

**Журнал  
«ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ.  
ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА  
И ПОДДЕРЖАНИЕ ЕГО  
КВАЛИФИКАЦИИ»  
№4/2007**

**Редакционный совет:**  
В.П. Будовский, к.т.н.  
В.Т. Воронин, к.т.н.  
Ю.Г. Кононов, д.т.н.  
М.Ш. Мисриханов, д.т.н.

**Главный редактор:**  
Валерий Павлович Будовский

тел.: +7 8 919-728-56-88  
+ 7 (495) 921-99-98

e-mail: b\_v\_p@mail.ru  
http://oue.promtransizdat.ru

**Издательский дом «ПАНОРАМА»**  
107031, Москва, а/я 49

По вопросам подписки  
тел. +7(495) 921-99-98,  
621-99-98, 925-96-11  
+7 (906) 721-13-79

*Все статьи настоящего номера отражают личную точку зрения авторов, которая может не совпадать с мнением редакции.*

Подписано в печать 20.09.07.  
Формат 60x88/8.  
Бумага офсетная.  
Печ. л. 7.  
Печать офсетная.  
Заказ №



## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

### ХРОНИКА

**Борис Аюев**

#### В едином ритме с Европой

19.07.2007 в Москве состоялось 2-е заседание Представительского совета проекта по разработке Технико-экономического обоснования (ТЭО) синхронного объединения энергосистем стран СНГ и Балтии с энергосистемами стран, входящих в объединение UCTE. В работе заседания, которое прошло под руководством Председателя Правления ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС» Бориса Аюева, приняли участие члены совета — представители профильных органов государственного управления стран СНГ, Балтии и ЕС, руководители системных операторов, принимающих участие в разработке ТЭО, представители ведущих организаций UCTE и KOTK, а также наблюдатели от европейских электроэнергетических организаций ETSO и NORDEL.

### АВАРИИ, АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ И ИХ ЛИКВИДАЦИЯ

**А.Н. Беляев, А.А. Смирнов, С.В. Смоловик**

#### Анализ влияния человеческого фактора в развитии крупных системных аварий

В результате перегрузки и низкого напряжения в сети РЗ от внешних повреждений (максимальной токовой и дистанционной) были отключены все генераторы трех АЭС. Ни один энергоблок не был удержан в работе на собственные нужды (Швеция). Авария в Токио, произошедшая в зоне ответственности компании The Tokyo Electric Power Company, Inc. (TEPCO), явилась следствием необычайно жаркой погоды (до 39°C) и повышенным энергопотреблением. В результате аварии было отключено 2,8 миллиона потребителей..

### РЫНОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**Д.В. Баландин**

#### Структура и особенности рынка электроэнергии: межстрановой анализ

В статье рассматриваются особенности электроэнергии как товара — невозможность хранения, неэластичность и непостоянство спроса и т.д. — которые непосредственно влияют на формирование структуры и модели организации электроэнергетики в любой стране. В работе проводится анализ действующих моделей на примере ряда стран — членов ОЭСР, применивших механизм конкурентных отношений в электроэнергетике при построении рынка. В качестве основных критериев анализа выбраны уровень горизонтальной и вертикальной интеграции, форма собственности, механизм регулирования, открытость рынка электроэнергии для конкуренции.

## Содержание

К читателям .....	3
<b>ХРОНИКА</b>	
<i>Б. Аюев</i> В едином ритме с Европой .....	4
<b>НОВОСТИ</b> .....	8
<b>ОФИЦИАЛЬНЫЕ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ</b>	
Методика формирования оперативного прогноза потребления активной мощности системным оператором для целей управления в режиме, близком к реальному времени .....	9
Методика дисквалификации ГТП и объектов управления в балансирующем рынке .....	10
Требования к участникам балансирующего рынка в части обмена технологической информацией с автоматизированной системой системного оператора (генерация и потребители с регулируемой нагрузкой) .....	12
<b>АВАРИИ, АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ И ИХ ЛИКВИДАЦИЯ</b>	
<i>А.Н. Беляев, А.А. Смирнов, С.В. Смоловик</i> Анализ влияния человеческого фактора в развитии крупных системных аварий .....	17
Диспетчерские задачи .....	32
<b>ДИСКУССИЯ</b>	
<i>Я.Л. Арцишевский</i> К вопросу «О качественных особенностях современных цифровых фиксирующих индикаторов» .....	33
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ</b>	
<i>А.Н. Иванченко, В.П. Будовский, О.М. Колокольцева</i> Хранение и управление контентом образовательных порталов .....	34
<b>РЫНОК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ</b>	
<i>Д.В. Баландин</i> Структура и особенности рынка электроэнергии: межстрановой анализ (на примере ряда стран-членов ОЭСР) .....	45
<b>ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗА РУБЕЖОМ</b>	
<i>Ньюшлосс Джек, Шульга Ингард</i> Преобразования в электроэнергетике США .....	57
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	62
<b>ОТВЕТЫ НА ДИСПЕТЧЕРСКИЕ ЗАДАЧИ</b> .....	64

# Хранение и управление контентом образовательных порталов

**А.Н. Иванченко, к.т.н., профессор ЮРГТУ (НПИ),  
В.П. Будовский, к.т.н., доцент ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС»,  
О.М. Колокольцева, аспирант ЮРГТУ (НПИ)**

*Сегодня термин GRID (дословно — «решетка») трактуется расширительно как географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов разных типов (процессоры, долговременная и оперативная память, хранилища и базы данных, сети), доступ к которым пользователь может получить из любой точки независимо от места их расположения. GRID предполагает коллективный разделяемый режим доступа к ресурсам и к связанным с ними услугам в рамках глобально распределенных виртуальных организаций, состоящих из предприятий и отдельных специалистов, совместно использующих общие ресурсы.*

## Роль образовательных порталов в процессе обучения

В современных условиях, когда требования к объему и содержанию знаний специалистов электроэнергетических предприятий постоянно изменяется, особую роль приобретает регулярная профессиональная подготовка в системе повышения квалификации.

