

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Потапова Вадима Петровича, директора Кемеровского филиала – заместителя директора Института вычислительных технологий СО РАН на диссертационную работу Наговицына Олега Владимировича по теме «Концепция и методы формирования горно-геологической информационной системы (ГГИС MINEFRAME)», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – Геоинформатика.

Представленная на рассмотрение диссертационная работа имеет объем 344 страницы и состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 241 источника. Содержит 6 таблиц и 180 иллюстраций.

Введение к диссертации достаточно объективно раскрывает актуальность избранной темы, степень ее разработанности, цели и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы диссертационного исследования, научные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов, таким образом, оно содержит все обязательные компоненты, определенные требованиями действующего «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Первая глава содержит анализ стратегий развития и государственного управления горным производством, доказавший ключевую роль централизации управления государственным фондом недр на проектном уровне и позволивший обосновать цель исследования, сформулировать основную идею работы и определить круг задач, решение которых необходимо для ее реализации.

Во второй главе рассмотрены научно-методические основы формирования единой отраслевой системы автоматизированного проектирования технологий освоения георесурсов. Предложена структура единой отраслевой системы автоматизированного проектирования, основными компонентами виртуального пространства которой являются цифровые 3D-модели месторождений полезных

ископаемых, банк эталонных горнотехнических моделей и технологические карты горнотехнических систем.

Третья глава посвящена методическим основам разработки алгоритмов реализации эталонных горнотехнических моделей, в том числе 3D- моделированию горно-геологических условий угольных месторождений, кластеризации данных в них и моделированию динамики развития горных работ и др.

Четвертая глава диссертации посвящена синтезированию горнотехнических моделей автоматизированного распознавания геоструктур угольных месторождений на базе нейронных сетей Кохонена, прогнозированию на базе сплайн-функций Грина, реализации базы знаний экспертной системы в составе горнотехнической модели обоснования по вскрытию запасов, алгоритмам формирования и эксплуатации горнотехнических моделей и их адаптации к условиям конкретных предприятий.

Пятая глава диссертации посвящена вопросам практического использования результатов исследований при формировании в горно-геологических информационных системах 3D-моделей пластовых месторождений, формированию виртуального пространства единой отраслевой системы автоматизированного проектирования технологий освоения георесурсов угольных месторождений. Она содержит рекомендации по практической реализации методологии разработки и использования эталонных горнотехнических моделей, а также методические рекомендации по внедрению в практику проектирования и управления горнотехническими системами технологических карт.

В заключении автором сформулированы основные научные и практические результаты диссертационного исследования.

В целом диссертация обладает внутренним единством, написана с использованием стиля изложения, общепринятого при подготовке научных работ. Работа оформлена в соответствии с требованиями национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Все предложенные соискателем решения аргументированы и оцениваются по сравнению с другими известными решениями близких по характеру задач (при наличии).

В тексте диссертации имеются ссылки на работы автора, а также ссылки на источники использованных заимствований материалов и отдельных предложений и результатов других авторов. Оригинальность текста диссертации сомнений не вызывает.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа О.В. Наговицына посвящена проблеме создания горно-геологической информационной системы, обеспечивающей решение задач проектирования и планирования горных работ на основе комплекса взаимоувязанных методов моделирования объектов горной технологии и программных средств для решения прикладных задач горного производства с обеспечением многопользовательского доступа к базам данных.

Современное горное производство вынуждено работать в условиях ухудшения горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождений, резкого изменения цен на рынке минерального сырья, и необходимостью получения оперативной и достоверной информации о движении запасов, технико-экономических показателях технологических процессов. Наметившийся прогресс в создании роботизированных производственных комплексов в соответствии с требованиями Индустрии 4.0, приводит к формированию новых требований к функционалу горно-геологических информационных систем. Информационные-коммуникационные технологии позволяют с новой стороны определить облик современных горных работ в условиях нарастания потоков пространственной информации ими генерируемых.

