, соответственно характеризующих реальные затраты на организацию и эксплуатацию, оперативность и живучесть v_π^t опорного состояния КСУЗ.

На третьем шаге формирования рациональной траектории развития КСУЗ на основе принципа ненаследуемых структур сделаем следующее допущение.

Так как, с одной стороны, каждое опорное состояние v_π^t определяется $F_c^{v_\pi^t}$, $F_\tau^{v_\pi^t}$ и $F_p^{v_\pi^t}$, причем $F_\tau^{v_\pi^t}$ и $F_p^{v_\pi^t}$ являются допустимыми, но, с другой стороны, затраты на организацию и эксплуатацию КСУЗ должны быть выражены в виде интегрального показателя на всем плановом периоде $[1, T]$, то при построении траектории развития КСУЗ будем учитывать только характеристику $F_c^{v_\pi^t}$. С целью формирования обобщенной оценки каждого варианта траекто-

рии развития КСУЗ, общее количество которых определяется $\prod_{i=1}^t card(\Pi^i)$, $t = [2, T]$, на четвертом шаге построим соответствующую интегральную оценку. Причем с каждым φ -м допустимым путем развития КСУЗ свяжем определенную реализацию интегральной оценки.

Тогда интегральную оценку φ -го пути определим следующим образом:

$$F^\varphi = \sum_{\pi \in \Pi_\varphi^t, t \in [1, T]} \overline{\prod_{i=1}^{t-1} card(\Pi^i)}, \quad (1)$$

где Π_φ^t – номер опорного состояния КСУЗ на t -м этапе планирования, находящийся на φ -м пути. Следовательно, путь φ' , которому можно поставить в соответствие наименьшее значение интегральной оценки (1):

$$F^{\varphi'} = \frac{\min\{F^{\varphi}\}}{\prod_{t=1}^{t-1} \text{card}(\Pi^t), t \in [2, T]}$$

определит номера опорных состояний, соответствующих рациональной траектории развития КСУЗ на периоде планирования $[1, T]$.

Выводы. В данной научной работе выполнен анализ требований, предъявляемых к ИСУЗ при их построении, эксплуатации и модернизации, предложены рекомендации по сокращению трудозатрат по восстановлению подсистем ИСУЗ после сбоев, сформулирована проблема рационального развития КСУЗ с использованием классического подхода, основанного на принципе наследуемых структур. Введены понятия, связанные с новым подходом к развитию КСУЗ, базирующиеся на введенном принципе ненаследуемых структур. Разработана методика построения рациональной траектории развития КСУЗ для случая ненаследуемых структур. Предложенные математические соотношения и рекомендации позволяют автоматизировать и формализовать процесс построения, эксплуатации и модернизации ИСУЗ.

Литература

1. Воропаева В.Я., Шапо В.Ф. Анализ требований к созданию серверной подсистемы при построении информационных систем предприятий // Наукові праці ДонНТУ. Серія: “Обчислювальна техніка та автоматизація”. – 2009. – Вип. 148 (17).
2. Шапо В.Ф. Построение комплексной информационной системы высшего учебного заведения. // Проблеми розвитку інформаційного суспільства: матеріали Міжнародного форуму, Львів, 7-9 жовтня 2009 р. – К.: УкрІНТЕІ, 2009.
3. Зайченко Ю.П., Гонга Ю.В. Структурная оптимизация сетей ЭВМ – К.: Техніка, 1986. – 168 с.
4. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Модель статической задачи структурного синтеза корпоративной информационно-вычислительной системы // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 2.

Abstract

Voropayeva V.Y., Shapo V.F., Volovschikov V.Y. Optimization of software and hardware building and exploitation in information systems of educational organizations. The formalized method of educational organization computer network creating is proposed. The possibilities of optimal using of distance learning systems software are analyzed.

Keywords: *information system, computer network, distance learning system, principle of uninherited structures, database dump.*

Анотація

Воропаєва В.Я., Шапо В.Ф., Воловщиков В.Ю. Оптимізація побудови та експлуатації програмно-апаратних засобів в інформаційних системах навчальних закладів. Запропоновано формалізований метод побудови комп'ютерної мережі навчального закладу. Проаналізовано засоби оптимізації використання програмного забезпечення для побудови систем дистанційного навчання.

Ключові слова: *інформаційна система, комп'ютерна мережа, система дистанційного навчання, принцип структур, що не наслідуються, дампи бази даних.*

Здано в редакцію:
23.04.2010р.

Рекомендовано до друку:
д.т.н, проф. Скобцов Ю.А.