

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

УДК 004.021-047.44:004.65

*На правах рукописи*

САЛАПУРА  
Марина Николаевна

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АНАЛИЗА МИГРАЦИИ ДАННЫХ  
В ВЫСОКОМАСШТАБИРУЕМЫХ ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ  
ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени  
магистра экономических наук

по специальности 1-25 80 08 – Математические и инструментальные методы  
экономики

Минск 2017

Работа выполнена на кафедре экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **КОМЛИЧЕНКО Виталий Николаевич**,  
кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ГУЛЯКИНА Наталья Алексеевна**,  
кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Защита диссертации состоится «26» января 2017 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г. Минск, ул. Платонова, 39, 4 уч. корп., ауд. 806, тел.: 293-89-92, e-mail: [kafei@bsuir.by](mailto:kafei@bsuir.by).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

**СОГЛАСОВАНО**

Научный руководитель  
канд. техн. наук, доцент

В.Н. Комличенко

## **ВВЕДЕНИЕ**

В связи со значительным скачком в развитии информационно-технологической (далее – ИТ) индустрии появились новые облачные системы, подходы, термины, которые прочно вошли как в ежедневную рабочую, так и в личную жизнь пользователей. Web-пользователи сталкиваются с облачными вычислениями ежедневно, иногда, даже не подозревая об этом. Облачная ИТ-отрасль становится более всепроникающей и мобильной.

Ведущие аналитические компании, такие как Gartner, Forrester, Research, Microsoft, International Data Corporation, отмечают интенсивный рост мирового рынка облачных решений и услуг. Все больше предприятий рассматривают вопросы переноса в облака своих данных, корпоративных сервисов и приложений. Использование облачных технологий сильно меняет архитектуру компьютерных систем, разработку инструментальных средств и программного обеспечения, а также подходы к способам хранения, миграции и распределения информации.

Очевидно, что, даже, несмотря на некоторые сложности, облачные вычисления будут активно развиваться, так как обладают рядом преимуществ перед традиционными ИТ-технологиями. Для отдельных задач «облака» оправданы и целесообразны уже сейчас, а по мере развития облачных вычислений ситуация будет развиваться. Эта неоднозначность – с одной стороны очевидные значительные выгоды облачной модели вычислений, а с другой серьезные барьеры со стороны пользователей, обуславливает актуальность и интерес к теме миграции данных в системах облачного хранения как одному из главных компонентов, влияющих на качество предоставляемых облачных услуг.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

В последние годы произошли значительные изменения в организации и использовании распределенных вычислительных систем связанные с увеличением объемов используемых данных и появлением новых подходов к их обработке и хранению, таких как концепции «больших данных» (big data) и «облачных вычислений» (cloud computing). Согласно концепции «облачных вычислений» вычислительные ресурсы арендуются по требованию через глобальную сеть Интернет, а вычислительные системы временно используют

их для выполнения своих задач. Сегодня имеется возможность аренды вычислительных ресурсов с повременной оплатой, что позволяет создавать новые типы вычислительных систем с технико-экономическими характеристиками, представляющими гибкость в оплате используемых ресурсов и возможность аренды потенциально бесконечного количества ресурсов.

Одними из самых востребованных типов вычислительных систем являются системы хранения данных (СХД), которые представляют собой множество распределенных устройств хранения данных, объединенных вычислительной сетью и представленных пользователям как единый логический ресурс большой емкости. Концепция облачных вычислений оказывает значительное влияние на современные СХД, что приводит к появлению нового класса систем хранения – высокомасштабируемые облачные СХД. Высокомасштабируемые СХД, в отличие от традиционных, используют не фиксированное количество устройств хранения, а арендуют устройства и высвобождают их по мере запроса пользователей. Для эффективного использования арендованных ресурсов высокомасштабируемым облачным СХД необходимо регулярно и оптимально проводить процедуру масштабирования, т.е. изменения количества устройств хранения, входящих в систему.