Следует отметить, что в настоящее время в Российской Федерации практически отсутствуют разработки, связанные с созданием систем проектно-инженерного обеспечения горных работ, использующих современные информационные технологии и сопоставимые с ГГИС MINEFRAME по глубине проработки и комплексу решаемых практических задач.

С учетом вышесказанного, тему диссертации, направленной на обоснование концепции и методов создания горно-геологической информационной системы, предназначенной для автоматизированного решения задач геологического моделирования, маркшейдерского обеспечения, проектирования и планирования горных работ, можно считать актуальной и важной научно-технической задачей.

Цель и идея диссертационной работы являются обоснованными, а поставленные задачи исследований позволяют решить поставленную проблему. Несомненным плюсом работы являются результаты ее практического применения, ее внедрение в производственные инженерные процессы на многих горных предприятиях страны.

Таким образом, на основании вышесказанного, считаю, что диссертация Наговицына О.В., посвященная проблеме создания современной горно-геологической информационной системы, обеспечивающей комплексное решение задач проектирования и планирования горных работ, является актуальной и имеет большое научное и практическое значение.

2. Научная значимость и новизна диссертационной работы

Полученные в диссертационной работе результаты исследований обладают научной и практической значимостью и новизной. Наиболее значимыми для науки и практики представляются следующие результаты:

1. обоснование того, что необходимым условием эффективной реализации ГГИС на горном предприятии является создание единого геоинформационного пространства, интегрирующего в себе разнообразные пространственные данные, получаемые и обрабатываемые геологическими и маркшейдерскими службами, техническими отделами, службами, связанными с мониторингом природных и технологических процессов;
2. разработка архитектуры ГГИС MINEFRAME, отличающейся сочетанием таких элементов информационных технологий, как реляционные БД, многопользовательский режим работы, трехмерное моделирование объектов

горной технологии, что позволяет реализовать сквозную технологию проектирования, планирования и сопровождения горных работ;

3. реализация графической платформы ГГИС, имеющей многооконный интерфейс, обеспечивающий одновременную работу с объектами горной технологии в разных видовых окнах, проекциях, разрезах, что позволило создать комплекс программных средств автоматизации инженерного обеспечения горных работ;
4. разработка структуры данных и программных средств хранения и обработки цифровых моделей объектов горной технологии в БД, которые обеспечивают многопользовательский режим работы и масштабирование ГГИС при обеспечении персонифицированного контролируемого доступа к БД;
5. обоснование структуры геоинформационной модели объектов горной технологии, которая обеспечивает хранение в едином информационном пространстве данных о геометрии, местоположении и свойствах таких объектов, как рудные тела, пласти, тектонические нарушения, природные и техногенные поверхности, подземные выработки, выемочные блоки и секции и пр.;
6. формирование подхода к моделированию объектов горной технологии, сочетающего пространственную и временную информацию и позволяющего хранить их состояние, и наблюдать изменение объектов, и их совокупностей;
7. реализация системного подхода к формированию компьютерной технологии проектирования, планирования и сопровождения горных работ на основе средств моделирования объектов горной технологии и технологических процессов, БД технологического оборудования, визуализации результатов расчёта НДС и геомеханического мониторинга, технико-экономической оценки вариантов технологических решений;
8. создание отечественной ГГИС, реализующей сквозную компьютерную технологию геологического моделирования, проектирования и планирования открытых и подземных горных работ.

3. Обоснованность научных результатов и выводов диссертационной работы.

Основные научные результаты работы отражены в четырех научных положениях, выносимых на защиту.

Первое научное положение – о концепции формирования ГГИС, базирующейся на сочетании методов управления реляционными базами данных, трехмерного моделирования объектов горной технологии, генерации горно-графической документации и автоматизации решения горно-геологических задач. Это положение по сути своей определяет постановку научной проблемы и задает направления для следующих научных положений. Автором были проанализированы существующие зарубежные и отечественные горно-геологические системы и программные средства для инженерного обеспечения горных работ, определены основные особенности их построения, используемые методы моделирования и решаемые задачи. Это, а также учет современного состояния исследований в этой области, в конечном итоге позволило достаточно обоснованно подойти к определению архитектурных особенностей разрабатываемой ГГИС.