Темпы разработки новых и переработки старых нормативных документов в период реформирования энергетики велик, поэтому возможность качественного усвоения учебного материала приобретает особое значение. Кроме того следует учитывать особенность данной категории обучаемых — уже сформированных и достаточно квалифицированных специалистов, которые имеют высокую мотивацию к обучению и которым необходимо организовать своевременное получение контрольных работ, выдачу индивидуальных заданий, возможность консультации с преподавателем по изучаемым дисциплинам. Организации эффективного учебного взаимодействия может способствовать внедрение специального программного и методического обеспечения, позволяющего улучшить наглядность представления и процесс усвоения учебного материала, доступность информационных ресурсов.

Дополнительной проблемой при обучении таких специалистов являются трудности с отрывом от своей работы на время обучения, большие затраты на проезд к месту обучения и проживание. Эти проблемы можно решить с помощью образовательного портала. Использование образовательного портала также позволяет организовать дистанционное обучение, которое помимо своих основных задач, может служить основой для качественной самостоятельной работы обучаемых [3].

Образовательный портал характеризуется наличием подобранного и структурированного для целей обучения контента; организацией средств для доступа

и отображения информации из гетерогенных источников данных (реляционных и многомерных баз данных, систем управления документами, систем электронной почты, Web-серверов, новостных каналов и различных файловых систем или серверов); персонификацией для конкретного пользователя; способностью организации клиентского места; распределением ресурсов — разделением некоторых возможностей портала на уровни, доступные разным категориям пользователей; отслеживанием выполнения работ конкретным человеком или сообществом людей [1].

Цель любого портала — это прежде всего предоставление конкретному пользователю необходимой ему информации в течение минимального времени и без дополнительных временных затрат на просмотр несущественных материалов, переключение между разными интерфейсами и т.д. Для достижения этой цели используются механизмы персонализации и администрирования контента [2].

**Персонализация** — это система регистрации пользователя. Она позволяет применять механизмы фильтрации информации и анализа работы пользователя, с помощью которых удастся определить ту область, которая может заинтересовать посетителей портала.

Под «образовательным контентом» понимаются Интернет-ресурсы (образовательные и учебно-методические материалы), созданные специально для использования в процессе обучения на определенной ступени профессиональной подготовки. Образовательные информационные ресурсы могут храниться в виде статических web-страниц, текстовых ресурсов, графических (иллюстративных) материалов, аудиоинформации, видеоинформации, мультимедиа. Контент представляет собой основное средство мотивации, «привязывания» посетителя к portalу, поэтому он должен обладать определенными свойствами, которые бы выгодно выделяли его среди уже имеющих структур, а именно: быть упорядоченным, структу-

рированным, оперативно обновляемым, интерактивным, легальным и т.д. Таким образом, правильный подбор и администрирование контента определяет успешное функционирование портала в целом [2].

Для повышения качества обучения необходимо наполнять курсы мультимедийной информацией, которая значительно увеличивает воспринимаемость теоретического материала. Кроме того, обучение современного специалиста — электроэнергетика невозможно без изучения конкретного оборудования. Со временем оборудование устаревает, и в большинстве случаев возникают значительные трудности в реконструкции лабораторной учебной базы по финансовым или иным причинам. Для решения этой проблемы можно использовать видеоматериалы, содержащие описание и демонстрацию изучаемого оборудования. Но поскольку видеоматериалы и курсы, насыщенные мультимедийной информацией, как правило, имеют большой объем, то при наличии большого количества таких учебных материалов возникает проблема их хранения и доставки пользователю [4].

При создании и накоплении информационных ресурсов в учебных центрах необходимо также обеспечить интеграцию образовательного контента, созданного различными подразделениями учебных организаций. Поскольку подразделения учебных организаций электроэнергетики, как правило, являются территориально распределенными, учебный материал может существовать в различных версиях и периодически корректироваться, то при таких условиях необходим удобный, быстрый доступ к отдельным информационным ресурсам и транспортировка получателям нужной информации.

Проблемы управления аудио-, видео- и мультимедийным контентом, его хранением, интеграцией, доступом к нему и доставкой пользователям образовательного портала являются актуальными, так как в последнее время отмечается тенденция увеличения объема образовательной мультимедиа информации [13]. Необходима разработка стратегий для управления хранением и использования такого контента. При этом следует стремиться к достижению высокой реактивности портала и как можно более полному удовлетворению запросов пользователей.

Для анализа технических решений управления контентом образовательных порталов рассмотрим архитектуры для построения портала, подходы к хранению информационных ресурсов, их представление в каталоге образовательного портала.

### **Архитектура и подходы к хранению контента образовательного портала**

Образовательный контент большинства порталов размещается в *централизованном хранилище*, которое содержит множество образовательных инфор-

мационных ресурсов (ОИР)  $R = \{r_i, i = \overline{1, n}\}$  и их метаданные, а также данные для функционирования интерактивных сервисов. Для таких порталов электронные учебные пособия формируются системами или службами управления контентом в виде взаимосвязанных статических или динамических web-страниц. Возможен также и смешанный подход, когда наиболее часто запрашиваемые документы генерируются заранее, а другие документы — по мере поступления запросов от пользователя [5].

