

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.75:004.773

Горбачевский
Никита Александрович

Визуализация результатов обработки цифровых сигналов и данных с
использованием веб-сервисов

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель
Бранцевич П.Ю.
к.т.н., доцент

Минск 2016

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Обработка цифровых сигналов решает задачи анализа, распознавания и синтеза речи, сжатия речи в системах телекоммуникации, улучшения изображений, сжатия информации для передачи и хранения, распознавания образов, изучения сейсмических и гидроакустических сигналов и многие другие. Ввиду того что большинство устройств порождающих аналоговые сигналы имеют постоянный и продолжительный характер работы, результаты цифровой обработки аналоговых сигналов от этих устройств являются источником большого и быстро изменяющегося объема данных который необходимо непрерывно анализировать [1].

Зачастую с задачей анализа результатов ЦОС может справиться компьютер, однако существуют области, в которых средства анализа компьютера не могут дать достаточное понимание явления из-за сложности и малой изученности объектов исследования (космические, гидроакустические, сейсмические процессы). Также чтобы использовать компьютер для анализа, изначально осмыслить явление должен человек, поэтому в данных областях в большей или меньшей степени необходимо привлечение людей. Для получения возможности анализа результатов ЦОС человеком необходимо преобразовать результаты обработки в понятный для человека вид, то есть визуализировать их.

Визуализация является мощнейшим инструментом по анализу больших объемов информации. Визуализированная информация может быть использована человеком для анализа результатов обработки цифровых сигналов. Различные способы визуализации одного и того же явления позволяют анализировать свойства данного явления с разных сторон и следовательно получать наиболее полную информацию о нём. Для улучшения качества и ускорения анализа явления целесообразно задействовать как можно большее количество заинтересованных исследователей. Интернет и Всемирная паутина способны осуществить одновременное использование визуализации максимальным числом людей независимо от их месторасположения. С течением времени данный анализ может привести к полному изучению явления и дать возможность прогнозирования его поведения [2].

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является проведение анализа данных, поступающих на цифровую обработку, результатов обработки и способов представления полученных результатов, а также разработка системы, представляющей собой набор веб-сервисов, позволяющей визуализировать данные и результаты обработки цифровых сигналов различными способами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ способов визуализации данных.
2. Выбрать наиболее подходящие способы визуализации для входных данных и результатов обработки цифровых сигналов
3. Провести сравнительный анализ протоколов обмена сообщениями, форматов сообщений, архитектур и подходов к их реализации, используемых при построения приложений, основанных на веб-сервисах.
4. Выбрать наиболее подходящие протоколы обмена сообщениями, форматы сообщений, архитектуру и подход к её реализации, для построения модуля визуализации данных и результатов обработки цифровых сигналов с использованием веб-сервисов.
5. Спроектировать архитектуру модуля, основанного на веб-сервисах, обеспечивающую наиболее эффективную визуализацию данных и результатов обработки цифровых сигналов.
6. Реализовать спроектированную архитектуру и провести экспериментальные исследования на реальных данных.

Объектом исследования является система визуализации результатов обработки цифровых сигналов и данных.

Предметом исследования является математическое и программное обеспечение для решения задач визуализации результатов цифровой обработки сигналов и данных.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является возможность создания программных средств, основанных на слабо связанных компонентах и способных быстро адаптироваться к изменяющимся условиям ведения бизнеса, с возможностью их размещения в облачном хостинге и использования по модели программное обеспечение как услуга. Это позволит получить экономическую выгоду и упростить процессы ввода программного средства в эксплуатацию и его дальнейшего сопровождения.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных

средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы » (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя П. Ю. Бранцевича, заключается в формулировке целей и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на IX Международной научно-методической конференции «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» (Минск, Беларусь, 2015); XII Международной научно-практической конференции «Управление информационными ресурсами» (Минск, Беларусь, 2015).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 3 печатные работы в сборниках трудов и материалов международных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников и списка публикаций автора. В первой главе представлен обзор использования визуализации данных для анализа предметной области, выявлены основные способы визуализации и инструменты актуальные для ЦОС. Вторая глава посвящена обзору современных тенденций разработки веб-ориентированного ПО и выбору наиболее актуальных технологий для построения модуля визуализации данных и результатов ЦОС с использованием веб-сервисов. В третьей главе произведено проектирование модуля для визуализации данных и результатов ЦОС. В четвертой главе предложена практическая реализация модуля визуализации данных и результатов ЦОС, описаны механизмы взаимодействия элементов системы между собой и представлены примеры взаимодействия с системой конечных пользователей.

Общий объем работы составляет 54 страниц, из которых основного текста – 40 страниц, 19 рисунков на 11 страницах, 3 таблицы на 2 страницах и список использованных источников из 15 наименований на 1 странице.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** приведён обзор способов визуализации данных, который показал, что их существует великое множество, они сильно отличаются друг от друга и способы описать любую предметную область. В зависимости от целей визуализации и типов входных данных производится выбор подходящих способов их отображения. Данные и результаты ЦОС представляют собой дискретные типы данных и при их визуализации необходимо показать отношение, распределение, композицию и сравнение данных. Основываясь на задачах решаемых при визуализации данных и результатов ЦОС, а также их типах, произведён выбор способов визуализации. Столбиковая диаграмма (bar), график рассеивания (scatter), площадная диаграмма (bubble), кольцевая диаграмма (doughnut), круговая диаграмма (pie) и гистограмма (histogram) способны визуализировать необходимые типы данных и решить поставленные задачи. Круговая 3D диаграмм представлена на рисунке 1.

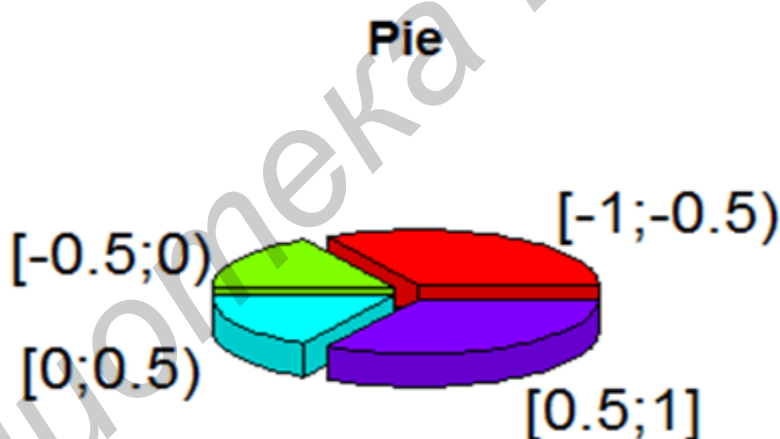


Рисунок 1 – Круговая 3D диаграмма

Далее приведён обзор инструментов, способных реализовать данные способы визуализации, который показал, что среди них существуют как проверенные решения: Flash, ActionScript, Processing, так и новые инструменты в области визуализации: R, JavaScript, HTML, CSS. Перечисленные инструменты имеют различные области применения, особенности, достоинства и недостатки. Сравнительный анализ инструментов, основанный на их обзоре, показал, что для визуализации данных и результатов ЦОС, наиболее подходящими инструментами являются R, JavaScript, HTML и CSS.

Вторая глава посвящена обзору современных тенденций разработки веб-ориентированного программного обеспечения, который показал, что облачные технологии получают всё большее распространение, и тенденция такова, что их

популярность будет продолжать расти, а наиболее перспективной моделью использования облачных технологий является SaaS. Наиболее эффективным способом построения ИТ инфраструктуры для BPM с моделью использования SaaS является SOA, так как она обеспечивает требуемую адаптацию к изменяющимся условиям ведения бизнеса и даёт возможность переориентации конфигурации приложений на решение новых задач бизнеса при изменении рыночных условий.

