

РАБОТА С ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ В ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Матчин Василий Тимофеевич,

старший преподаватель кафедры инструментального и прикладного обеспечения,

e-mail: matchin.v@gmail.com,

Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), г. Москва,

Плотников Сергей Борисович,

канд. техн. наук, доцент, заместитель заведующего кафедры инструментального

и прикладного обеспечения по научной работе,

e-mail: plotnikovsb@mail.ru,

Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), г. Москва,

Цветков Виктор Яковлевич,

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры инструментального и прикладного обеспечения,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), г. Москва

В статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением и упорядочением современных методов и средств работы с информационными образовательными ресурсами. Этими ресурсами являются базы данных и базы знаний в сочетании с высоконагруженными приложениями и интенсифицированными макромедиа системами. В статье раскрывается содержание высоконагруженных приложений и причины появления высокой нагрузки в приложениях баз данных и информационных систем. Исследуются вопросы интенсификации работы с базами данных в интегрированных системах. Исследуются причинно-следственные связи и отношения в этих системах. Даны предложения по повышению эффективности высоконагруженных приложений за счет их масштабируемости и интероперабельности. Для интегрированного снижения нагрузок на приложения предлагается комплексное решение, основанное на системном подходе и учете в единой системе качества данных, качества программного обеспечения и качества технологий. Полученные результаты представляют интерес для инжиниринга и реинжиниринга баз данных и информационных систем, в частности, при осуществлении регенерации баз данных и регенерации программного обеспечения информационных систем.

Ключевые слова: информационные ресурсы, высоконагруженные приложения, макромедиа системы, реинжиниринг, базы данных, качество информационных ресурсов

WORKING WITH INFORMATION RESOURCES IN HIGH-LOAD APPLICATIONS

Matchin V.T.,

senior lecturer, department of instrumental and applied support,

e-mail: matchin.v@gmail.com,

Russian Technologies University (RTU MIREA), Moscow,

Plotnikov S.B.,

candidate of technical sciences, Associate Professor, deputy head of the department of instrumental

and applied support for scientific work,

e-mail: plotnikovsb@mail.ru,

Russian Technologies University (RTU MIREA), Moscow,

Tsvetkov V.Ya.,

doctor of technical sciences, professor, professor of the department of instrumental and applied support,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Russian Technologies University (RTU MIREA), Moscow

The article deals with the issues related to the study and ordering of modern methods and means of working with information educational resources. These resources are databases and knowledge bases combined with highly loaded applications and intensified macromedia systems. The article reveals the content of high-load applications and the reasons for the appearance of high load in database and information system applications. The issues of intensifying work with databases in integrated systems are investigated. The causal relationships and relationships in these systems are investigated. Suggestions for improving the efficiency of high-load applications due to their scalability and interoperability are given. For integrated application load reduction, we offer a comprehensive solution based on a systematic approach and accounting for data quality, software quality, and technology quality in a single system. The results obtained are of interest for the engineering and reengineering of databases and information systems, in particular, in the implementation of database regeneration and software regeneration of information systems.

Keywords: information resources, high-load applications, macromedia systems, reengineering, databases, quality of information resources

DOI 10.21777/2500-2112-2020-4-62-72

Введение

Работа в высоконагруженных приложениях (ВНП) возникает при обработке большого количества запросов. Информационное взаимодействие множества пользователей, использующих не самую производительную в информационных средах макромедиа, создает дополнительную нагрузку. К информационным системам (ИС) предъявляются требования максимальной производительности и быстродействия, поэтому важным фактором в этих системах является скорость их взаимодействия с базами данных (БД) и базами знаний (БЗ). В модельном подходе, описанном в [1], показано, что пропускная способность интенсифицированной системы в рамках теории массового обслуживания пропорциональна интенсивности заказов (в пиковом значении) и коэффициенту, отражающему долю обслуживания заявок. Соответственно, среднее время пребывания заявки в такой системе определяется отношением среднего числа заявок к интенсивности потока заявок. В общем, среднее время пребывания заявки есть сложная функция фактических характеристик Макромедиа мобилити. Схема образования высоконагруженных приложений приведена на рисунке 1.