Масштабирование связано с переконфигурацией хранилища (перемещением необходимого количества блоков данных между устройствами хранения). Масштабирование и переконфигурация неразрывно связаны с миграцией данных, которые предоставляют оптимальный план миграции данных, базируясь на текущем и целевом распределении элементов данных. Выполнение миграции данных должно быть выполнено без снижения качества и скорости обслуживания запросов клиентов, для чего в алгоритмах миграции необходимо учитывать пропускную способность сети и максимальный объем передаваемых данных в единицу времени между устройствами.

Существующие алгоритмы миграции данных не полностью учитывают особенности высокомасштабируемых СХД, высвобождение или добавление устройств хранения возможно производить лишь после полного завершения процедуры переконфигурации. Во время выполнения этого длительного этапа лишние устройства остаются незадействованными, а новые устройства – не до конца использованными.

Таким образом, необходимость анализа миграции данных с учетом параметров функционирования облачных СХД делает представленную тему диссертации актуальной.

### **Степень разработанности проблемы**

Поиску оптимальных решений в сфере создания облачных СХД, анализа международного опыта их функционирования и связи облачных ИТ-технологий с различными сферами деятельности республики посвящены работы белорусских исследователей С. Абламейко, Ю. Воротницкий, М. Журавков, П. Лапо.

Исследования в области алгоритмов миграции данных в облачных СХД были проведены в работах Д. Петрова, И. Болодуриной, Д. Парфенова, И. Бойченко, С. Корытникова. Изучение инструментальных средств взаимодействия с облачными СХД представлено в работах А. Лупандина. Изучение моделей принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов изучаются в работах С. Разумникова.

Среди большого числа теоретических исследований по теме анализа облачных технологий необходимо отметить работы Д. Грина, Д. Кнута, А. Евдокимова, Э. Тихонова.

Авторами российских работ, посвященных анализу и оценке алгоритмов облачных сервисов, являются О. Гусев, А. Жуков, В. Поляков, С. Разумников.

Вместе с тем необходимо отметить, что одним из основных недостатков моделей анализа миграции данных в облачные системы хранения, представленных в современной информационно-технической литературе, является неполное рассмотрение, анализ и учет основных характеристик современных облачных СХД. Предложенное исследование направлено на устранение этого недостатка на основе дополнения параметров, учитываемых при выборе метода и модели алгоритма миграции в облачные СХД.

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является разработка методов и моделей анализа процесса миграции данных для совершенствования процессов хранения и использования данных в высокомасштабируемых СХД с учетом основных критериев облачных СХД.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы **следующие основные задачи**:

1. Описать особенности построения и провести анализ современных облачных СХД.

2. Проанализировать существующие модели облачных СХД, алгоритмов миграции данных в них и выделить параметры оценки облачных СХД с учетом применяемых алгоритмов миграции данных.

3. Разработать методы и модели анализа используемых алгоритмов миграции данных для совершенствования процессов хранения и использования данных в высокомасштабируемых СХД с учетом основных критериев облачных СХД.

### **Область исследования**

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-25 80 08 «Математические и инструментальные методы экономики».

**Объектом** исследования является процесс миграции данных в облачных высокомасштабируемых СХД.

**Предметом** работы выступают инструментальные средства реализации процесса миграции данных в облачных высокомасштабируемых СХД.

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты известных исследований белорусских, российских и зарубежных экономистов в области анализа миграции как составляющей части процесса масштабирования облачной СХД.

Для получения теоретических результатов исследования применялись системный анализ, аддитивно-мультипликативные моделирование, методы получения экспертных оценок, инструментальные средства построения системы.

*Информационная база* исследования для классификационного анализа сформирована на основе статистических данных.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* и значимость полученных результатов диссертационной работы заключается в разработке методов и моделей анализа миграции данных для совершенствования процессов хранения и использования данных в высокомасштабируемых СХД с учетом основных критериев облачных СХД.

*Теоретическая значимость* диссертации заключается в том, что в ней предложен подход к анализу основных параметров облачных СХД, позволяющий детально исследовать и обосновать использование облачных СХД.

Представлена экономико-математическая модель, определяющая взаимосвязь основных параметров облачных СХД и позволяющая обосновать необходимость и целесообразность приобретения облачной СХД.

Выделен метод выбора оптимального алгоритма миграции данных по параметрам временная и емкостная сложность.