Обзор SOA показал, что для создания распределённых приложений с использованием концепции SOA лучше всего использовать веб-сервисы [3]. Для организации веб-сервисов в рамках SOA используются протоколы для передачи сообщений: SOAP, REST, XML-RPC и форматы представления сообщений: XML, JSON. SOA предполагает наличие трех основных участников: поставщика сервиса, потребителя сервиса и UDDI (рисунок 2). При реализации SOA используются два основных подхода: монолитный и микросервисный. Данные подходы сильно отличаются друг от друга и имеют ряд особенностей, достоинств и недостатков.

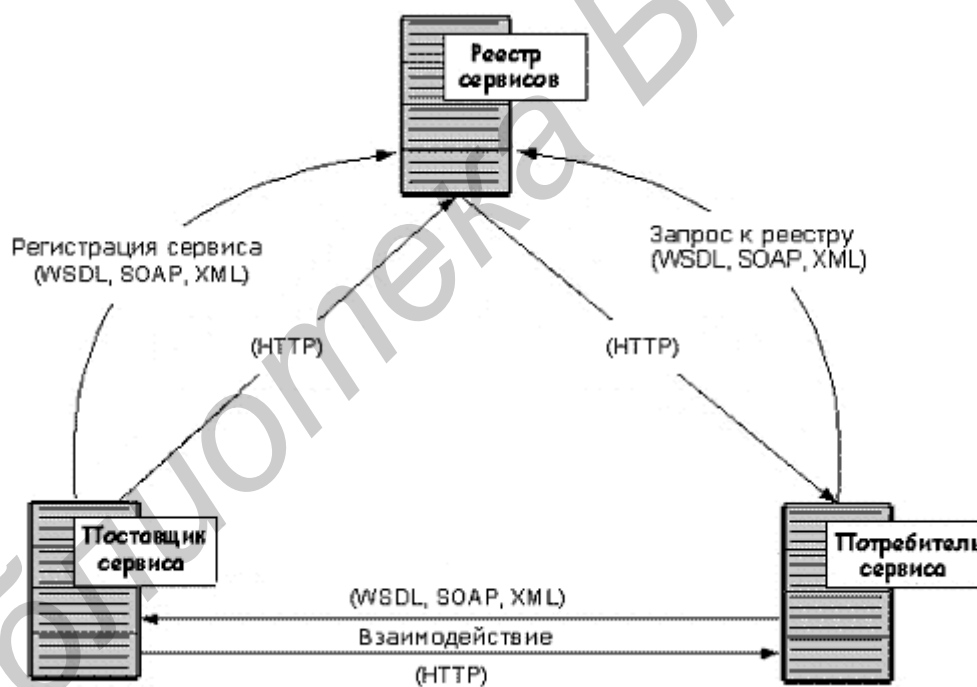


Рисунок 2 – Процесс взаимодействия участников SOA

Основываясь на обзоре SOA и использовании веб-сервисов для её построения, произведён выбор инструментов для организации веб-сервисов для визуализации данных и результатов ЦОС. Протоколом для передачи сообщений выбран REST, основными форматами представления данных – JSON и бинарный, подходом для реализации SOA - микросервисный.

В третьей главе к модулю визуализации данных и результатов ЦОС поставлены высокоуровневые требования: модуль должен поддерживать статический и динамический способы визуализации, модель обмена сообщениями сер-

висов внутри модуля должна быть полностью асинхронной, форматами входных данных являются бинарный, JSON, XML и CSV, форматами выходных данных - бинарный, PNG, JPEG и SVG. Для работы с модулем конечным пользователям необходимо зарегистрироваться.

Для взаимодействия со сторонними сервисами произведена разработка открытого программного интерфейса приложения. Основными методами программного интерфейса являются: регистрация и активация пользователей, проведение статической и динамической визуализации, поиск, сохранение, получение и удаление результатов визуализации.