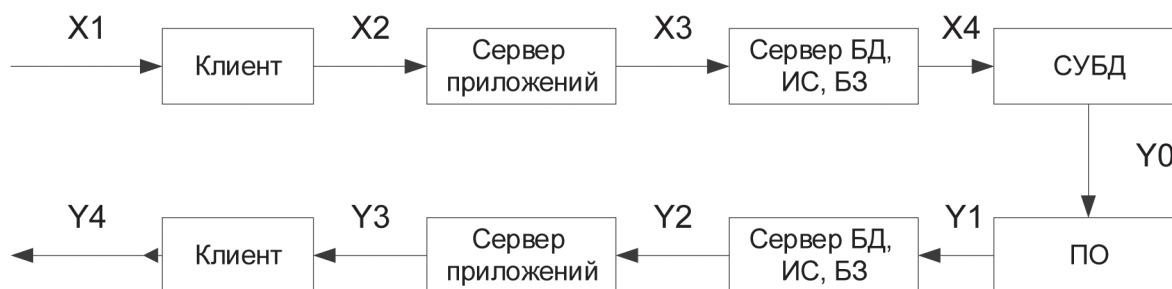


Рисунок 1 – Схема образования высоконагруженных приложений

На рисунке 1 выделено два слоя: слой запросов (X) и слой ответов (Y). На каждом слое происходит обработка информации. Показано, что в традиционных структурах клиент – сервер (фронтенд, англ. «front-end») полное время обработки запроса от пользователя может быть представлено простой арифметической суммой времени: обработки запроса на слое клиента (X1-X2); обработки запроса на сервере приложений (X2-X3); обработки запроса на сервере БД (X3-X4); трансформации запроса в систему управления базами данных – СУБД (X4-Y0); обработки информации с помощью специализированного программного обеспечения (ПО), не входящего в СУБД (Y0-Y1); обработки ответа на сервере БД (Y1-Y2); обработки ответа на сервере приложений (Y2-Y3); обработки ответа на слое клиента

(У3-У4). Схема на рисунке 1 характеризует один тип клиента. При наличии разных типов клиентов и применения разных типов приложений сложность работы возрастает.

1. Масштабируемость информационных систем как средство повышения производительности

Высоконагруженные приложения требуют повышения производительности систем. Эта задача решается разными способами. Повышение интенсификации взаимодействия пользователей с БД и БЗ реализуется улучшениями взаимодействий слоя клиента с БД (БЗ) и способами выбора модели данных. Модель данных состоит из трёх компонент: структуры данных, операций и ограничений целостности. Важнейшее требование к модели описания высоконагруженных приложений (веб-приложений) – масштабируемость. Под масштабируемостью в [1] понимают способность системы или сети справляться с увеличением рабочей нагрузки при добавлении ресурсов (обычно аппаратных). Масштабируемость – важный аспект ИС, программных комплексов, БД, маршрутизаторов, сетей и т.п. Система называется масштабируемой, если она способна увеличивать производительность пропорционально дополнительным ресурсам. Масштабируемость можно оценить через отношение прироста производительности системы к приросту используемых ресурсов. Чем ближе это отношение к единице, тем лучше. Также под масштабируемостью понимается возможность наращивания дополнительных ресурсов без структурных изменений центрального узла системы. В системе с плохой масштабируемостью добавление ресурсов приводит лишь к незначительному повышению производительности, а с некоторого «порогового» момента добавление ресурсов не даёт никакого полезного эффекта.

Вертикальное масштабирование заключается в увеличении производительности компонентов системы для повышения общей производительности. Такая масштабируемость позволяет заменять в существующей ИС компоненты более мощными и быстрыми. Этот способ масштабирования не требует никаких изменений в прикладных программах. Горизонтальное масштабирование состоит в разбиении системы на мелкие структурные компоненты и разнесение их по отдельным физическим машинам и увеличению количества серверов, параллельно выполняющих одну и ту же функцию. Горизонтальное масштабирование создает возможность добавления к системе новых аппаратных компонент для увеличения общей производительности. Этот способ масштабирования может требовать внесения изменений в программы.

В практике проектирования ИС часто используется термин масштабирования в более развёрнутом виде, чем описано выше. При этом под интегральным коэффициентом масштабирования понимают произведение свободных коэффициентов, отображающих все виды и формы возрастания величин, влияющих на производительность системы, например, контентное масштабирование, пользовательское и др. Пользовательское масштабирование в интенсивных мультимедиа средах связано с комбинацией следующих нескольких возможностей: масштабирование в части одновременного вхождения во взаимодействие с ИС ряда пользователей; то же самое, но в условиях мультиплатформенности и существенных отличий мощностных характеристик цифровых средств, используемых пользователями; то же самое, но в условиях наличия наряду с уже задействованными во взаимодействие пользователями, ожидающих этого в очередях; то же самое, но с учётом потенциально обозначенных пользователей, не вступивших пока во взаимодействие и не занявших очереди.

Вместе с тем, уместно отметить, что значительная часть вопросов, возникающих в связи с масштабированием интенсифицированной работы с БД и БЗ в среде мультимедиа, в той или иной степени решена многими исследователями, в том числе решаются или решены некоторые частные задачи авторами настоящей работы, что представлено далее.

2. Стандарт ISO/IEC 25010:2011 в комплексном обновлении ИС, БД, БЗ

В ходе исследования был предложен новый подход к обновлению БД – комплексное обновление [2]. Вводится системная модель базы данных. Ключевые характеристики базы данных включают параметры обновления. Дается логическая схема обновления. Вводится комплексная функция качества.

