Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации
Федеральное агентство по недропользованию
**Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»
(ФГБУ «ВНИГНИ»)**

**105118, Москва,
шоссе Энтузиастов, 36.**

**тел. +7(495) 673-26-51
факс +7(495) 673-47-21
e-mail: info@vnigni.ru**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института» (ФГБУ «ВНИГНИ»)
_____ П.Н. Мельников
«5» 10 2026 года

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ФГБУ «ВНИГНИ») на диссертацию Шабанова Данилы Евгеньевича «РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЕРИФИКАЦИИ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ОБЪЕКТОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – Геоинформатика, картография

Актуальность работы. Геометрические графы представляют собой математические структуры, в которых каждой вершине соответствует определённое положение в пространстве. Такое описание позволяет одновременно учитывать взаимосвязи между элементами и их геометрические характеристики. Применение данного подхода характерно, в частности, для задач угольной промышленности. Безопасность подземной разработки месторождений во многом определяется возможностью контролировать состояние воздушной среды и обеспечивать требуемые параметры проветривания и дегазации. Для выполнения соответствующих расчётов необходимо располагать актуальными сведениями о конфигурации горных выработок. Эти сведения могут быть представлены в виде пространственной модели сети горных выработок. На её основе решаются задачи, связанные с моделированием процессов, протекающих в подземном пространстве, включая расчёт и анализ распределения воздушных потоков.

При использовании пространственных моделей существенную роль играет возможность сопоставления их различных версий. Такая процедура необходима для контроля корректности данных, выявления несоответствий и отслеживания изменений

Вх № 01-05/02/22
Дата 12.10.2026

моделируемого объекта. Расхождения между моделями могут иметь различное происхождение. Например, они возникают при использовании неодинаковых источников исходной информации или вследствие ошибок, допущенных на этапе построения модели. Сопоставление результатов позволяет установить наличие подобных расхождений и определить области, требующие дополнительной проверки или корректировки

Отдельный класс изменений связан с естественным или целенаправленным преобразованием самого объекта моделирования. Так, по мере развития горных работ изменяется конфигурация выработок, их взаимное расположение и другие пространственные характеристики. Поэтому модель, использующаяся для расчётов и принятия производственных решений, должна своевременно отражать фактическое состояние выработанного пространства. Сопоставление последовательных версий модели позволяет контролировать процесс её актуализации и выявлять изменения, которые могут влиять на результаты дальнейшего анализа.

Дополнительным требованием к методу сопоставления является независимость результатов от способа структурного представления исходных данных. Один и тот же пространственный объект может быть разбит на составляющие элементы различными способами, не изменяя при этом его фактическую геометрию. Поэтому различия, обусловленные исключительно особенностями такого разбиения, не должны интерпретироваться как реальные изменения объекта.

Применяемые в настоящее время подходы к анализу геометрических графов, такие как метод Ульмана, расстояние Фреше, расстояние Хаусдорфа, преимущественно позволяют охарактеризовать общую величину расхождения между двумя моделями либо определить наличие структурных преобразований. Однако для практической верификации пространственных данных этого недостаточно: необходимо установить конкретные элементы, подвергшиеся изменению, определить характер выявленного расхождения и указать его положение в пространстве.

Таким образом, существует потребность в методике, которая обеспечивала бы детальное сравнение пространственных моделей с последующей локализацией обнаруженных различий. Из этого следует, что тема диссертационного исследования Шабанова Данилы Евгеньевича имеет высокую актуальность, а предлагаемое технологическое решение имеет важное народно-хозяйственное значение.

Научная новизна

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм контроля изменений пространственных характеристик объектов угледобывающей промышленности, основанный на сопоставлении координатного положения элементов геометрических графов и фиксации структурных преобразований, выражающихся в появлении или исключении вершин и рёбер графа.

2. Сформирована архитектура геоинформационной системы, обеспечивающая выявление изменений топологии и пространственного положения различных типов горных выработок, а также их наглядное отображение в географическом пространстве.

3. На основе разработанного алгоритма и предложенной архитектуры ГИС сформировано технологическое решение, предусматривающее создание тематических карт с пространственным отображением изменений, произошедших в геометрических и топологических характеристиках моделируемых объектов.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Теоретическая значимость работы заключается в развитии подходов к геометрическому анализу пространственных моделей сетей горных выработок, ориентированных на установление достоверности их актуального состояния посредством выявления и проверки изменений геометрических характеристик моделируемых объектов. Разработанная методика не ограничивается задачами угледобывающей отрасли и может быть адаптирована для анализа других пространственных объектов. В частности, её применение возможно в картографических и навигационных системах, а также при контроле изменений дорожной инфраструктуры.

Практическая значимость работы связана с возможностью применения разработанных решений для автоматизированной проверки пространственных моделей.