Разделяемые единицы образовательного контента, составляющие электронный учебник, могут быть взаимосвязаны в рамках определенной модели. Например, в системе БИГОР (База и генератор образовательных ресурсов) [14] все учебные материалы в базе данных логически распределены на модули. Модуль является наименьшей единицей хранения учебного материала и может содержать текст, графические изображения, формулы и т.п. Связи между модулями реализуются с использованием терминов, которые представлены в отдельной базе терминов — тезаурусе. В тезаурусе хранится сам термин, его описание, а также зависимости между терминами. Для формирования электронного учебника необходимо определить цепочку терминов, которые должны войти в учебное пособие, и система БИГОР автоматически сгенерирует учебное пособие, состоящее из модулей, содержащих все необходимые определения. Электронные учебники могут также формироваться на основе адаптивной модели обучения — траектория обучения определяется на основе данных, предоставленных пользователем при регистрации и уровне знаний по результатам тестирования, которое проходит учащийся после каждой части изученного учебного материала [17]. Примером подобной системы является мультиагентная информационно-обучающая система «Гефест» [15, 16], в которой обработка учебно-методических материалов выполняется на основе объектного подхода. Объектный подход позволяет настраивать структуру курса в зависимости от выбранной организационной модели дистанционного обучения (индивидуальное или групповое обучение, в том числе по технологии распределенного класса), пропускной способности каналов связи и аппаратных средств, имеющихся в распоряжении обучаемого, а также на основе результатов как индивидуального, так и среднестатистического тестирования и анализа индивидуальной предыстории обучения. Настройка структуры курса осуществляется через методы объектов нулевого уровня, которые в зависимости от хранимой информации о пользователе, реализуют различные способы встраивания этих объектов в текст учебного материала. Основным полям объектов нулевого уровня соответствуют фрагменты информации: текстовый фрагмент, изображение (рисунок), таблица, звуковой фрагмент, видеофрагмент, программа и т.д. Объекты высших уровней строятся из объектов более низких уровней, наследуя их свойства и

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

методы. Форматы представления учащимся учебных материалов стандартизованы на основе существующих в системе «Гефест» шаблонов.

Организация централизованного хранения образовательного контента реализуется на основе двухзвенной и трехзвенной архитектуры клиент-сервер. *Двухзвенная архитектура клиент-сервер* позволяет проектировать портал в условиях ограниченного бюджета проекта при относительно небольшом количестве пользователей портала, но не подходит для порталов с большим объемом мультимедийных образовательных ресурсов [5, 7].

*Трехзвенная архитектура клиент-сервер* позволяет строить порталы, ориентированные на большее количество пользователей и с более развитой функциональностью, чем при использовании двухзвенной архитектуры клиент-сервер. Трехзвенная архитектура представлена сервером баз данных, сервером приложений и клиентской частью. Образовательная информация и метаданные учебных объектов хранятся централизованно на сервере баз данных, программный комплекс на сервере приложений формирует запросы к базе данных. Система управления базами данных (СУБД) обрабатывает запрос от сервера приложений, а полученная по запросу информация передается клиентской части. Использование сервера приложений при интенсивном обращении к системе частично снимает нагрузку с сервера баз данных, что положительно влияет на реактивность системы. Трехзвенную архитектуру клиент-сервер целесообразно применять при большом количестве одновременно работающих клиентов, интенсивно генерирующих запросы к базе данных, и больших объемах образовательных ресурсов, предоставляемых пользователям.

При построении порталов на основе двухзвенной и трехзвенной архитектур клиент-сервер объединение образовательных информационных ресурсов в единое хранилище данных может быть затруднительно по следующим причинам:

- на процесс интеграции влияет территориальная распределенность учебных подразделений, например система центров и пунктов тренажерной подготовки ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС»;
- ограниченность ресурсов жесткого диска сервера баз данных. Так как мультимедийные курсы и видео-файлы имеют большой объем, то не всегда возможно представить все образовательные ресурсы в рамках единого хранилища портала.

Решением вышеуказанных проблем является построение образовательного портала на основе концепции распределенного хранения информации или, в случае использования в учебном процессе мультимедийных учебных курсов, применение специальных систем хранения, например, RAID-массивов, SAN и NAS.

RAID (Redundant Array of Independent Disks) — набор совместно работающих дисковых накопителей,

которые используют определенные алгоритмы, обеспечивающие доступ к данным даже в случае выхода из строя одного или нескольких накопителей.

NAS (Network Attached Storage) — модель хранения данных, согласно которой система хранения данных может быть подключена к серверу, контролирующему доступ к данным, с использованием сетевой инфраструктуры, функционирующей на базе протокола TCP/IP.

SAN (Storage Area Network) — выделенная сеть, предназначенная для высокоскоростного соединения устройств хранения данных с серверами, контролирующими доступ к данным, а также серверов между собой.

Использование систем хранения RAID, SAN и NAS решает проблему ограниченности ресурсов жесткого диска сервера баз данных, но не избавляет от сложностей интеграции информационных ресурсов в единое хранилище портала. Кроме того, системы хранения данных имеют достаточно высокую стоимость [18].

При *распределенном хранении образовательного контента* возможно два подхода к хранению информационных ресурсов: либо существует множество баз данных  $D = \{d_j, j = \overline{1, m}\}$  ОИР, либо множество информационных ресурсов  $R = \{r_i, i = \overline{1, n}\}$  размещается в распределенной базе данных. Концепция распределенного хранения информационных ресурсов реализуется при построении образовательного портала на основе распределенного хранилища информации или на основе современных GRID-технологий. Заметим, что сегодня термин GRID (дословно — «решетка») трактуется расширительно как географически распределенная инфраструктура, объединяющая множество ресурсов разных типов (процессоры, долговременная и оперативная память, хранилища и базы данных, сети), доступ к которым пользователь может получить из любой точки, независимо от места их расположения. GRID предполагает коллективный разделяемый режим доступа к ресурсам и к связанным с ними услугам в рамках глобально распределенных виртуальных организаций, состоящих из предприятий и отдельных специалистов, совместно использующих общие ресурсы.

Распределенное хранение информационных ресурсов возможно при построении порталов на основе технологии GRID, главную роль в которой играет программное обеспечение (диспетчер), реализующее функцию управления моделями данных и метаданными (рис. 1). Данные представляют собой обычные файлы данных в формате, необходимом для работы сервера БД, реализующего основные функции выборки информации из БД. Web-сервер с модулем управления серверами БД и диспетчером БД предназначен для обработки запросов пользователей, формирования запросов к серверам БД и возврата клиентам полученной информации [11, 12].