Так же представлена методика реализации процесса миграции данных в облачную систему хранения с учетом параметров алгоритмов миграции, демонстрирующая последовательность анализа основных параметров облачных СХД и этапов миграции данных в облачную СХД.

*Практическая значимость* диссертации состоит в том, что на основе предложенной методики реализации процесса миграции данных в облачную СХД, включающей основные критерии облачных СХД, возможно совершенствование процесса выбора облачной системы хранения и схемы миграции данных.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Набор ключевых показателей, характеризующих облачное хранилище данных, для разработки модели оценки целесообразности использования облачной СХД.

2. Модель оценки целесообразности применения облачных СХД? разработанная на основе выделенных критериев и соответствующих им весовых коэффициентов, которая, в отличие от существующих, учитывает одновременное совместное влияние системы показателей облачных СХД и основные параметры алгоритмов миграции. Показатель оценки целесообразности применения облачной СХД, полученный в результате проведения расчета по разработанной модели. Сравнительный анализ рассмотренных алгоритмов миграции данных на основе характеристик алгоритмов временная и емкостная сложность.

3. Методика реализации процесса миграции данных в облачную систему хранения с учетом параметров алгоритмов миграции, демонстрирующая последовательность анализа основных параметров облачных СХД и этапов миграции данных в облачную СХД.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 52-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, г. Минск, 25–30 апреля 2016 г. «Проблемы экономики и информационных технологий», международной научной конференции г. Минск, БГУИР, 26 октября 2016 г. «Информационные технологии и

системы».

Отдельные положения диссертации, в частности подход к классификации критериев анализа облачных СХД, алгоритмы миграции данных при масштабировании облачных систем могут быть использованы при преподавании дисциплины «Средства и технологии анализа и разработки информационных систем».

### **Публикации**

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 2 печатных работах. В их числе 2 статьи в сборниках материалов научных конференций.

Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 4 страницы (авторский объем 0,2 п.л.).

### **Структура и объем работы**

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав и заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** приведен обзор основных тенденций развития и архитектуры облачных СХД, а так же рассмотрена возможность разработки новых подходов к миграционным процессам в облачных СХД.

**Во второй главе** представлены исследования основных параметров функционирования высокомасштабируемых облачных СХД. Так же систематизированы риски, преимущества и недостатки использования облачных СХД, на базе которых выделены группы критериев оценки облачных СХД. Представлена разработанная аддитивно-мультипликативная модель оценки облачных СХД.

**В третьей главе** представлены результаты анализа алгоритмов миграции данных в высокомасштабируемых облачных СХД. Так же описана методика реализации процесса миграции данных в облачную систему хранения с учетом параметров алгоритмов миграции, демонстрирующая последовательность анализа основных параметров облачных СХД и этапов миграции данных в облачную СХД.

**В приложении** представлены публикации автора, приведены изображения моделей системы в нотации IDEF0 и UML, графический материал в виде слайдов.

Общий объем диссертации составляет 92 страницы. Из них 71 страница основного текста, 41 иллюстрация на 17 страницах, 9 таблиц на 5 страницах, библиографический список из 47 наименований на 4



страницах, список собственных публикаций соискателя из 2 наименований на 4 страницах, 4 приложения на 21 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние и проблемы качественных изменений в организации и использовании распределенных вычислительных систем связанные с увеличением объемов используемых данных и появлением новых подходов к их обработке и хранению, таких как концепции «больших данных» (big data) и «облачных вычислений» (cloud computing). Определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** рассмотрены основные тенденции развития и архитектуры облачных СХД с целью подробного рассмотрения каркаса изучаемых облачных вычислений. Широко исследованы основные концепции облачных вычислений как нового способа предоставления и использования вычислительных ресурсов. Освещены основные характеристики облачных СХД такие как масштабируемость (масштабируемое приложение обеспечивает большую нагрузку за счет увеличения количества запущенных экземпляров); эластичность (позволяет быстро нарастить мощность инфраструктуры без внедрения инвестиций в оборудование и программное обеспечение); мультитенантность (снижает расходы на облачную платформу и использует доступные вычислительные ресурсы); оплата за использование (перевод части капитальных издержек в операционные); самообслуживание.