Произведено разбиение проектируемого модуля на три сервиса: Visualizer, Data Manager и Data API. Задача сервиса Visualizer непосредственно в визуализации входных данных. Сервис Data Manager отвечает за управление данными внутри приложения. Data API используется для работы с конечными пользователями по средствам пользовательского и программного интерфейсов. Взаимодействие сервисов внутри приложения осуществляется путём обмена асинхронными сообщениями. Схема взаимодействия сервисов представлена на рисунке 3.

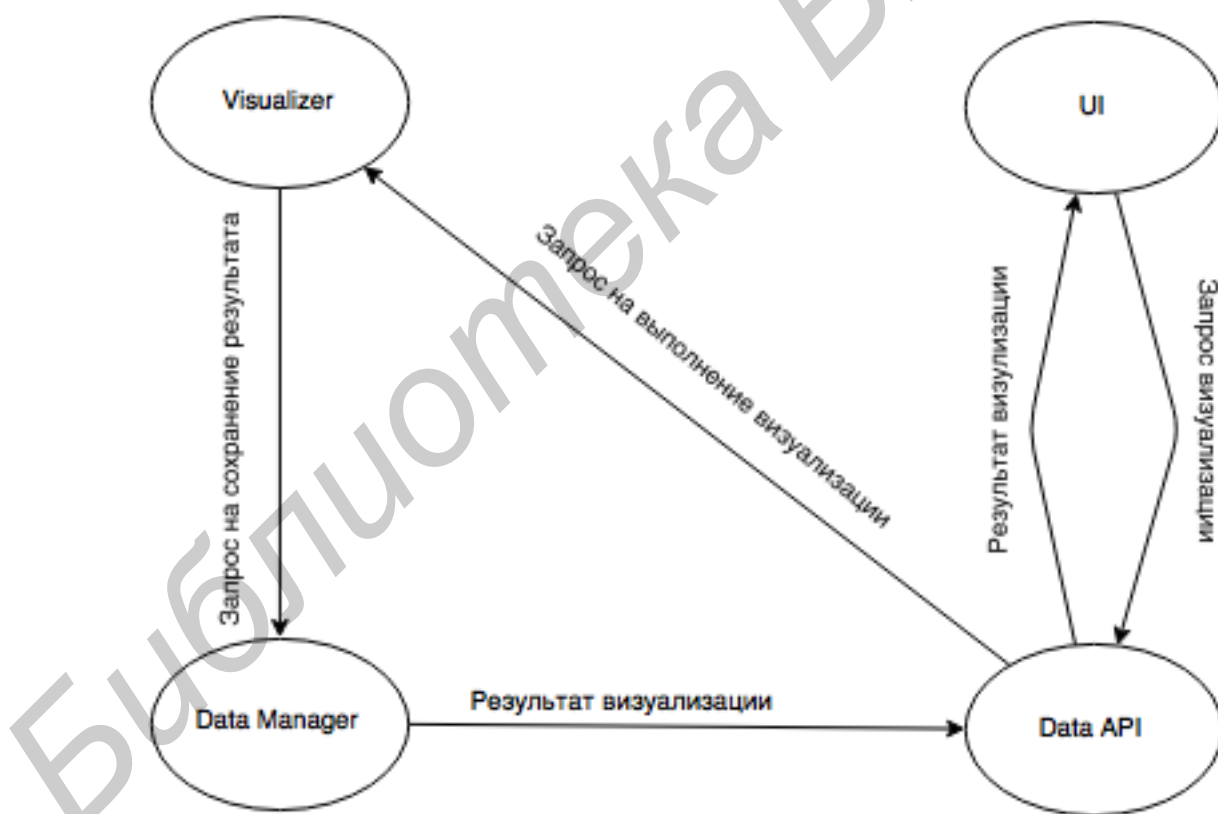


Рисунок 3 – Схема взаимодействия сервисов

С целью получения всех преимуществ SaaS и SOA спроектирована схема развёртывания приложения. Схема развёртывания предполагает, что каждый сервис будет находиться на отдельной машине, сервисы будут объединены в одну сеть для возможности взаимодействия между собой, только Data API будет иметь выход в интернет, все приложение будет размещаться в облаке.