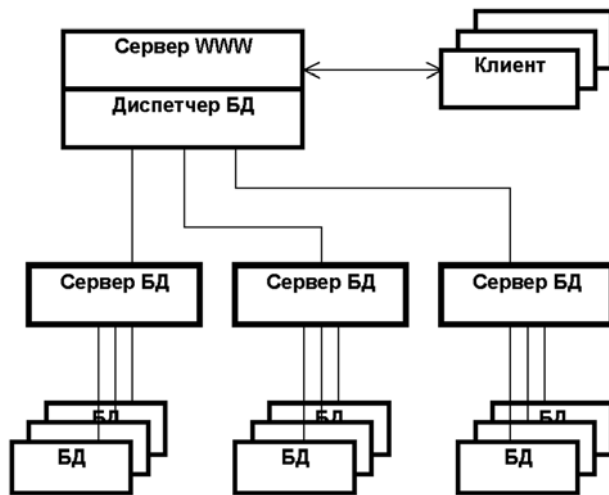


Рис. 1. Функциональная схема информационной системы на основе GRID-технологии (уровни 1–3) [12]

При построении территориально распределенной системы с ярко выраженными районами и ненадежными линиями связи все три уровня в каждом районе могут быть локализованы с интеграцией на уровне главного диспетчера, который представляет собой web-сервер, наделенный дополнительной функцией хранения информации обо всей информационной системе в целом [14].

Реализация образовательного портала Международного университета Природы, Общества и Человека «Дубна» на основе совмещения одноранговых сетей и технологии GRID представлена в [4, 6]: предлагается концепция распределенного хранения видеоматериалов, которая предполагает, что вся видеoinформация должна разбиваться на фрагменты определенного размера, которые затем распределяются между многими источниками хранения. Информация о расположении фрагментов хранится в базе метаданных на центральном (первичном) сервере (рис. 2). Источники хранения — это компьютеры корпоративной или городской сети (вторичные серверы).

Для повышения доступности фрагментов предлагается создавать их копии. Такая система распределенного хранения рассматривается как надежная система с ненадежными источниками, поскольку вторичные серверы могут быть недоступны в момент необходимости получения фрагмента видеoinформации. Математическая модель этой системы построена на модели системы массового обслуживания с потерями.

Количество копий фрагментов для гарантированной доставки видеoinформации производится следующим образом.

- осуществляется сбор информации о доступности в течение исследуемого периода времени каждого из вторичных серверов. Период мониторинга выбирается исходя из того, насколько часто меняется

структура и состав сети. Интенсивность поступления запросов к вторичным серверам соответствует интенсивности запросов пользователей на получение видеoinформации;

- находится средняя характеристика среднего вторичного сервера, которая равна математическому ожиданию распределения вероятности доступности (успешной обработки запроса) среднего вторичного сервера за рассматриваемый период, и дисперсия для оценки погрешности;

- определяется средняя интенсивность обработки запросов - усредненная доступность вторичного сервера за период наблюдения. Средняя интенсивность обработки запросов определяет количество запросов, которое успешно обрабатывается вторичным сервером за единицу времени;

- на основе рассчитанных интенсивностей поступления и обработки запросов строится поверхность для определения необходимого количества фрагментов файла в зависимости от количества фрагментов и требуемой вероятности доставки файла.

Методика [4, 6] эффективна при количестве запросов до 1000 и более в день, центральный сервер освобожден от обработки запросов, не связанных с получением видеoinформации. При малом количестве запросов на получение доступа к видеoinформации такой подход нерационален. Эта методика неэффективна с точки зрения времени доступа к информации, поскольку необходимо дополнительное время на получение клиентом информации о местоположении фрагментов и сбор фрагментов видеофайлов. Кроме того, при регистрации нового образовательного ресурса требуются операции разбиения на фрагменты и копирования фрагментов, что вызы-

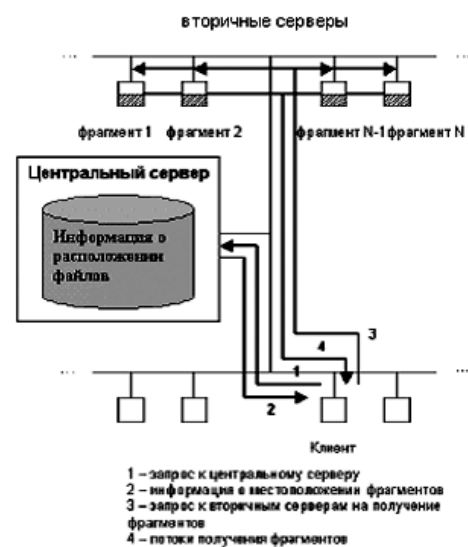


Рис. 2. Модель доставки видеoinформации в одноранговой сети

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

вает трудности при регистрации ресурса даже при наличии специального программного обеспечения.

Распределенный подход к хранению контента позволяет решить и проблему обновления ОИР, и проблемы их интеграции. Но при таком подходе предъявляются требования к качеству, загруженности каналов передачи данных и доступности серверов, на которых размещены ОИР. Для устранения недостатков централизованного и распределенного подходов необходимо исследовать *комбинированный подход к хранению образовательного контента*. В этом случае возможна репликация части информационных ресурсов на web-сервер или сервер баз данных с других серверов или рабочих станций, т.е. к определенным ОИР осуществляется централизованный доступ, а к другим — динамический. Для реализации комбинированного подхода может быть предложена следующая концепция: используется двухуровневая архитектура клиент-сервер, в базе данных на web-сервере размещаются метаданные ОИР и данные, необходимые для работы служб портала. Образовательный контент хранится в распределенной базе данных на файл-серверах и подразделений образовательного учреждения, ответственных за их создание. Доставка ОИР, хранящихся на файл-серверах, осуществляется по локальной сети. На web-сервер производится репликация информационных ресурсов в зависимости от следующих критериев: *minV* — минимизация объема передаваемых данных по сети, *minT* — минимизация времени реакции системы на запросы пользователей, *minC* — минимизация стоимости хранения ОИР; *minL* — минимизация загруженности сервера баз данных (web-сервера).

