

# ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию

Воробьевой Гульнары Равиленовны

на тему

«Методологические основы обработки неоднородной пространственно-временной информации в системах поддержки принятия решений на основе технологий больших данных (на примере геомагнитных данных)»  
по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы)  
на соискание ученой степени доктора технических наук

## **Актуальность темы исследования**

В рамках представленной диссертации проведено исследование, направленное на решение проблемы информационной перегруженности лиц, принимающих решения в системах, основанных на обработке и анализе пространственно-временных данных, получаемых из разнородных территориально распределенных источников. Экспоненциальный рост объемов данных такого рода сопровождается необходимостью совершенствования подходов к разработке систем поддержки принятия решений на их основе, которые позволяет учитывать в том числе и особенности пространственно-временной анизотропии описываемых данными процессов, объектов или явлений различной природы происхождения. В этой связи представляется актуальным решение проблемы повышения эффективности процессов обработки информации в системах поддержки принятия решений посредством разработки единых методологических основ обработки, анализа и визуализации больших объемов пространственных данных, полученных из территориально распределенных гетерогенных источников.

## **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертационная работа представляет собой законченное логически целостное исследование, результаты которого оформлены в виде введения, 6 глав, заключения, списка литературы и приложений. Во избежание возможных коллизий и неоднозначной трактовки используемых в работе понятий приводится также список используемых в диссертации терминов.

**Введение** посвящено обсуждению актуальности проведенного исследования, описанию его цели и задач, теоретической и практической значимости, а также научной новизны полученных результатов. Кроме того, дается краткая характеристика представленной работы и описывается апробация полученных результатов.



**В первой главе** приведены результаты анализа проблемы обработки пространственно-временной неоднородной информации, полученной из территориально распределенных гетерогенных источников. Показано, что в информационных системах поддержки принятия решений, ориентированных на данные, проблема информационной перегруженности пользователей проявляется в наиболее явном виде. Предложены методологические основы обработки неоднородной пространственно-временной информации в системах поддержки принятия решений, которые позволяют: разделить источники данных на пространственные группы и привязать их к задачам принятия решений; оценить совместную встречаемость данных и оценить степень связности описываемых ими процессов.

**Во второй главе** описан подход к разработке единого информационного пространства в виде совокупности моделей и методов обработки данных при интеграции гетерогенных источников, целью реализации которых является повышение оперативности получения данных, необходимых для принятия решений. Отличительной особенностью предложенных автором решений является введение в структуру единого информационного пространства гибридного информационного хранилища, составляющие которого связаны моделью старения информации Бартона-Кеблера. Предложенный подход учитывает особенности пространственно-временной неоднородности используемых источников и предоставляемых ими данных, на основании чего строится непосредственно информационное хранилище, что в конечном итоге позволяет повысить скорость и удобство доступа к данным, и, как следствие, оперативность принятия решений на их основе.

**Третья глава** посвящена решению задачи восстановления временных рядов данных, используемых в системах поддержки принятия решений (на примере геомагнитных данных). Предложены два метода. Первый из них основан на принципах информационного резервирования и предполагает, что источники со сходными теоретико-информационными, теоретико-множественными и статистическими характеристиками могут быть использованы в качестве резервных устройств друг для друга. Второй метод (индуктивный) предполагает, что пары известных фрагментов до и после пропуска могут быть использованы в качестве прецедентов и стать основой для восстановления отсутствующего фрагмента по базе известных. Применение предложенных методов в составе единого информационного пространства в системах поддержки принятия решений позволит повысить эффективность последних за счет расширения спектра доступных для полных данных моделей и методов обработки.

**В четвертой главе** обсуждаются особенности предложенной модели хранения данных в системах поддержки принятия решений, обеспечивающего

сокращение вычислительных затрат на их физическое размещение и повышение скорости обработки запросов к данным. Модель является сочетанием реляционного и нереляционного подходов. Выделение метаданных в реляционную структуру, временной составляющей – в иерархическую, а информационной – в колоночно-ориентированную базу данных позволяет значительно повысить вычислительную скорость обработки пространственно-временных неоднородных данных, а также сократить расходы вычислительных ресурсов, необходимых на их хранение.

**Пятая глава** посвящена описанию разработанного автором алгоритма визуализации пространственно-временного распределения геомагнитных данных на основе геоинформационных методов визуальной интерпретации информации. Предложенный алгоритм отличается тем, что для клиентского веб-рендеринга больших пространственных данных учитывается их пространственная анизотропия посредством комбинирования подходов, демонстрирующих наилучшие показатели реактивности в соответствующих пространственных областях.

В **шестой главе** приводятся результаты эффективности предложенных теоретических основ, методов, алгоритмов, а также специального математического и алгоритмического обеспечения на основе разработанного прототипа веб-ориентированного инструментально-программного средства и выделенных показателей эффективности.

В **заключении** представлены основные результаты и выводы и определены перспективы дальнейшего развития.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные положения, выводы и рекомендации, сформулированные соискателем в диссертации, научно обоснованы и аргументированы. Теоретические и методические положения, а также практические рекомендации диссертационного исследования основываются на изучении фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области системного анализа, управления и обработки информации, что подтверждается ссылками на них в тексте диссертационной работы.