Так же рассмотрены основные этапы истории и эволюции, компоненты и характеристики облачных вычислений, и особенности реализации облачных СХД. Раскрыта взаимосвязь миграции данных и масштабирования системы хранения данных.

При рассмотрении вопроса облачных вычислений как нового способа предоставления вычислительных ресурсов раскрыты способы организации доступа к данным, хранимых в облачных СХД. Так же затронута тема стандартизации облачных вычислений, которая позволяет оценить степень

законодательного регулирования вопросов облачных вычислений. Выделены основные направления стандартизации облачных вычислений.

**Во второй главе** проведен анализ методов оценки рисков внедрения облачных СХД, описаны суть этих методов, их этапы, достоинства и недостатки. Проведен анализ критериев оценки облачных СХД на основании которых выделены следующие показатели оценки облачных систем: эффективность для бизнеса, финансовые преимущества, критерий технического приоритета, критерий надежности работы и информационной безопасности, критерий степени риска использования облачного сервиса. Для обеспечения соответствия критериям был назначен ранг (коэффициенты весомости). Было определено, что определение коэффициентов целесообразно предоставить экспертам в сфере облачных технологий, так как данная сфера ИТ-индустрии является многокомпонентной и не имеет значительных статистических данных. Результаты исследований показывают, что имеются различия между весами, которые назначает сам эксперт, и теми, которые выявляются на основе его действий. Обычно могут недооцениваться весомости наиболее существенных критериев и завышаться у незначительных. Поэтому при назначении весов для сглаживания субъективизма можно предложено использовать метод попарных сравнений.

По полученным результатам сформирована аддитивно-мультипликативная формула расчета интегрального показателя «Оценка облачной СХД» с учетом алгоритма миграции (формула 1):

$$K_{esc} = a_1 \cdot \mathcal{E}_\sigma + a_2 \cdot \Phi_n + a_3 \cdot T_n + a_4 \cdot I_\sigma + a_5 \cdot C_p + a_6 \cdot C_\sigma + a_7 \cdot Z_\sigma, \quad (1)$$

где  $K_{esc}$  – интегральный показатель «Оценка облачной СХД» с учетом алгоритма миграции (Effectiveness of cloud services);

$\mathcal{E}_\sigma$  – значение критерия «Эффективность для бизнеса»;

$\Phi_n$  – значение критерия «Финансовые преимущества»;

$T_n$  – значение критерия «Технический приоритет»;

$I_\sigma$  – значение критерия «Надежность работы и информационная безопасность»;

$C_p$  – значение критерия «Степень риска»;

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$  – коэффициенты весомости критериев.

Каждый из рассматриваемых критериев подробно описан и представлены формулы их расчета.

**В третьей главе** представлены результаты анализа миграции данных в высокомасштабируемых облачных СХД. Описана общая постановка задачи, используемая при миграции данных, которая представляет собой

распределение данных в хранилище  $S$  и является задачей поиска нового оптимального распределения элементов данных по устройствам хранения, исходя из новых пользовательских требований к элементам данных. Установлено, что задача миграции данных в облачной СХД является NP-сложной и следовательно, оптимальное решение можно получить лишь путем полного перебора всех возможных вариантов решения.

Отмечено, что направление передачи данных в хранилище не имеет значения, с точки зрения задачи миграции. Устройство считается занятым, независимо от того, принимает оно данные или передает. Исходя из этого, модель представлена в виде ненаправленного мультиграфа.

Определено, что задача является многокритериальной задачей оптимизации времени миграции и выделены два критерия оптимизации: оптимизация времени миграции на масштабируемых устройствах хранения, оптимизация времени миграции на остальных устройствах.

Рассмотрен алгоритм балансировки нагрузки в облачном хранилище, выделены закономерности которые он оптимизирует; алгоритм интеллектуальной миграции данных в облачном хранилище, проведен анализ его составляющих частей; алгоритмы миграции данных как задача раскраски ребер графа. При рассмотрении алгоритмов миграции данных как задача раскраски ребер графа была подробно описана последовательность шагов их выполнения.