При использовании комбинированного подхода актуальность приобретают следующие задачи:

- 1) определение критерия, на основе которого будет производиться репликация (*minV*, *minT*, *maxA*, *minC*, *minL*);
- 2) оценка использования образовательного контента в учебном процессе;
- 3) выбор информационных ресурсов, которые необходимо реплицировать;
- 4) перемещение и удаление ОИР из базы данных web-сервера;
- 5) возможность прогнозирования спроса пользователей портала на определенные ОИР.

### Выбор критерия

Наиболее важными критериями, влияющими на репликацию ОИР, являются *minT* (минимизация времени реакции системы на запросы пользователей) и *minL* (загруженность сервера баз данных (web-сервера)). Проблемы определения загрузки сервера баз данных и web-сервера были рассмотрены в [19, 20]. В работе [19] проводится системный анализ системы интернет-порталов, которая представлена крупными интернет-порталами (федеральными, региональ-

ми, специализированными). Аналитическая модель обобщенной системы образовательных порталов рассматривается как замкнутая смешанная стохастическая сеть массового обслуживания (СМО), получены аналитические выражения для расчета основных параметров систем: пропускная способность, загрузка web-серверов и сервера БД, параметры очередей, среднее время обслуживания заявки заданного класса.

В статье [20] рассматривается модель обработки запросов системы управления web-сайтами и исследуется задача минимизации отказов в обработке запросов. Система обработки запросов системы управления web-сайтами представлена разомкнутой СМО с ожиданием. При этом система управления web-сайтами рассматривается как система, имеющая *m* однотипных каналов обслуживания (максимальное количество потоков обработки запросов) и характеризуется экспоненциальным распределением времени обслуживания со средним значением  $\overline{\tau_{об}}$  или является простейшим потоком обслуживаний с интенсивностью  $\mu = 1/\overline{\tau_{об}}$  независимо от типа обслуживаемой заявки. Считается, что на вход системы подаются заявки на динамические страницы. При полностью загруженных каналах обслуживания заявки могут ждать обслуживания в общей очереди, число мест в которой равно *n*. Дисциплина ожидания FIFO — заявки становятся в очередь в порядке поступления, при переполнении очереди вновь поступившая заявка получает отказ. Заявка имеет право находиться в СМО не более  $\tau_{доп}$  единиц времени. Если время пребывания заявки в системе  $t_c$  превышает  $\tau_{доп}$ , заявка покидает систему и считается потерянной. Расчет вероятности ухода заявки из системы позволяет, используя значения настроек web-сервера, оценить надежность системы, спроектировать программно-аппаратную конфигурацию web-сервера.

Вопросы загруженности web-сервера и сервера баз данных, времени реакции портала на запросы пользователя в зависимости от размещения образовательных ресурсов требуют дальнейших исследований. Также необходимо рассмотреть возможность перемещения (удаления) ОИР с web-сервера при достижении высокой загруженности, которая является одним из факторов, влияющих на количество отказов в обработке запросов.

Для решения задачи управления хранением ОИР необходимо проводить мониторинг их использования в учебном процессе. При выборе информационных ресурсов и их оценке нужно принять решение, какие ресурсы будут храниться централизованно, а к каким будет осуществляться динамический доступ. При оценке ресурсов должно быть учтено реальное использование образовательного контента пользователями образовательного портала в процессе обучения и соответствие информационных ресурсов определенному курсу обучения, дисциплинам учебного плана.

Рассмотрим существующие методы оценки информационных ресурсов и подходы к формированию информационного наполнения образовательного портала.

### Формирование информационного наполнения портала и оценка эффективности информационных ресурсов

Самый распространенный подход к оценке учебного воздействия ОИР — экспертная оценка. На экспертную или редакционную группу портала возлагается ответственность по отбору информации, формированию и структурированию ресурсов, заполнению «карточек» метаописаний ресурсов по стандартизованным правилам [8]. Экспертиза ресурсов происходит по трем направлениям: техническая, содержательная и экспертиза дизайн-эргономики [9]. Техническая экспертиза направлена на определение работоспособности ресурса и его совместимость с аппаратно-программными комплексами различных конфигураций. Содержательная экспертиза определяет полноту смыслового содержания образовательного ресурса относительно предметной области. Экспертиза дизайн-эргономики позволяет оценить качество компонентов и дизайн в целом. Взаимодействие группы экспертов может происходить как при межличностном общении, так и с помощью форумов, опросов. Каждый эксперт заполняет анкету или оставляет сообщение на форуме, в котором ставит свою оценку (например, по пятибалльной системе), дает краткое обоснование поставленной оценке и указывает пути по совершенствованию информационного ресурса. Формирование итогового резюме может производиться экспертом-куратором, который назначается либо на добровольной основе, либо по согласованной схеме [10].