В четвертой главе рассмотрена практическая реализация модуля визуализации данных и результатов ЦОС. Для реализации выбраны следующие инструменты: R для визуализации; Java, Spring Framework и REST для организации веб-сервисов; JavaScript, HTML и CSS для создания пользовательского интерфейса; JMS и Apache ActiveMQ для обмена асинхронными сообщениями; СУБД MySQL и NoSQL БД Couchbase для хранения и управления данными.

Для хранения пользовательских данных и результатов визуализации реализовано представление БД на физическом уровне (рисунок 4). Информация о пользователе хранится в таблице user, пользовательские настройки в таблице user_settings, информация о результате визуализации в таблице visualization_result, входные данные для визуализации в таблице visualization_data.

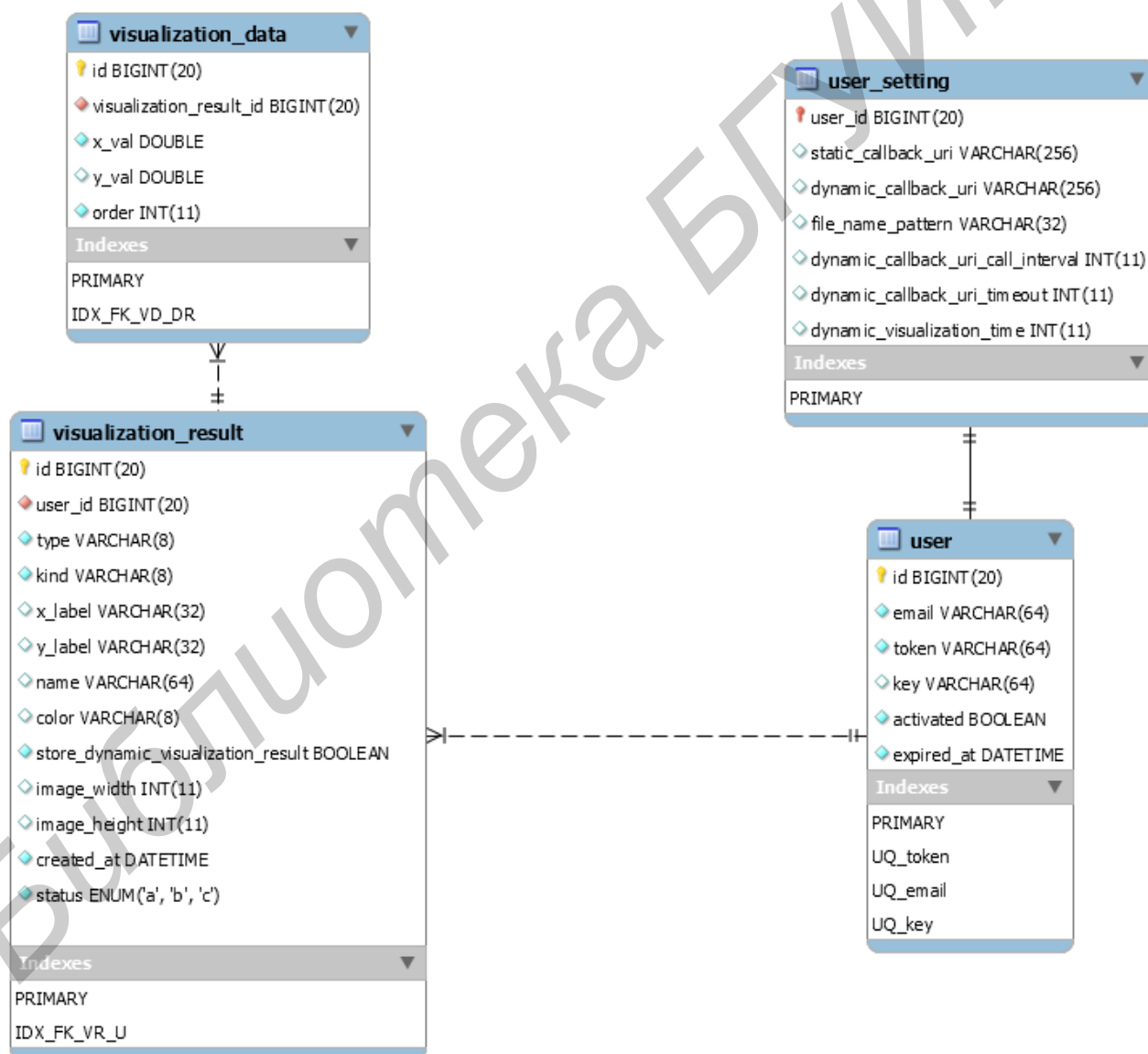


Рисунок 4 – Физическая модель базы данных

Реализованы все сервисы из которых состоит модуль визуализации данных и результатов ЦОС. Все сервисы реализованы с использованием Java для орга-

низации веб-сервиса и ActiveMQ для обмена асинхронными сообщениями. Visualizer реализован с использованием R для визуализации. При реализации сервиса Data Manager также используется Java Couchbase API для взаимодействия с NoSQL БД Couchbase. Data API использует JavaScript, CSS и HTML для взаимодействия с пользовательским интерфейсом, Spring MVC Framework для взаимодействия с программным интерфейсом, MySQL Java Connector для взаимодействия с MySQL.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Произведён анализ современных способов визуализации данных. На основании анализа предложены цели которые необходимо достичь, задачи которые необходимо решить, а также форматы данных, которые необходимо использовать, для визуализации данных и результатов ЦОС с целью их дальнейшего анализа.

2. Произведён анализ современных тенденций разработки веб-ориентированного программного обеспечения, основанного на слабосвязанных, заменяемых компонентах. В результате анализа предложен выбор технологий, архитектуры и способа реализации выбранной архитектуры, для построения модуля визуализации данных и результатов ЦОС, способного быстро адаптироваться к изменению требованиям предметной области.