Их использование позволяет сократить объём операций, выполняемых вручную, уменьшить трудозатраты на контроль результатов моделирования и снизить вероятность ошибок, связанных с деятельностью оператора. Дополнительный практический эффект заключается в повышении информативности и достоверности картографических материалов. Так, выявленные преобразования могут быть представлены в наглядной форме с указанием их пространственного положения, что создаёт информационную основу для планирования дальнейших изменений исследуемых объектов.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Полученные теоретические и практические результаты исследований имеют важное значение для развития геоинформатики и картографии. Существенным результатом является возможность дополнить традиционное представление о пространственном анализе задачей сопоставления версий геоинформационных моделей. Методика сопоставления геометрических графов может стать основой для развития методов пространственно-топологической верификации геоданных. Особенно важным это становится при создании и актуализации цифровых моделей объектов, которые постоянно изменяют своё пространственное состояние. В таком случае модель можно рассматривать не как статичное представление объекта, а как последовательность его пространственных состояний, между которыми необходимо устанавливать и классифицировать произошедшие изменения.

В соответствии с выносимыми на защиту положениями, применение разработанного алгоритма обеспечило повышение точности и достоверности формируемых моделей сети горных выработок посредством своевременной идентификации вносимых изменений и их последующей верификации, что было установлено в разделе 4. Кроме того, применение алгоритма сравнения моделей сети горных выработок в совокупности с разработанной ГИС позволило создать цифровые тематические карты динамики изменения данных моделей, как показано в том же разделе. Наличие указанных карт расширяет инструментарий геопространственного анализа, результаты которого могут быть применены для планирования процессов угледобычи и иных производственных задач.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные результаты разработок и исследований могут быть применены в задачах, связанных с обеспечением безопасности ведения угледобывающих работ. К числу отраслей, в которых можно использовать разработанную методику, можно отнести транспортную инфраструктуру, мониторинг гидротехнических сооружений и трубопроводов нефтегазовой промышленности.

Замечания и вопросы по диссертации

1. В работе отмечается, что наряду с геометрическим сравнением выполняется и сопоставление атрибутивной информации. Является ли атрибутивный анализ самостоятельным этапом верификации, дополнительным источником подтверждения обнаруженного изменения или используется преимущественно для интерпретации полученного результата?

2. Разработанная ГИС предусматривает формирование тематических карт и трёхмерную визуализацию обнаруженных изменений. Визуализация рассматривается преимущественно как средство представления результатов или она является самостоятельным инструментом последующей экспертной верификации и принятия решения специалистом?

3. Каким образом контролируется накопление погрешности при преобразовании геопространственных координат в локальные и осуществляется ли оценка его влияния на последующий геометрический анализ.

4. В работе отмечается возможность использования результатов для сопоставления изменений подземных объектов с деформациями земной поверхности. Насколько разработанная система способна к расширению функциональности, которое бы позволило проводить комплексный геопространственный анализ с опорой на геологические данные?

5. Предусмотрена ли в спроектированной архитектуре ГИС пространственная привязка объектов модели относительно других объектов цифровой картографической основы?

6. Алгоритм ориентирован на сравнение двух состояний сети. В связи с этим возникает вопрос о возможности его применения для анализа последовательности моделей, полученных в разные моменты времени, а не только для попарного сравнения.

7. Насколько предложенная архитектура позволяет интегрировать систему с другими программными средствами, используемыми для формирования и расчёта моделей горных выработок?

8. Имеются несущественные замечания по оформлению рисунков диссертационной работы. Например, на рисунках 14-17 присутствует элемент, нарисованный пунктирной линией, значение которого не объясняется. Есть описки в тексте. В части предложенных автором изображений схем имеется несогласованность шрифтов.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки, научной новизны и практической значимости диссертационного исследования

Заключение

Диссертационная работа Шабанова Данилы Евгеньевича на тему «Разработка методики верификации топологических изменений объектов угледобывающей отрасли на основе геометрического анализа пространственных параметров горных выработок» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные методические решения и разработки по обеспечению противоаварийной устойчивости ведения угледобывающей промышленности, имеющие существенное значение для развития промышленности РФ.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям, установленным п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного постанов. Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Шабанов Данила Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография.

Диссертация и отзыв рассмотрены и обсуждены на заседании Отделения Геоинформатики ФГБУ «ВНИГНИ». Отзыв одобрен в качестве отзыва ведущей организации, протокол № 1 от 5 октября 2026 года.

Зав. отделением Геоинформатики
д.т.н. профессор



Черемисина Евгения Наумовна

Заведующий отделом анализа и
моделирования потенциальных полей,
д.т.н. (специальность 1.6.20. Геоинформатика,
картография)



Финкельштейн Михаил Яикелевич

Адрес: 117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 8.
Тел.: +7(495) 633-71-54
Электронная почта: m.finkelstein@geosys.ru