Вводятся характеристики актуальности информации в БД. Раскрывается содержание теоремы об огибающей как инструмента обеспечения оптимальности функции качества при обновлении. На примерах моделирования и проектирования БД в интенсифицированных мультимедиа средах показывается, какое обновление базы данных является комплексным. Эта методика может быть представлена следующим образом.

База данных может быть рассмотрена как информационная система и как система данных. Для любых информационных систем и баз данных важным фактором является оценка качества такой системы. База данных характеризуется компонентами: хранимыми данными, структурой данных, технологией функционирования, технологией обновления, программным обеспечением. Если рассматривать базу данных как информационную систему, то для нее необходимо применять методы стандартизации ПО [3] и применять соответствующие ГОСТы информационных систем. Кроме того, перечисленная совокупность характеризуется качеством функционирования системы. При обновлении БД [4; 5; 6] перечисленная совокупность характеризует качество обновления и качество функционирования БД после обновления.

Основой оценки качества программного обеспечения и информационных систем в настоящее время являются отечественный стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 «Информационные технологии (ИТ); системная и программная инженерия; требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE); модели качества систем и программных продуктов» и зарубежный стандарт ISO/IEC 25010:2011 «Системная и программная инженерия; требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE); модели качества систем и программного обеспечения»¹. Это отражает современную концепцию развития программного обеспечения на основе системной и программной инженерии [7].

В соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 в ИС выделяют три модели качества: модель качества самого алгоритма, модель применения алгоритма, модель качества данных. Поэтому разработка любой системы связана с разработкой программного обеспечения и с разработкой качественной модели данных.

Системная модель базы данных. Используя системный подход [8; 9] можно дать формальное описание базы данных как сложной информационной системы (IDB), которое имеет вид:

$$IDB = \langle Dd, Md, Strd, Cd, Bld, AB(t, d), IU, Tr, Ap, Qd, Qa, Qth, Vd, \rangle. \quad (1)$$

В выражении (1) приняты следующие обозначения: Dd – цифровые данные; Str – структура данных БД; Cd – связи между цифровыми данными; Bld – блоки цифровых данных; Vd – объем цифровых данных; Md – модели данных; IU – информационные единицы; AB(t, d) – актуальность блока по данным или по времени; Tr – технология обработки; Ap – алгоритм обработки данных; Qd – качество цифровых данных; Qa – качество алгоритма; Qth – качество технологий. Актуальность блока данных оценивается либо по уровню данных AB(d), либо по времени AB(t). Если $t > t_0$ или $d_0 \neq d$, то происходит замена блока Bld на Bld*. Где t_0 – время актуальности блока, t – уровень актуальности блока, Bld – старый блок, Bld* – новый (обновленный) блок.

Соответственно, рассмотрение вопросов актуализации опирается на логику обновлений и её математическое описание. В результате конфигурируется функция качества системы после обновления. Интересное решение в рассматриваемом здесь ракурсе представляет так называемая теорема об огибающей [10]. Согласно декларированию этой теоремы, функцию качества в некоторых технологиях называют также конверт (envelope). Такое название обусловлено не только аналогией – блок обновляется как в конверте, который образуют показатели качества. При обновлении БД разными функциями качества, точнее условия ее получения, меняются. Для этих случаев управления применяют «теорему об огибающей», которая в английской интерпретации звучит как The envelope theorem [10], что буквально означает «теорема о конверте». Теорема об огибающей является описанием свойства дифференцируемости целевой функции для задачи оптимизации. При изменении параметров цели или условий оптимизации, теорема об огибающей показывает, что в определенном смысле изменения в оптимизаторе цели не спо-

¹ ISO/IEC 25010:2011 «Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models». – URL: <https://www.iso.org/standard/35733.html> (дата обращения: 12.12. 2020).

способствуют изменению целевой функции. Теорема об огибающей является важным инструментом для сравнительной статистики оптимизационных моделей [10]. Применение теоремы об огибающей при обновлении БД позволяет достигать то, что при изменении блока обеспечиваются условия максимальной полезности. Это делается путем алгоритмизации и введения реальных условий связей в БД.

Модель БД в виде информационной системы дает возможность использовать ISO/IEC 25010:2011 при обновлении базы как инструмент стандартизации и обеспечения комплексного качества. Такое обновление БД является комплексным и оптимизационным, в то время как обычное обновление в БД является частным и не всегда оптимальным по качеству. Комплексное обновление БД является эффективным и необходимым в высоконагруженных приложениях, для которых характерна интеграция программного технологического и аппаратного обеспечения.