Результаты диссертационного исследования были неоднократно апробированы на международных и всероссийских научных конференциях, поддержаны грантами, представлены в опубликованных автором более чем 100 научных работах, в том числе 13 статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК; 22 статьях в изданиях, индексируемых международными системами Scopus / Web of Science; 3 монографиях, изданных в России и за рубежом; 2

патентах на изобретение; 5 свидетельствах о государственной регистрации программы для ЭВМ, трудах конференций и др.

### **Достоверность и новизна полученных результатов**

Достоверность полученных научных результатов обеспечивается строгостью применяемого математического аппарата, результатами математического и компьютерного моделирования, подтверждается при обработке и анализе оригинальных геомагнитных данных, предоставляемых территориально распределенными гетерогенными источниками на примере магнитных станций и обсерваторий международной сети INTERMAGNET, а также результатами обработки и визуализации геомагнитных данных в рамках разработанного прототипа веб-ориентированного инструментально-программного средства Geomagnet (<https://www.geomagnet.ru>).

Научная новизна результатов заключается в следующем.

1. Методологические основы обработки неоднородной пространственно-временной информации отличаются тем, что, формируется группа согласованных методов образующих методологическую среду или парадигму решения задачи оперативности доступа к информации, необходимой для принятия решений.
2. Комплекс моделей и методов обработки информации при интеграции гетерогенных источников данных в гибридные хранилище систем поддержки принятия решений отличается тем, что, с целью повышения вычислительной скорости сбора и обработки данных, преобразование оперативной информационной составляющей в постоянную определяется адаптированной моделью старения информации Бартон–Кеблера с исключенным динамическим компонентом.
3. Методы восстановления временных рядов данных, включающие:
  - индуктивный метод, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и скорости восстановления данных, наиболее вероятные значения определяются на базе статического сходства между массивом, образованным предшествующими и последующими за пропущенным фрагментом значениями, и массивами, построенными аналогично из известных значений;
  - метод информационного резервирования источников данных, отличающийся тем, что, с целью обеспечения полноты временных рядов, наиболее вероятные значения определяются посредством формирования доверительного списка на основании оценки пространственной гетерогенности и зависимости синхронно регистрируемых данных, а также сравнительной оценки фрагментов рядов, зарегистрированных в предшествующий момент.
4. Модель хранения данных отличается тем, что, с целью повышения реактивности программных средств и сокращения затрат физической памяти,

реляционная, иерархическая и колончатая модели данных объединены на базе правил ссылочной целостности, а также комбинирования текстового и бинарного форматов описания как собственно данных, так и их метаданных.

5. Алгоритм визуализации пространственно-временного распределения геомагнитных данных отличается тем, что для клиентского веб-рендеринга больших пространственных данных учитывается их пространственная анизотропия посредством комбинирования подходов, демонстрирующих наилучшие показатели реактивности в соответствующих пространственных областях.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

Теоретическая значимость полученных автором результатов заключается в том, что расширен теоретический и методологический аппарат обработки информации за счет разработки методологических основ обработки неоднородной пространственно-временной информации в системах поддержки принятия решений на основе технологий больших данных.

Практическая значимость полученных автором результатов подтверждается тем, что они внедрены и использованы в Институте геологии УФИЦ РАН, НИИ ТС Пилот, АО Уфимское агрегатное производственное объединение, ООО «Алгоритм», учебном процессе ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», ООО «Информационно-технологическая сервисная компания», ООО «Комплекс Проект».

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В диссертации не достаточно уделено внимания методологии образования группы согласованных методов образующих методологическую среду или парадигму решения задачи оперативности доступа к информации, необходимой для принятия решений.

Представляется целесообразным уделить этому в тексте диссертации больше внимания.

2. Возможно, в автореферате следовало бы более подробно обозначить, как именно осуществляется поддержка принятия решений (как в тексте диссертационной работы).

3. В главе 1 недостаточно внимания уделено проблемам семантической и прикладной интероперабельности.

4. В главе 3 следовало бы обосновать корректность использования понятия «...единое информационное пространство...», доказать сопоставимость семантики; точности; времени регистрации данных.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационного исследования и не влияют на общую положительную оценку.

**Заключение** о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении ученых степеней»:

Диссертация Воробьевой Гульнары Равиловны на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема повышения эффективности процессов обработки информации в системах поддержки принятия решений, имеющая важное хозяйственное значение, что соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор

Рогозов Юрий Иванович,

заведующий кафедрой,


Институт компьютерных технологий,

кафедра системного анализа и телекоммуникаций,

федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Южный федеральный университет"

  
12.10.2020

Докторская диссертация защищена

по специальностям

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Адрес места основной работы: 347922, Ростовская область, г. Таганрог, пер. Некрасовский, д.44

Рабочий телефон: 8(8634)37-17-87

Адрес эл. почты: yrogozov@sfedu.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись *Рогозова Ю.И.*

ЗАВЕРЯЮЩИЙ  
Департамент администрации

Специалист по работе с персоналом  
1 категории *О.А. Шумилова*  
« 12 » 10 2020 г.

6