Отзыв официального оппонента

на диссертацию Матерухина Андрея Викторовича «Теоретические основы и методология обработки потоков пространственно-временных данных», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 — «Геоинформатика»

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность темы рассматриваемой диссертационной работы определяется все более активным и массовым применением геоинформационного мониторинга в различных предметных областях. Геоинформационный мониторинг основан на использовании геоинформационных технологий сбора и интеграции первичных пространственных и пространственно-временных данных, а также технологий обработки и анализа этих данных. Такие геоинформационные технологии применяются в экологическом мониторинге, мониторинге состояния автомобильных дорог, мониторинге состояния сложных технических сооружений. Необходимость применения в составе этих технологий различных видов пространственного анализа определяется тем, что значительная часть собираемых, обрабатываемых и анализируемых данных в этих видах мониторинга имеет пространственную привязку. В настоящее время для выполнения пространственных запросов используются системы управления базами данных, для которых разработаны пространственные индексы. Для систем мониторинга реального времени важна такая характеристика как непрерывность получения результата, которая означает, что результат должен быть получен непосредственно после очередного обновления данных. Развитие технологий сбора пространственно-временных данных привело к росту интенсивности потоков данных, поступающих в системы мониторинга. В диссертации Матерухина А.В. показано, что при достаточно высокой интенсивности входных потоков пространственно-временных данных требования к непрерывности выполнения пространственного анализа не могут быть удовлетворены в рамках традиционного подхода и поэтому для обеспечения непрерывности обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационных системах (ГИС) необходимо разработать новую методологию обработки. В диссертационной работе также показано, что описанные в научной литературе модели обработки данных в геоинформационных системах не соответствуют задачам обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС, связанным с расширяемостью и масштабируемостью этих процессов, и

поэтому для решения этих задач необходима разработка соответствующих теоретических основ.

Таким образом, тема диссертация является актуальной и важной как с теоретической, так и с практической точки зрения.

2. Общая характеристика диссертационной работы

Обозначенная в диссертации цель работы – разработка теоретических основ и методологии обработки потоков пространственно-временных данных, решающих проблему обеспечения непрерывности обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС.

Для достижения этой цели диссертантом были решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ существующей проблемной ситуации.

2. Разработаны необходимые теоретические основы непрерывной обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС.

3. Разработана методология непрерывной обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС.

4. Выполнен анализ применимости разработанной методологии обработки потоков пространственно-временных данных.

В ходе исследования диссертантом лично были получены следующие научные результаты:

1. Введены новые понятия и термины геоинформатики, развивающие понятийный аппарат в области обработки пространственных и пространственно-временных данных.

2. Разработана математическая модель процессов непрерывной обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС в режиме реального времени.

3. Разработана система типов пространственно-временных данных.

4. Разработана методология обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС.

На защиту диссертантом были вынесены следующие положения:

1. Понятийный аппарат в области обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационной системе должен включать в себя определение понятия «большие пространственные данные», соответствующее как современному понятийному аппарату в области больших данных, так и понятию «пространственные данные», используемому в современной геоинформатике.

Термин «поток пространственно-временных данных» должен быть формализован и должна быть определена его связь с понятием «большие пространственные данные».

2. Разработанная математическая модель процессов обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационной системе для компьютерного моделирования геосистем в режиме реального времени позволяет свести проблему обеспечения непрерывности обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационных системах в режиме реального времени к проблеме реализации пространственно-временных запросов монотонными операторами.

3. Разработанная система типов позволит упростить разработку программного и лингвистического обеспечения геоинформационных систем для компьютерного моделирования геосистем в режиме реального времени, гибко структурировать входные данные для выполнения пространственных запросов и надежно контролировать выполнение заданных спецификаций.

4. Методология обработки потоков пространственно-временных данных, обеспечивающая непрерывность их обработки, может быть компактно описана в виде некоторой концептуальной модели подсистемы геоинформационной системы, выполняющей обработку потоков пространственно-временных данных, состоящей из элементов, обеспечивающих реализацию процессов разрабатываемой методологии. В диссертации описаны процессы, методики, методы и алгоритмы, входящие в состав этой методологии.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации теоретически обоснованы и аргументированы. Идеи, лежащие в основе исследования, базируются на анализе практики обработки пространственных и пространственно-временных данных в ГИС, а также обобщении передового опыта организации распределенных вычислений. Положения вынесенные на защиту основываются на результатах, полученных диссертантом в процессе исследования, и обобщении этих результатов. Положение о том, что разработанная математическая модель процессов обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационной системе для компьютерного моделирования геосистем в режиме реального времени позволяет свести проблему обеспечения непрерывности

обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационных системах в режиме реального времени к проблеме реализации пространственно-временных запросов монотонными операторами, обосновано доказанными диссертантом математическими результатами.

Результаты диссертационной работы докладывались и прошли всестороннюю апробацию на российских и международных конференциях. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 15 работах, в том числе в 2 публикациях, индексируемых в WOS и Scopus, в 11 статьях, входящих в перечень ведущих рецензируемых журналов, рекомендованных ВАК, в 1-ой публикации в сборнике тезисов международной конференции и в 1-м отчете по НИР, зарегистрированном в ЕГИСУ НИОКТР.