3. Информационные ресурсы как инструмент промощения

Рассмотренные выше позиции относятся к сфере стандартизации средств формирования и управления БД и БЗ с характерными для них мультимедиа средами. Наряду с этим необходимо исследовать и реализовать все доступные возможности развития информационных ресурсов как базиса совершенствования ИС, БД, БЗ. Тенденция глобализации отражает повсеместное распространение и использование информационных ресурсов (ИР) во всех сферах деятельности. Информационные ресурсы и технологии связывают с понятием «цифровые». На рисунке 2 показано место информационных ресурсов в системе высоконагруженных приложений. Масштабируемость касается центрального блока. Комплексное обновление касается блоков программного обеспечения и БД. Высокая нагруженность обозначена толстой стрелкой.

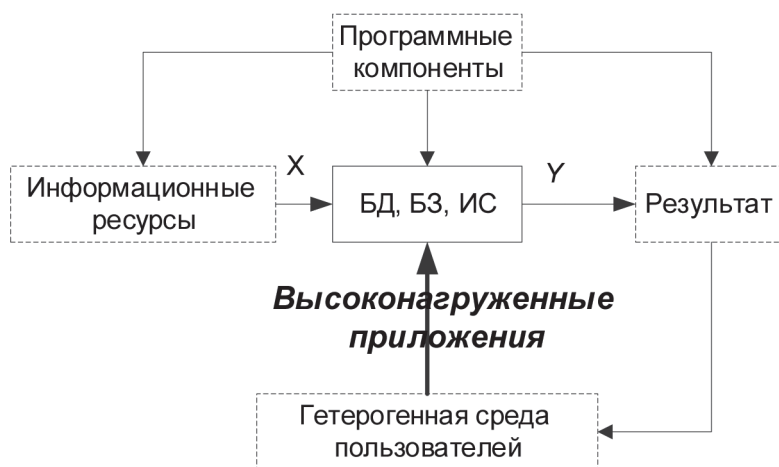


Рисунок 2 – Место информационных ресурсов в системе высоконагруженных приложений

На рисунке 2 видно, что ИР являются потенциалом для работы с высоконагруженными приложениями. Их организация может снижать нагрузку на БД и ИС. Как средства хранения информационных ресурсов появились различные типы баз данных, цифровых библиотек, естественного языка [11]; хранилищ многократно используемых цифровых объектов [12] и др. Однако организация современных информационных ресурсов для работы в высоконагруженных приложениях выдвигает ряд требований [13], которые необходимо учитывать при организации ресурсов в схеме на рисунке 2. Основные свойства информационных ресурсов включают: кодифицированность, идентифицируемость, стандартизованность, измеримость.

Кодифицированность. Для управления ИР используются разнообразные стратегии, которые могут быть отражены оппозиционной шкалой [14] стратегии кодификации (СК) и стратегии персонализации (СП). Кодификация означает перевод формальной информации на естественном языке в цифровой

или иной специализированный код [15]. Стратегия кодификации состоит в цифровой кодировке ИР и хранении их на машиночитаемых носителях. Эти ИР доступны для любого пользователя их можно обрабатывать и хранить, не прибегая к дополнительной интерпретации. Знания, которые содержат эти ресурсы, называют явными [15]. Часто кодифицируемые ресурсы называют цифровыми d-ИР, или электронными информационными ресурсами e-ИР. Стратегия кодификации используется предпочтительно в БД и ИС.

Стратегия персонализации состоит в индивидуальной формальной записи информационных ресурсов, которые понятны специалисту предметной области или группе специалистов. Если для большинства специалистов ресурсы непонятны и не интерпретируемы, то знания, которые в них содержатся называют неявными (*tacit*) [16; 17; 18]. Стратегия СП снижает общедоступность, но повышает скорость обработки и анализа данных. Стратегия персонализации используется предпочтительно в БЗ, системах интеллектуального вывода [19], киберфизических системах [20; 21].

Любая стратегия управления ИР позиционируется на шкале СК-СП. Для получения выгод от использования ИР должна применяться стратегия кодификации, т.е. должны быть сформированы e-ИР. В e-ИР должны учитываться процессы, относящиеся к разнообразным пользователям. E-ИР обеспечивает следующие свойства информационных ресурсов: интероперабельность, виртуализацию, адаптируемость, унификацию, эволюционность. Рассмотрим указанные свойства более подробно. Интероперабельность [1] состоит в возможности использования ИР, разработанных на одной платформе, в другой организации на другой платформе с другим набором инструментов. В частности, должна быть обеспечена интероперабельность комплектов элементов метаданных [22], которые описывают разнообразные e-ИР. Виртуализация включает возможность построения виртуальных моделей. Адаптируемость состоит в возможности изменения или обновления ИР в соответствии с изменениями программного и технологического обеспечения. Адаптируемость информационных ресурсов состоит в возможности трансформации новой информации в информационные ресурсы [23]. Унификация [1] состоит в возможности каталогизации со стандартными метаданными для того, чтобы можно обменивать и интегрировать разные ИР. Эволюционность – свойство ИР, основанное на тенденции их обновления, обеспечивающее их долгосрочное сохранение в хранилищах (депозитариях) и распространение.