Второе научное положение – об особенностях универсальной структуры моделей объектов горной технологии, содержащей в своем составе векторное, каркасное и блочное представление, а также об инструментальных средствах их создания, редактирования и хранения. В рамках этого научного положения автором предложен подход к созданию моделей объектов горной технологии, основанный на использовании структуры, включающей наборы несущих плоскостей (разрезы, сечения, горизонты) для контуров, например – контакты литологических разностей, бровки карьеров, линии сечений подземных горных выработок и пр. Точки, входящие в состав контуров, являются основой для построения каркасных моделей. Они, в свою очередь, необходимы для создания блочных моделей, используемых для исследования пространственной изменчивости геологических, геомеханических, технологических, экономических свойств массива горных пород. Обоснованность и достоверность этого научного положения подтверждается большим количеством созданных моделей объектов горной технологии, успешно используемых для решения практических задач оценки запасов, проектирования и планирования

горных работ, что может являться достаточным свидетельством степени их адекватности реальным объектам.

Третье научное положение – о разработке программных средств инженерного обеспечения производственного процесса горных работ, визуализации результатов мониторинга природных и техногенных процессов. Программные средства основаны на едином подходе к созданию 3D-моделей с использованием средств интерактивной графики, что обеспечивает развитие функционала ГГИС без изменения базовых структурных и архитектурных решений. Алгоритмы, положенные в основу разработанных автоматизированных инструментов, являются результатом целенаправленного поиска наилучших, надежных решений для таких прикладных задач, как проектирование бортов карьеров и ярусов отвалов, горно-геометрический анализ, проектирование БВР для открытых и подземных условий разработки, геологическое моделирование и маркшейдерское обеспечение горных работ, расчет потерь и разубоживания и многих других. Обоснованность и достоверность научного положения подтверждается практической проверкой полученных с помощью разработанных инструментов решений реальных производственных и исследовательских задач.

Четвертое научное положение – о разработке системного подхода для решения задач горной технологии, обеспечивающего взаимодействие моделей объектов в пространстве и времени, что позволяет моделировать процессы трансформации массива горных пород под воздействием технологических процессов в связке с геомеханическим моделированием, с последующей технико-экономической оценкой вариантов технологических решений. Обоснованность и достоверность положения подтверждается положительными результатами его применения на практике, что проиллюстрировано на примере геотехнологического моделирования Стрельцовского рудного поля с целью повышения безопасности ведения подземных горных работ на ПАО «ППГХО».

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов также подтверждается:

- применением современных методов исследований, обширным использованием отечественных и зарубежных научных и производственных источников данных;
- соответием направленности исследований тенденциям мировой практики горного и геологического моделирования и построения ГГИС;
- положительными результатами внедрения компьютерной технологии проектирования, планирования и сопровождения горных работ на карьерах, разрезах, подземных рудниках и шахтах.

4. Практическая ценность результатов диссертационной работы

Полученные в диссертационной работе результаты исследований, имеют практическую ценность и реализованы на горных предприятиях страны.

Результаты исследований позволили внедрить компьютерную технологию проектирования, планирования и сопровождения горных работ на ряде горнодобывающих предприятий России, среди них: ПАО «ППГХО», АО «СЗФК», ОАО «Оренбургские минералы», ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Учалинский ГОК», ОАО «Ураласбест», рудники холдингов «АЛРОСА», «РУСАЛ», «ЕВРОХИМ» и многие другие. Общее количество лицензированных рабочих мест превышает 500 и постоянно увеличивается.

ГГИС MINEFRAME применяется для проведения научных исследований институтами Российской академии наук – ГоИ КНЦ РАН, Институт угля Сибирского отделения РАН, Институт горного дела Севера Сибирского отделения РАН, Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН, Институт горного дела Уральского отделения РАН; а также в учебном процессе ряда университетов горного профиля.