Научные результаты диссертационной работы применялись при выполнении проекта № 17-05-41156 «Комплексное геоинформационное картографирование и оценка воздействия источников загрязнения на состояние окружающей среды России», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований и Русским географическим обществом, а также при выполнении проектов «Разработка геоинформационной технологии создания информационно-измерительных систем на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров» № 5.6972.2017/БЧ (Номер для публикаций: 5.6972.2017/8.9) и «Разработка киберфизической системы мониторинга производственных процессов в режиме реального времени на основе беспроводных сетей интеллектуальных геосенсоров» № 2.11411.2018/11.12 (Номер для публикаций: 2.11411.2018/11.12).

С учетом вышесказанного, научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации следует считать достоверными и обоснованными.

Новизна полученных диссертантом научных результатов заключается в следующем:

1) Предложенное диссертантом определение понятия «большие пространственные данные» в такой форме предложено впервые и, в отличие от других соответствует как современному понятийному аппарату в области больших данных, так и понятийному аппарату современной геоинформатики. Предложенная диссертантом математическая формализация термина ««поток пространственно-временных данных» позволила сформулировать и решить задачу реализации непрерывного выполнения пространственных запросов к входящим потокам пространственно-временных данных в ГИС в режиме реального времени.

2) Разработанная диссертантом математическая модель процессов обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС в режиме реального времени в отличие от ранее предложенных моделей обработки данных в ГИС учитывает специфику потоков пространственно-временных данных и позволяет реализовать непрерывную обработку потоков пространственно-временных данных.

3) Разработанная диссертантом система типов пространственно-временных данных в виде расширенной сигнатуры многосортной алгебраической системы в отличие от других обеспечивает надежную верификацию корректного поведения программного обеспечения ГИС в среде распределенных вычислений, обеспечивает гибкость представления пространственно-временных данных в ГИС и дополнительные возможности построения запросов к этим данным.

4) Разработанная диссертантом методология обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС в отличие от применяемых учитывает специфику потоков пространственно-временных данных и обеспечивает масштабирование обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС в зависимости от интенсивности этих потоков.

4. Оценка изложения материала диссертации и автореферата.

Диссертационная работа логически структурирована, написана хорошим научным языком. Последовательность изложения создает целостное представление о содержании диссертационной работы. К достоинствам диссертационной работы следует отнести логичное и непротиворечивое рассмотрение всех аспектов исследования, полноту анализа источников по теме диссертации, наличие четких выводов и обоснованных рекомендаций. Содержание диссертации соответствует содержанию публикаций, в которых опубликованы основные научные результаты диссертационной работы. На все чужие материалы, использованные в диссертации, имеются ссылки. По каждой главе и по работе в целом приведены выводы, отражающие полученные научные результаты. Материал достаточно иллюстрирован - список иллюстративного материала включает в себя 19 рисунков и 1 таблицу. Краткое содержание глав диссертационной работы, основные выводы и результаты представлены в автореферате диссертации, содержание которого соответствует содержанию диссертации.

5. Замечания по диссертации

К работе имеются следующие замечания:

1) В диссертационной работе отмечено, что часть диссертационной работы была выполнена в ходе исследовательской работы над проектом «Разработка геоинформационной технологии создания информационно-измерительных систем на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров», однако сам этот проект не описан.

2) Диссертационная работа не содержит подробного анализа ограничений разработанной диссертантом методологии обработки потоков пространственно-временных данных в ГИС.

3) В работе не приведены конкретные значения интенсивности потоков пространственно-временных данных, при которых нарушается непрерывность выполнения пространственного анализа при использовании систем управления реляционными базами данных.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертационного исследования и не оказывают существенного влияния на обоснованность и достоверность основных результатов работы.

6. Заключение

На основании анализа диссертации, автореферата и опубликованных диссертантом работ по теме диссертации считаю, что:

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. Основные научные результаты диссертации были опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Таким образом, диссертационная работа Матерухина А. В. «Теоретические основы и методология обработки потоков пространственно-временных данных» полностью соответствует как паспорту специальности 25.00.35 — «Геоинформатика», так и критериям, установленным Положения о присуждении ученых степеней, и является научно-квалификационной работой, в которой решена

научная проблема обеспечения непрерывности обработки потоков пространственно-временных данных в геоинформационных системах (ГИС) в режиме реального времени, имеющая важное социально-экономическое значение, а ее автор - Матерухин Андрей Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – «Геоинформатика».

Кулагин Владимир Петрович
доктор технических наук, профессор
Заместитель директора Института Комплексной безопасности и специального приборостроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет»
Почтовый адрес: 119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, 78, Корпус Е
e-mail: kulagin@mirea.ru
Телефон: (985) 999 86 80/

Шифр научной специальности, по которой защищена диссертация – 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»

Подпись Кулагина В.П. удостоверяю

Начальник
Управления кадров Филатенко Л.Г.