Идентифицируемость. Важную роль в использовании ИР играют поиск и хранение информационных ресурсов. Важным фактором в этих технологиях является механизм системы уникальных идентификаторов ИР. Спецификация универсального идентификатора ресурса (Uniform Resource Identifiers – URI) может использоваться для включения идентификационной системы ИР в глобальное информационное поле имен URL. В настоящее время для информационных ресурсов известны и применяются такие общие системы как: ISBN, ISSN, URN, URL, DOI и др. Для некоторых категорий требуется персонализация ресурса. Персонализированный идентификатор – это имя, которое ассоциировано с индивидуумом. Примером могут служить идентификаторы (логины) пользователей и адреса электронной почты.

Стандартизованность. Стандартизация и стандартизованность в области ИТ [3] выполняют две функции: контроля и возможности эффективного использования и обмена ИТ-продуктами. Для эффективного использования поставщики ИР должны создавать стандартизованные комплексы, упрощающие их освоение и переход к новым версиям. Стандартизация ИР базируется на ряде принципов, соответствующих международным стандартам. Одним из неформальных стандартов является подход, состоящий в том, что ИР формируются из автономных компонент, которые часто являются информационными единицами [24] и могут гибко комбинироваться многими способами для создания ресурсов.

Измеримость. Количественное измерение ИР необходимо для планирования расчета и управления ими. Примером измерения ИР является создаваемая общенациональная база данных учебных результатов по всем дисциплинам. Основные идеи подхода [22] включают создание и использование многоуровневой системы оценивания. Она включает оценку концепций, применение многоуровневой оценки, применение количественных оценок отдельных показателей, типа интегральной оценки обучения. Одним из возможных общих подходов к установлению общих количественно измеряемых характеристик/свойств ИР является применение положений стандарта ISO/IEC 13236:1998. Этот стандарт описывает качество сервиса открытой распределенной обработки для ИТ-систем. Термин "сервис" в этом стандарте включает:

- обеспечение функций обработки и хранения информации логическими объектами (сущностями), объектами, приложениями, прикладными процессами и т.д.; например, в них применяются характеристики, которые относятся к задержке времени и надежности;
- взаимодействие между логическими объектами, объектами, приложениями и т.д.;
- информацию, которая содержится в системе; например, характеристики конфиденциальности и времени жизни;
- сервисы передачи данных/коммуникаций;
- физическое оборудование (возможность использования).

Таким образом, использование информационных ресурсов в ВВП и ИММС сопряжено с рядом требований и отличается от использования ресурсов в обычных информационных системах или БД. Основное отличие состоит в учете динамики нагрузки и динамики качества.

4. Применение и виды информационных ресурсов

В настоящее время следует констатировать разнообразие информационных ресурсов по видам, формам организации, технологиям и интерфейсам. На практике часто проблемы различных информационных ресурсов рассматривались в отрыве друг от друга. Ряд проблем является общим для всей инфосферы страны [25]. Значение имеют информационные взаимодействия различных информационных ресурсов, хранимых в разных фондах. Наибольшее значение имеют информационные ресурсы, имеющие государственное и отраслевое значение.

Государственное регулирование формирования и использования информационных ресурсов осуществляется через системы «электронного правительства» и отраслевые системы. Наиболее распространенным способом предоставления ресурсов является размещение открытых информационных ресурсов на общедоступных сайтах. Такая модель доступа к информационным ресурсам органов власти принята во многих зарубежных странах.

Особо следует отметить систему информационных образовательных ресурсов. Она включает библиотеки более 1700 российских вузов с общим фондом свыше 600 млн единиц хранения. Развитие структуры информационных образовательных ресурсов идет в двух направлениях:

- создание системы региональных центров информации, центров новых информационных технологий (НИТ), территориальных центров НИТ и специализированных центров НИТ при Минобрнауки России;
- создание Федеральной университетской сети RUNNet.

Активизируется разработка сетевых образовательных ресурсов благодаря развитию дистанционного образования. В сети Интернет представлены все крупные российские вузы.

Информационные ресурсы федерального значения включены в Федеральный регистр. Часть информационных ресурсов Федерального значения передается на ведомственный уровень. Территориальные информационные ресурсы включены в региональные регистры и закреплены в собственности субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления.

Федеральные информационные ресурсы и информационные ресурсы органов местного самоуправления оценивают, как материальные или нематериальные активы и включают в состав основных фондов. Хранение информационных ресурсов как активов обеспечивает страхование рисков хозяйственной деятельности и повышает эффективность экономической политики. Управление информационными ресурсами требует специальной экономической деятельности в этой области.