Оценка образовательных информационных ресурсов с помощью экспертных оценок позволяет выявить их качество и предсказать, как тот или иной ресурс может быть использован в процессе обучения. Однако данная оценка является субъективной, поскольку не учитывает востребованность образовательного контента в учебном процессе. В работе [9] для оценки эффективности использования интернет-ресурсов предложен подход, основанный на значении параметра «величина конверсии», который показывает отношение количества пользователей, достигших некоторой цели, к общему числу пользователей. «Цель» — это действие или группа действий, которые являются значимыми для данного информационного ресурса, например, прохождение онлайн-тестирования, участие в интерактивных уроках, загрузка ресурса. Количество и смысловое содержание целей являются специфичным для каждого конкретного образовательного ресурса. Обладая

знаниями о действиях пользователей можно определить, какое число пользователей выполнило каждую из анализируемых целей. Общая оценка информационного ресурса представляет собой вектор величин конверсии  $CR_i$ , содержащий по одному значению для каждой  $i$ -й цели. Величина конверсии определяется по формуле:

$$CR_i = \frac{U_s}{U_t}$$

где:

$U_s$  — число пользователей, достигших  $i$ -й цели,

$U_t$  — общее число пользователей ОИР.

Для более общей оценки можно вычислить среднее значение для всей группы значений с учетом весов, отражающих важность цели:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot CR_i}{n}$$

где:

$W$  — среднее значение величины конверсии для всех целей,

$p_i$  — вес  $i$ -й цели, принимающий значения от нуля до единицы,

$CR_i$  — величина конверсии  $i$ -й цели,

$n$  — количество целей.

Для оценки использования ресурса в учебном процессе необходима адаптация способа оценки, предложенной в [9], на основе анализа статистики и журналов web-сервера портала, запросов пользователей к образовательным ресурсам. При этом следует учесть, что пользователей можно разделить на две укрупненные категории: зарегистрированные пользователи, пользующиеся порталом в целях дистанционного обучения, незарегистрированные пользователи, которые также могут использовать образовательный ресурс в учебных целях. Кроме того, при определении показателя использования ОИР в учебном процессе могут быть приняты во внимание опросы, проведенные среди пользователей портала, а также рейтинги ОИР.

### Прогнозирование использования образовательного контента

При принятии решения о типе доступа к ресурсам (централизованный доступ или динамический) также необходимо выполнять прогноз использования ресурсов для изменения структуры образовательного контента портала: удалять из базы данных web-сервера наименее запрашиваемые ресурсы и включать в информационное наполнение более «перспективные» ресурсы, которые будут использоваться в образовательных целях. При составлении прогнозов следует учесть данные востребованности ресурсов, со-



## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

ответствие ОИР дисциплинам учебного плана, расписание занятий на следующий период обучения, график учебных занятий.

### Постановка задачи

Задача управления контентом образовательного портала может быть сформулирована следующим образом. Множество пользователей образовательного портала  $A = \{A_s, s = \overline{1, S_0}\}$  формируют запросы в соответствии с интенсивностями  $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_s, \dots, \lambda_{S_0})$ .

Время формирования запроса  $s$ -м пользователем является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону с плотностью:

$$f_s(t) = \lambda_s \cdot e^{-\lambda_s t}, s = \overline{1, S_0}.$$

Образовательные информационные ресурсы представлены множеством  $R = \{r_i, i = \overline{1, I_0}\}$ .

ОИР  $r_i \in R$  характеризуется подмножеством:

$$X = \{K, V, T\},$$

где:

$K = \{k_d, d = \overline{1, K_0}\}$  — множество разделяемых единиц контента, связанных в рамках определенной модели,

$$V = \{v_d, d = \overline{1, K_0}\},$$

где:

$v_d$  — объем в байтах каждой разделяемой единицы контента,

$$TP = \{tp_d, d = \overline{1, K_0}\},$$

где

$tp_d$  — тип разделяемой единицы контента (текст, изображение, аудио фрагмент, видео фрагмент).

Полное множество запросов состоит из двух непересекающихся подмножеств  $Q^F$  — множество запросов на чтение,  $Q^S$  — множество запросов на обновление ОИР. Связь между множеством запросов  $Q = Q^F \cup Q^S$  и множеством ОИР задается матрицами:

$$B^F = \left\| b_{vd}^F \right\|$$

и

$$B^S = \left\| b_{kd}^S \right\|.$$

Элементы  $b_{vd}^F$  матрицы  $B^F$ , идентифицирующие взаимосвязи между запросами на чтение и образовательными информационными ресурсами  $R$ , определяются следующим образом:

$$b_{vd}^F = \begin{cases} 1, & \text{если ОИР используется при выполнении запроса } q_v \in Q^F; \\ 0 & \text{- в противном случае} \end{cases}$$

Элементы  $b_{kd}^S$  матрицы  $B^S$  формируются так:

$$b_{kd}^S = \begin{cases} 1, & \text{если } q_p \in Q^S \text{ модифицирует ОИР } r_i; \\ 0 & \text{- в противном случае} \end{cases}$$

Все ОИР размещены на множестве узлов ЛВС —

$$U = \{u_m, m = \overline{1, M}\}.$$

Параметры, определяющие характеристики сети заданы тройкой вида:

$$W = \langle WR, DA, SP \rangle.$$

$$WR = (WR_1, \dots, WR_m, \dots, WR_M),$$

где:

$WR_m$  — среднее время поиска и считывания данных в узле сети  $u_m \in U$ ;

$$DA = (DA_1, \dots, DA_m, \dots, DA_M),$$

где:

$DA_m$  — среднее время доступа к данным узла сети;

$$SP = \left\| SP_{mh} \right\|, m, h = \overline{1, M},$$

где:

$SP_{mh}$  — среднее время передачи данных по каналам сети между узлами  $u_m \in U$  и  $u_h \in U$ .

Распределение ОИР по узлам ЛВС задается в виде бинарной матрицы

$$G = \left\| g_{md} \right\|, (m = \overline{1, M}, d = \overline{1, R_0})$$

элементы которой принимают значения  $g_{md} = 1$ , если ОИР  $r_i$  хранится на узле  $u_m$ , в противном случае  $g_{md} = 0$ .

Предполагается, что выбор пользователем запроса носит вероятностный характер, значения вероятностей определяются элементами матрицы

$$F = \left\| f_{sv} \right\|, s = \overline{1, S_0}, v = \overline{1, Q_0},$$

$f_{sv}$  — вероятность формирования пользователем  $A_s$  запроса  $q_v \in Q^F \cup Q^S$ .