По результатам проведенных исследований алгоритмов был описан их анализ по параметрам «временная сложность» и «емкостная сложность», как основным параметрам оценки алгоритмов. Среди всех рассмотренных алгоритмов выделены переборный алгоритм миграции данных и алгоритм полиномиальной миграции данных вычислительной сложности  $\max\{O(|A| \log \Delta), O(|A|(|V|+\delta))\}$ , где  $A$  – множество ребер;  $V$  – множество вершин;  $\Delta$  – максимальная степень вершин;  $\delta$  – некоторая константа. Эти алгоритмы дают оптимальный результат по критерию минимизации времени масштабирования (критерий «временная сложность»).

По результатам всех проведенных исследований в сфере облачных СХД была разработана методика реализации процесса миграции данных в облачную систему хранения с учетом параметров алгоритмов миграции, демонстрирующая последовательность анализа основных параметров облачных СХД и этапов миграции данных в облачную СХД. Суть этой методики состоит в том, что для всестороннего анализа процесса миграции данных в облачную СХД с учетом алгоритмов миграции необходимо так же проанализировать и учесть основные характеристики провайдера и потребителя облачных услуг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Проведена систематизация подходов в области построения современных систем облачного хранения данных, на основе которой выявлены ключевые критерии, позволяющие оценить облачные СХД с целью разработки методики анализа миграции данных для управления арендованными ресурсами в высокомасштабируемых СХД с учетом основных критериев облачных СХД. Так же выявлены и систематизированы основные характеристики и требования проблемы выбора и необходимости вывода данных в облачную СХД. Представлен анализ и определены недостатки основных экономико-математических моделей, оценивающих параметры облачных СХД, предложены способы их оптимизации.

2. Результаты анализа экономико-математических моделей являются базой разработки аддитивно-мультипликативной модели оценки применения облачных СХД, в основе которой лежит оценка 6-ти групповых критериев: эффективность для бизнеса, финансовые преимущества, технический приоритет, надежность работы и информационной безопасности, степень риска использования облачного сервиса.

3. Сформулированы рекомендации выбора оптимального алгоритма миграции данных по параметрам «временная сложность» и «емкостная сложность» в зависимости от требований потребителей и поставщиков облачных СХД. Разработана методика реализации процесса миграции данных в облачную систему хранения с учетом параметров алгоритмов миграции, демонстрирующая последовательность анализа основных параметров облачных СХД и этапов миграции данных в облачную СХД.

### Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам проведенных исследований и с учетом мнений экспертов можно построить дерево принятия решений, которое позволит определить наиболее оптимальное направление деятельности в сфере использования современных облачных технологий.

В качестве направлений дальнейшего развития можно выделить расширение метода миграции данных в облачную СХД на основе учета типов мигрируемых данных и их детальной классификации, обоснование выбора механизмов шифрования, применяемых для различных категорий данных. Так же можно расширить показатели экономико-математической модели оценки целесообразности миграции данных в облачную СХД с учетом различных параметров рисков использования облачных вычислений. Так же можно учесть вопросы стандартизации облачных вычислений.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### *Тезисы конференций*

1. Салапура, М.Н. Методология информационного обеспечения на базе облачных технологий / М.Н. Салапура, В.Н. Комличенко // Проблемы экономики и информационных технологий: материалы 52-й науч. конф. Аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 25-30 апр. 2016 г. Минск: БГУИР, 2016. – С. 15-16.

2. Салапура, М.Н. Информационное обеспечение на базе облачных технологий / М.Н. Салапура, В.Н. Комличенко // материалы Междунар. науч. конф. «Информационные технологии и системы», 26 октября 2016г. / г. Минск, БГУИР. – 2016. – С. 320-321.

## РЕЗЮМЕ

Салапура Марина Николаевна

### **Методы и модели анализа миграции данных в высокомасштабируемых облачных системах хранения данных**

**Ключевые слова:** облачные вычисления, распределенные хранилища данных, миграция данных, анализ алгоритмов.

**Цель работы:** разработка метода анализа миграции данных для управления арендованными ресурсами в высокомасштабируемых СХД с учетом основных критериев облачных СХД.