Существуют области, в которых государственные информационные ресурсы должны предоставляться бесплатно. Это правовая информация, информация в сфере образования, кадастровая информация и др. Государственному управлению в сфере образования предшествует планирование и формирование информационных ресурсов на системной основе [1]. Управление интегрированными государственными информационными ресурсами включает:

- обеспечение полноты и системности информационных массивов и информационных продуктов;
- обеспечение информационной безопасности ИР;

- обеспечение свободного доступа граждан и организаций к открытым информационным ресурсам;
- обеспечение защиты персональной информации граждан и прав на интеллектуальную собственность;
- координацию деятельности ведомственных и региональных систем хранения информации.

Повышение качества информационных взаимодействий в ВВП и ИММС ресурсов возможно за счет организации комплементарности [26] их компонент и за счет субсидиарности [27] их использования. Вопросы комплементарности и субсидиарности недостаточно исследованы. Проблемы повышения качества работы с ресурсами (БД и БЗ) при одновременном решении задач промощена, где важнейшая задача – наращивание мощностей, производительности ИС (особенно в существенно интенсифицированных средах мультимедиа), требуют постановки и реализации хорошо оптимизированных многофакторных моделей качества и производительности ИС в едином методологическом, синергетическом и когнитивносемиотическом ракурсе с опорой на совокупность действующих стандартов и спецификаций.

Заключение

Высоконагруженные приложения – это объективная реальность, которая обусловлена ростом потребления информации и интенсификацией информационных взаимодействий между потребителями и системами хранения информационных ресурсов. Интенсифицированные макромедиа системы также порождение объективной реальности, обусловленные широким использованием сетевых технологий и мультимедиа систем. ВВП и ИММС характеризуются гетерогенностью и предельными нагрузками на БД, БЗ, ИС. Для раздельного снижения этих нагрузок предлагается техническое решение в виде масштабируемости и интероперабельности. Для интегрированного снижения этих нагрузок предлагается комплексное решение, основанное на системном подходе и учете в единой системе качества данных, качества ПО и качества технологий. Для снижения нагрузок ВВП и ИММС предлагается системная организация информационных ресурсов, которая решает задачи не только в высоконагруженных приложениях, но и в рамках независимого информационного обеспечения в масштабе страны. Современные информационные ресурсы определяют комплексный уровень государства на международной арене. Повышение качества информационного взаимодействия в высоконагруженных интенсифицированных приложениях возможно за счет организации информационных ресурсов, моделей данных, моделей технических средств и применения интегрированных моделей качества. В настоящее время недостаточно исследованы вопросы по организации информационных взаимодействий с целью эффективного использования информационных ресурсов.

В процессе реализации бюджетных и инициативных НИР Института информационных технологий РТУ МИРЭА в период 2018–2020 гг. созданы, апробированы и успешно используются в информационно-методической и непосредственной учебной работе со студентами по кафедре инструментального и прикладного программного обеспечения РТУ МИРЭА наукоёмкая инновационная модель выполнения экспертиз и корректировок информационно-методического обеспечения и практической реализации различных видов учебного процесса с использованием специально создаваемых сервисов смешанной реальности. Развитие этих моделей осуществляется в стадии реинжиниринга кафедрального информационного многофункционального портала. Собственно, реинжиниринг ВВП и ИММС включает модельное и проектное решение двух важных вопросов: придание большей системности и аналитичности в функционировании портала и разработки автоматизированных сервисов смешанной реальности, поддерживающих эти функциональные улучшения. Разработана и успешно применена в учебной практике системы дополнительного образования инновационная программа по подготовке тьюторов-аналитиков, сопровождающих в реальном учебном процессе функционирование порталного обустройства кафедры.

Список литературы

1. *Монахов, С.В.* Методология анализа и проектирования сложных информационных систем / С.В. Монахов, В.П. Савиных, В.Я. Цветков. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.