5. Соответствие темы диссертации и ее содержания паспорту научной специальности 25.00.35.

Содержание диссертации отвечает требованиям пунктов 4, 5 и 7 области исследований паспорта специальности 25.00.35 – Геоинформатика:

4. Базы и банки цифровой информации по разным предметным областям, а также системы управления базами данных.

5. Базы знаний по разным предметным областям.

7. Геоинформационное картографирование и другие виды геомоделирования, системный анализ многоуровневой и разнородной геоинформации.

6. Замечания по диссертационной работе

По диссертации имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Представляется не вполне удачным использованное соискателем термина многопользовательский режим доступа к базам данных. На самом деле в системе используется многопользовательский режим для всех ресурсов системы, а не только для баз данных.

2. Из диссертации не следует, какая именно технологическая платформа выбрана соискателем для практической реализации системы с учетом современных требований к программному обеспечению геоинформационных систем.

3. Автор в работе не использует открытые стандарты Международного консорциума OGC, представляющих дальнейшие возможности развития системы на уровне сервисно-ориентированной архитектуры с использованием протоколов WMS, WPS.

4. Следует отметить, что разработка сложных информационных систем, невозможна без привлечения аппарата визуального моделирования, позволяющего представить сложную систему в виде некоторой формализованной модели. При этом используется распространенный стандарт UML. К сожалению в работе эти возможности визуального моделирования не используются, а автор исследования применяет давно устаревшие схемы на уровне блок-диаграмм.

5. В системе, для построения геометрических моделей (2D и 3D) используется векторное представление информации. В тоже время, сегодня, для решения задач горного дела, используются информационные потоки на основе растровых данных,

например данные дистанционного зондирования Земли. Такие модели в работе не используются, что существенно снижает ее универсальность и возможности расширения.

6. В работе, как основной аппарат пространственного моделирования используется геостатистика, которая разрабатывалась для россыпных месторождений. На сегодняшний день создано огромное множество моделей на ее основе. Какие именно из них использует автор для различных типов горнотехнологических условий остается вопросом, на который в диссертации нет ответа. Даже без учета выбора оптимальных параметров расчета и оценки правомерности аппроксимации.

7. Графические платформы с многооконным интерфейсом, являются общепринятым стандартом при конструировании распределенных геоинформационных систем, поэтому этот пункт новизны требует другой формулировки.

8. Для визуализации 3D-моделей с целью ускорения сегодня наиболее употребительны технологии на основе графических процессоров (GPU), в тексте работы такие возможности не рассмотрены.

Приведенные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

7. Общая оценка диссертационной работы

По актуальности избранной темы, степени обоснованности, достоверности и новизне научных положений, выводов и рекомендаций диссертация отвечает требованиям, а также иным критериям, установленным действующим «Положением о присуждении ученых степеней».

Диссертационная работа Наговицына Олега Владимировича на тему «Концепция и методы формирования горно-геологической информационной системы (ГГИС MINEFRAME)» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие горной промышленности страны.

Качество и полнота изложения материала в диссертации соответствует положениям ВАК. Автореферат полностью соответствует тексту диссертации. Автореферат и опубликованные труды достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

По совокупности использованных в работе методов исследования, полученных научных результатов и практическому значению, диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013. Автор работы Наговицын Олег Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 - Геоинформатика.

Автор отзыва подтверждает свое согласие на обработку персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
академик АГН, директор Кемеровского
филиала – заместитель директора
Института вычислительных технологий
СО РАН

Потапов Вадим Петрович

Адрес: Кемеровский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук (КФ ИВТ СО РАН); 650025, г. Кемерово, ул. Рукавишникова, 21. т. +7 (384-2) 28-13-77; e-mail: vadimp@yandex.ru

Подпись заместителя директора ИВТ СО РАН, д.т.н., профессора Потапова Вадима Петровича , удостоверяю и заверяю

Ученый секретарь ИВТ СО РАН, к.ф.-м. н.

А.А. Редюк