**Полученные результаты и их новизна:** изучены особенности построения и проведен анализ современных облачных СХД. Изучен процесс миграции данных в облачных системах хранения в процессе масштабирования, позволивший выявить основные ключевые факторы процесса миграции данных. Проведен анализ существующих моделей облачных СХД, алгоритмов миграции данных в них и выделены параметры оценки облачных СХД с учетом применяемых алгоритмов миграции данных. Разработан показатель оценки целесообразности применения облачной СХД. Проведен сравнительный анализ рассмотренных алгоритмов миграции данных на основе базовых характеристик алгоритмов. Выделены оптимальные алгоритмы миграции с учетом параметров «временная сложность» и «емкостная сложность». Разработан метод анализа используемых алгоритмов миграции данных для управления арендованными ресурсами в высокомасштабируемых облачных СХД с учетом основных критериев облачных СХД. Сформулированы рекомендации выбора оптимального алгоритма миграции данных в зависимости от требований потребителей и поставщиков облачных СХД.

**Область применения:** экономика, информационные технологии, сфера оценки рисков.

## РЭЗІЮМЭ

Салапура Марына Мікалаеўна

### Метады і мадэлі аналізу міграцыі дадзеных у высокамасштабіруемых воблачных сістэмах захоўвання дадзеных

**Ключавыя словы:** воблачныя вылічэнні, размеркаваныя сховішчы дадзеных, міграцыя дадзеных, аналіз алгарытмаў.

**Мэта працы:** распрацоўка метадыкі аналізу міграцыі дадзеных для кіравання арандаваным рэсурсамі ў высокамасштабіруемых СХД з улікам асноўных крытэрыяў воблачных СХД.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** вивучаны асаблівасці пабудовы і праведзены аналіз сучасных воблачных СХД. Вывучаны працэс міграцыі дадзеных у воблачных сістэмах захоўвання ў працэсе маштабавання, які дазволіў выявіць асноўныя ключавыя фактары працэсу міграцыі дадзеных. Праведзены аналіз існуючых мадэляў воблачных СХД, алгарытмаў міграцыі дадзеных у іх і выдзелены параметры ацэнкі воблачных СХД з улікам ужывальных алгарытмаў міграцыі дадзеных. Распрацаваны паказчык ацэнкі мэтазгоднасці прымянення воблачнай СХД. Праведзены параўнальны аналіз разгледжаных алгарытмаў міграцыі дадзеных на аснове базавых характарыстык алгарытмаў. Вылучаныя аптымальныя алгарытмы міграцыі з улікам параметраў «часовая складанасць» і «емістная складанасць». Распрацавана метадыка аналізу выкарыстоўваемых алгарытмаў міграцыі дадзеных для кіравання арандаваным рэсурсамі ў высокамасштабуемых воблачных СХД з улікам асноўных крытэрыяў хмарных СХД. Сфармуляваны рэкамендацыі выбару аптымальнага алгарытму міграцыі дадзеных у залежнасці ад патрабаванняў спажыўцоў і пастаўшчыкоў хмарных СХД.

**Вобласць ужывання:** эканоміка, інфармацыйныя тэхналогіі, сфера ацэнкі рызык.

## SUMMARY

Salapura Marina Nikolaevna

### **Methods and analysis of migration data models in highly scalable cloud storage systems**

**Keywords:** cloud computing, distributed data storage, data migration, analysis of algorithms.

**The object of the study:** Development of methods of analysis of data migration for managing resources in a rented highly scalable storage system based on the main criteria of cloud storage.

**The results and their novelty:** The peculiarities of construction and carried out analysis of the current cloud storage. The process of migrating data to cloud storage systems in the process of scaling, which allowed to identify the main key factors of the process of data migration. The analysis of the existing models of cloud storage, data migration algorithms in them and allocated parameters evaluation of cloud storage based data migration algorithms used. Develop indicators to assess the feasibility of cloud storage. The comparative analysis of the data discussed migration algorithms based on the characteristics of the underlying algorithms. Obtained optimal algorithms migration within the parameters of "time complexity" and "space complexity". The method of data analysis algorithms used to manage migration leased resources in highly scalable cloud storage based on the main criteria of cloud storage. Recommendations selecting the optimum algorithm for data migration, depending on the requirements of consumers and providers of cloud storage.

**Sphere of application:** economics, information technology, the scope of the risk assessment.