2. *Матчин В.Т., Цветков В.Я.* Использование стандарта ISO/IEC 25010:2011 при обновлении базы данных // Сборник трудов IX Международной научной конференции «ИТ – СТАНДАРТ 2019», РТУ МИРЭА. – М., – С. 207–211.
3. *Цветков В.Я.* Стандартизация информационных программных средств и программных продуктов. – М.: МГУГиК, 2000. – 116 с.
4. *Матчин В.Т.* Обновление баз данных с пространственной информацией // Славянский форум. – 2015. – 3(9). – С. 173–180.
5. *Бучкин В.А.* Обновление баз геоданных на основе космической информации // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 1. – С. 58–68.
6. *Зыкин В.С., Цымблер М.Л.* Обновление многотабличных представлений на основе коммутативных преобразований базы данных // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2019. – Т. 8. – № 2. – С. 23–27.
7. *Буравцев А.В., Щенников А.Е.* Информационный подход в системной и программной инженерии // Славянский форум. – 2018. – 1(19). – С. 17–23.
8. *Цветков В.Я.* Теория систем: монография. – М.: МАКС Пресс, 2018. – 88 с.
9. *Кудж С.А.* Системный подход // Славянский форум. – 2014. – 1(5). – С. 252–257.
10. *Carter, Michael* (2001). *Foundations of Mathematical Economics*. Cambridge: MIT Press. – 365 p. ISBN 978-0-262-53192-4.
11. *Bernadette Burt & Julie Dickson*. What you should know about Managing Knowledge. – Oracle scene, Issue 1, Spring 2000. – Pp. 13–17.
12. *Lorcan Dempsey* Scientific, Industrial, and Cultural Heritage: a shared approach: A research framework for digital libraries, museums and archives. – URL: <http://www.ariadne.ac.uk/issue22/dempsey/> (дата обращения: 01.12. 2020).
13. *Бурмистров М.М.* Методы и средства повышения скорости работы с базами данных в высоконагруженных приложениях: магистерская диссертация: 09.04.02; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; Институт компьютерных наук и технологий / науч. рук. С.А. Нестеров [Электронный ресурс]. – СПб., 2017. – URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v17-5903.pdf/download/v17-5903.pdf> (дата обращения: 12.12. 2020).
14. *Tsvetkov V.Ya.* Opposition information analysis // *European Journal of Technology and Design*. – 2014. – № 4(6). – Pp. 189–196.
15. *Kimble C.* Knowledge management, codification and tacit knowledge *Information Research*. – 2013. – 18(2). – p. 577. [Available at <http://InformationR.net/ir/18-4/paper577.html>].
16. *Цветков В.Я.* Неявное знание и его разновидности // Вестник Мордовского университета. – 2014. – Т. 24. – № 3. – С. 199–205.
17. *Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya.* Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. – 2015. – Vol. 85. – № 5. – Pp. 429–433. DOI: 10.1134/S1019331615040073.
18. *Polanyi M.* The tacit dimension. – London: Routledge and Kegan Paul, 1966. – 156 p.
19. *Tsvetkov V.Ya.* Conclusions of Intellectual Systems // *Modeling of Artificial Intelligence*. – 2014. – № 3 (3). – Pp. 138–148.
20. *Qi, L., Chen, Y., Yuan, Y.* et al. A QoS-aware virtual machine scheduling method for energy conservation in cloud-based cyber-physical systems // *World Wide Web*. – 2020. – Vol. 23. – Pp. 1275–1297. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11280-019-00684-y> (дата обращения: 05.12.2020).
21. *Ding D.* et al. A survey on model-based distributed control and filtering for industrial cyber-physical systems // *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. – 2019. – Vol. 15. – № 5. – Pp. 2483–2499.
22. *Coudert F.X.* Materials databases: the need for open, interoperable databases with standardized data and rich metadata // *Advanced Theory and Simulations*. – 2019. – Vol. 2. – № 11. – Pp. 1900131.
23. *Tsvetkov V.Ya., Matchin V.T.* Information Conversion into Information Resources // *European Journal of Technology and Design*. – 2014. – № 2 (4). – Pp. 92–104.
24. *Ozhereleva T.A.* Systematics for information units // *European Researcher*. – 2014. – № 11/1 (86). – Pp. 1894–1900.

25. *Иванников, А.Д.* Инфосфера и инфология / А.Д. Иванников, А.Н. Тихонов, И.В. Соловьев, В.Я. Цветков. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2013. – 176 с.
26. *Богоутдинов Б.Б., Цветков В.Я.* Применение модели комплементарных ресурсов в инвестиционной деятельности // Вестник Мордовского университета. – 2014. – Т. 24. – № 4. – С. 103–116.
27. *Козлов А.В.* Принципы субсидиарности // Славянский форум. – 2018. – 2(20). – С. 28–35.