Необходимо построить математическую модель, которая позволяла бы найти такое подмножество ОИР  $R^{res} = \{r_j^{res}, j = \overline{1, I_0}\}$  множества  $R$ , которые необходимо реплицировать на web-сервер. При этом среднее время реакции системы на запросы пользователей  $T$  и количество невыполненных запросов пользователя  $Q^{lost}$  из-за загруженности web-сервера должно быть минимальным.

На параметры модели накладываются следующие ограничения:

1. ОИР могут быть размещены либо на одной из рабочих станций ЛВС, либо одновременно и на узле ЛВС и на web-сервере, т.е.

$$r_i \in R: \sum_{m=1}^M g_{md} \leq 2,$$

2. Если ОИР копируется на web-сервер, то происходит репликация всех разделяемых единиц контента  $k_d$ , из которых формируется этот ОИР.

3. Суммарный объем разделяемых единиц контента всех ОИР, реплицируемых на web-сервер, не должен превышать объема, выделенного для их хранения на жестком диске web-сервера:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{d=1}^{K_0} v_d \leq VD,$$

где:

$VD$  — количество байт на жестком диске web-сервера, выделенных для хранения ОИР.

4. При оценке времени реакции системы на запросы пользователей будут учитываться только запросы на чтение ОИР  $q_{id} \in Q^r$ , поскольку редактировать ОИР, как правило, могут пользователи, имеющие соответствующие права: администраторы портала, авторы курсов, и основная нагрузка на портал состоит в выполнении запросов на предоставление и чтение образовательной информации.

Таким образом, задача нахождения множества  $R^{res}$  будет иметь вид: найти  $R^{res}$  такое, что  $T \rightarrow \min$ ,  $Q^{lost} \rightarrow \min$ , при условии, что

$$r_i \in R: \sum_{m=1}^M g_{md} \leq 2,$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{d=1}^{K_0} v_d \leq VD.$$

### Выводы

При рассмотрении архитектур и способов хранения контента образовательных порталов можно сделать следующие выводы.

1. При хранении в единой базе данных образовательных информационных ресурсов обеспечивается высокая реактивность запросов пользователей портала, а также возможность централизованного резервного копирования и восстановления базы данных. Недостаток такой концепции — трудность управления обновлением образовательных информационных ресурсов.

2. Распределенный подход подходит для реализации портала, в котором необходимо работать с большим объемом неструктурированной информации в условиях ограниченности ресурсов жесткого диска сервера, а также для портала распределенного университета, когда сложно следить за обновлением информации и сложно интегрировать все информационные ресурсы в единое хранилище данных. Однако при таком подходе предъявляются высокие требования к пропускной способности и загрузке каналов передачи данных.

3. Для построения портала учебного центра с большим объемом неструктурированной информации целесообразным является использование комбинированного подхода к хранению контента, при котором часть образовательного контента реплицируется на сервер баз данных с других серверов или порталов. Реализация такого подхода к хранению образовательного контента позволяет решить

проблемы интеграции ОИР, низкой реактивности и пропускной способности каналов передачи данных.

4. При комбинированном подходе к хранению образовательного контента необходимо определить множество информационных ресурсов  $R^{res}$ , к которым будет осуществляться централизованный доступ. В качестве критериев эффективности предполагается использовать время реакции системы на запросы пользователей  $T$  и число невыполненных запросов пользователей  $Q^{lost}$ .

5. Необходима разработка методик оценки использования ОИР в учебном процессе и методики прогнозирования спроса пользователей на ОИР с целью разработки стратегии развития образовательного портала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачев С.Л., Солдаткин В.И. Российский портал Открытого образования Openet.Ru: проблемы и перспективы. — М.: МГИУ, 2002. — 148 с.
2. Комарцев Е.М. Образовательные порталы как средство систематизации и структурирования информации: Дисс. канд. пед. наук, 2004, 207 с.
3. Рычкова А.А. Организация самостоятельной работы студентов на основе дистанционных образовательных технологий // Новые информационные технологии в образовании: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 26-28 февраля 2007 г.: В 2 ч. \ Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2007. Ч. 1. с. 122-124.
4. Анищенко Н.Г., Васильев П.М., Кореньков В.В., Крюков Ю.А. Хранение и доставка учебных видеоматериалов при дистанционной форме обучения \ http://www.physicsnet.ru/ru/problems/journal/61, 2007
5. Позднеев Б.М., Буханов А.Н. Анализ систем управления информационным содержанием образовательных порталов \ http://magazine.stankin.ru/arch/n\_20/3/index.html, 2002
6. Анищенко Н.Г., Васильев П.М., Кореньков В.В., Крюков Ю.А. Хранение и доставка учебных видеоматериалов при дистанционной форме обучения \ Материалы конференции GRID'2006, 26-30 июня, http://grid2006.jinr.ru/rus/programme30.asp
7. Лясин А.С. Как создать портал в Internet: Основы использования web-технологий. — М.: Познавательная книга Пресс, 2003. - 288 с.
8. Лунин В.В., Мельников М.Я., Миняйлов В.В., Покровский Б.И. Разработка организационно-методических основ коллективного формирования информационных ресурсов профильных образовательных порталов \ Интернет-порталы: содержание и технологии. Сборник научных статей. Выпуск 1. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ГНИИ ИТТ «Информика». — М.: Просвещение, 2003. — с. 1-18.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

9. Соколов С.Н. Экспертиза образовательного интернет-ресурса на основе анализа его использования \\\ Новые информационные технологии в образовании: Материалы междунар. научн.-практ. конф., Екатеринбург, 26-28 февраля 2007 г.: В 2 ч. // Рос. Гос. проф.-пед. Ун-т. Екатеринбург, 2007. Ч.2., — с. 48–49.