3. Предложена архитектура модуля визуализации данных и результатов ЦОС. Предложено разбиение модуля на сервисы и схема асинхронного взаимодействия сервисов внутри модуля визуализации.

4. Предложена схема развёртывания приложения, которая предполагает размещение приложения в облаке, с целью уменьшения экономических затрат и упрощения конфигурации приложения при его вводе в эксплуатацию и дальнейшем сопровождение.

5. Предложен способ реализации модуля визуализации данных и результатов ЦОС с использованием веб-сервисов, который позволит иметь к нему доступ наибольшего количества людей в независимости от их места расположения [1, 2].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки ПО для визуализации данных и результатов обработки цифровых сигналов, с использованием веб-сервисов. Они могут быть использованы для модернизации и дальнейшего развития существующего ПО, а также для интеграции существующего ПО со сторонними сервисами.

2. Полученные способы визуализации и форматы представления данных могут использоваться при анализе данных и результатов ЦОС.

3. Результаты работы могут использоваться при подготовке студентов дневной и заочной форма обучения [1], при подготовке управленческих кадров [2], а также иными конечными пользователями и разработчиками сторонних сервисов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Горбачевский, Н.А. Визуализация с использованием веб-сервисов как способ повышения эффективности дистанционного обучения / Н.А. Горбачевский, А.В. Турков // «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» : материалы IX международной научно-методической конференции. – Минск : БГУИР, 2015. – с. 252.

2. Горбачевский, Н.А. Использование построенной на веб-сервисах визуализации в процессе подготовки управленческих кадров / Н.А. Горбачевский, А.В. Турков // «Управление информационными ресурсами» : материалы XII международной научно-практической конференция. – Минск : АУПРБ, 2015. – с. 108.

3. Турков, А.В. Использование сервис-ориентированной системы для повышения качества дистанционного обучения / А.В. Турков, Н.А. Горбачевский // «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» : материалы IX международной научно-методической конференции. – Минск : БГУИР, 2015. – с. 289.