References

1. *Monahov, S.V.* Metodologiya analiza i proektirovaniya slozhnykh informacionnykh system / S.V. Monahov, V.P. Savinyh, V.Ya. Cvetkov. – М.: Prosveshchenie, 2005. – 264 s.
2. *Matchin V.T., Cvetkov V.Ya.* Ispol'zovanie standart ISO/IEC 25010:2011 pri obnovlenii bazy dannykh // Sbornik trudov IX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «IT – STANDART 2019», RTU MIREA. – М., – S. 207–211.
3. *Cvetkov V.Ya.* Standartizatsiya informacionnykh programmnykh sredstv i programmnykh produktov. – М.: MGUGiK, 2000. – 116 s.
4. *Matchin V.T.* Obnovlenie baz dannykh s prostranstvennoj informaciej // Slavyanskij forum. – 2015. – 3(9). – S. 173–180.
5. *Buchkin V.A.* Obnovlenie baz geodannykh na osnove kosmicheskoy informacii // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. – 2020. – № 1. – S. 58–68.
6. *Zykin V.S., Cymbler M.L.* Obnovlenie mnogotablichnykh predstavlenij na osnove kommutativnykh preobrazovanij bazy dannykh // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika. – 2019. – Т. 8. – № 2. – S. 23–27.
7. *Buravcev A.V., Shchennikov A.E.* Informacionnyj podhod v sistemnoj i programmnoj inzhenerii // Slavyanskij forum. – 2018. – 1(19). – S. 17–23.
8. *Cvetkov V.Ya.* Teoriya sistem: monografiya. – М.: MAKS Press, 2018. – 88 s.
9. *Kudzh S.A.* Sistemnyj podhod // Slavyanskij forum. – 2014. – 1(5). – S. 252–257.
10. *Carter, Michael* (2001). Foundations of Mathematical Economics. Cambridge: MIT Press. – 365 p. ISBN 978-0-262-53192-4.
11. *Bernadette Burt & Julie Dickson.* What you should know about Managing Knowledge. – Oracle scene, Issue 1, Spring 2000. – Pp. 13–17.
12. *Lorcan Dempsey* Scientific, Industrial, and Cultural Heritage: a shared approach: A research framework for digital libraries, museums and archives. – URL: <http://www.ariadne.ac.uk/issue22/dempsey/> (data obrashcheniya: 01.12. 2020).
13. *Burmistrov M.M.* Metody i sredstva povysheniya skorosti raboty s bazami dannykh v vysokonagruzhennykh prilozheniyah: magisterskaya dissertatsiya: 09.04.02; Sankt-Peterburgskij politekhnicheskij universitet Petra Velikogo; Institut komp'yuternykh nauk i tekhnologij / nauch. ruk. S.A. Nesterov [Elektronnyj resurs]. – SPb., 2017. – URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/v17-5903.pdf/download/v17-5903.pdf> (data obrashcheniya: 12.12. 2020).
14. *Tsvetkov V.Ya.* Opposition information analysis // European Journal of Technology and Design. – 2014. – № 4(6). – Pp. 189–196.
15. *Kimble C.* Knowledge management, codification and tacit knowledge Information Research. – 2013. – 18(2). – p. 577. [Available at <http://InformationR.net/ir/18-4/paper577.html>].
16. *Cvetkov V.Ya.* Neyavnoe znanie i ego raznovidnosti // Vestnik Mordovskogo universiteta. – 2014. – Т. 24. – № 3. – Pp. 199–205.
17. *Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya.* Tacit Knowledge: Oppositional Logical Analysis and Typologization // Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2015. – Vol. 85. – № 5. – Pp. 429–433. DOI: 10.1134/S1019331615040073.
18. *Polanyi M.* The tacit dimension. London: Routledge and Kegan Paul. – 1966. – 156 p.
19. *Tsvetkov V.Ya.* Conclusions of Intellectual Systems // Modeling of Artificial Intelligence. – 2014. – № 3 (3). – Pp. 138–148.
20. *Qi, L., Chen, Y., Yuan, Y.* et al. A QoS-aware virtual machine scheduling method for energy conservation in cloud-based cyber-physical systems // World Wide Web. – 2020. – Vol. 23. – Pp. 1275–1297. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11280-019-00684-y> (data obrashcheniya: 05.12.2020).

21. *Ding D.* et al. A survey on model-based distributed control and filtering for industrial cyber-physical systems //IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15. – №. 5. – Pp. 2483–2499.
22. *Coudert F.X.* Materials databases: the need for open, interoperable databases with standardized data and rich metadata //Advanced Theory and Simulations. – 2019. – Vol. 2. – № 11. – Pp. 1900131.
23. *Tsvetkov V.Ya., Matchin V.T.* Information Conversion into Information Resources // European Journal of Technology and Design. – 2014. – № 2 (4). – Pp. 92–104.
24. *Ozhereleva T.A.* Systematics for information units // European Researcher. – 2014. – № 11/1 (86). – Pp. 1894–1900.
25. *Ivannikov, A.D.* Infosfera i infologiya / A.D. Ivannikov, A.N. Tihonov, I.V. Solov'ev, V.Ya. Cvetkov. – M.: TORUS PRESS, 2013. – 176 s.
26. *Bogoutdinov B.B., Cvetkov V.Ya.* Primenenie modeli komplementarnykh resursov v investicionnoj deyatel'nosti // Vestnik Mordovskogo universiteta. – 2014. – T. 24. – № 4. – S. 103–116.
27. *Kozlov A.V.* Principy subsidiarnosti // Slavyanskij forum. – 2018. – 2(20). – S. 28–35.