10. Васильев В.Н., Стафеев С.К. Технология работы распределенной экспертной группы над содержательным наполнением образовательного портала \\\ Компьютерные инструменты в образовании, №5, 2002, с. 21–26.

11. Шокин Ю.И., Ламин В.А., Федотов А.М., Барахин В.Б., Жижимов О.Л., Мазов Н.А., Пищик Б.Н., Покровский Н.Н. Распределенная информационная система «Виртуальный музей науки и техники СО РАН» // Труды 5-ой Всеросс. науч. конф. RCDL'2003, Санкт-Петербург, Россия, 2003. — Изд-во СПбГУ, 2003, с. 112–116

12. Жижимов О.Л., Мазов Н.А., Фролов А.С. Доступ к базам данных ISIS из Internet и построение распределенной информационной системы \\\ Вычислительные технологии, т.2, №3, 1997, с. 45–50.

13. Герасимов В.В., Гугель Ю.В., Курмышев Н.В., Сигалов А.В. Система образовательных порталов России: анализ телекоммуникационной инфраструктуры, общие требования к аппаратным платформам, технические аспекты размещения \\\ Образовательные порталы России. Вып. 1. — М.: Технопечать, 2004. — с. 25–129.

14. Жаров А.А., Уваров М.Ю. Перспективы создания распределенной версии системы БИГОР \\\ <http://iu4.bmstu.ru/konf/2007/tom1.pdf>, 2007.

15. Тархов С.В. Система контент-менеджмента дистанционного обучения с мультиагентной архитектурой \\\ XV Международная конференция «Применение новых технологий в образовании», Троицк, 29, 30 июня 2004, с. 258–259.

16. Минасов Ш.М., Тархов С.В. Проект «Гефест» как вариант практической реализации технологий электронного обучения в вузе в условиях интеграции традиционного и дистанционного обучения \\\ Educational Technology & Society, № 8(1), 2005, с. 134–147.

17. Цибульский Г.М., Герасимова Е.И., Ерошин В.В. Модели обучения автоматизированных обучающих систем \\\ Сетевой электронный научный журнал «Системотехника», №2, 2004.

18. Васильев В.Н. Методы и технологии доступа к видеоинформации системы дистанционного обучения с использованием распределенной базы данных \\\ [http://www.mirrabort.com/work/work\\_69632.html](http://www.mirrabort.com/work/work_69632.html)

19. Райнова О.Д. Разработка моделей и методов повышения эффективности функционирования системы образовательных Интернет-порталов: Автореферат диссертации на соискание уч. степени к.т.н., 2006, с. 19.

20. Быков М.Ю. Модель процесса обработки запросов системой управления web-сайтами \\\ Вычислительные методы и программирование, 2005, Т.6, с. 53–56.

21. Фостер Я., Кессельман К., Тьюке С. Анатомия грид: создание масштабируемых виртуальных организаций // <http://www.gridclub.ru/library/publication.2004-11-29.7104738919/view>.

International Conference «Distributed computing and Grid technologies in science and education», 26 June - 30 <http://grid2006.jinr.ru/rus/programme30.asp>.

## НОВОСТИ

### Системный оператор поддержал международную научно-практическую конференцию

С 10 по 13 сентября 2007 года в Чебоксарах прошла Международная конференция «Релейная защита и автоматика современных энергосистем». ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС» поддержал конференцию и принял активное участие в ее организации и проведении.

«Системный оператор, реализуя законодательно закрепленные за ним функции обеспечения надежности работы Единой энергетической системы России, уделяет вопросам разработки и внедрения РЗА особое внимание, — отметил в приветственном письме в адрес конференции Председатель Правления ОАО «СО — ЦДУ ЕЭС» Борис Ильич Аюев. — Полномочия Системного оператора охватывают весь комплекс вопросов, связанный с применением РЗА: от проектирования до внедрения и поддержания в постоянной работоспособности. В диспетчерском управлении Системного оператора находится вся релейная защита и технологическая автоматика системообразующей сети ЕЭС России. Активный обмен информацией, обсуждение имеющихся проблем и способов их решения серьезно поможет нашим специалистам в работе по формированию технологической политики в области РЗА и окажет помощь всем энергетикам в решении важной задачи обеспечения надежного энергоснабжения. Именно поэтому Системный оператор поддержал конференцию и принял активное участие в ее организации».

Конференция была организована Российским Национальным Комитетом СИГРЭ и Всероссийским научно-исследовательским проектно-конструкторским и технологическим институтом релестроения (ВНИИР) при поддержке Президента и Кабинета министров Чувашской Республики, ОАО РАО «ЕЭС России», Системного оператора ЕЭС России и Федеральной сетевой компании.

Целями конференции являлись обобщение и анализ мирового опыта в разработке, создании и эксплуатации средств и систем релейной защиты и автоматики энергосистем, представление новейших научных и инженерно-технических решений, активизация диалога исследователей, специалистов-разработчиков и пользователей, обсуждение направлений и тенденций развития современных средств автоматизации в электроэнергетике. На конференцию собрались более пятисот участников из 19 стран. С докладами выступили авторитетные специалисты из России, Европы, США, Кореи, Китая, специализирующиеся на разработке и внедрении в практику систем релейной защиты и автоматики. Системный оператор ЕЭС России представляла делегация во главе с заместителем главного диспетчера Андреем Васильевичем Жуковым, который провел заседание тематической секции:

«Автоматическое управление режимами энергосистемы с использованием технологии векторного измерения параметров». Специалисты Системного оператора представили на конференции ряд докладов по актуальным вопросам управления режимом энергосистемы, а также по вопросам разработки, внедрения и эксплуатации автоматических комплексов, применяемых для решения системной задачи обеспечения надежной работы Единой энергетической системы России. Эти выступления вызвали большой интерес у российских и зарубежных участников.