

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

доктора технических наук, профессора кафедры информатики и вычислительной техники Степанова Юрия Александровича на диссертацию Наговицына Олега Владимировича по теме: "Концепция и методы формирования горно-геологической информационной системы (ГГИС MINEFRAME)", представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – «Геоинформатика».

### **1. Актуальность темы диссертационного исследования**

Актуальность выбранной темы диссертации определяется практической необходимостью в условиях ухудшения горно-геологических условий разработки месторождений использования оперативной информации о состоянии полезного ископаемого, проведения детального анализа и принятия зачастую неординарных технологических решений при проектировании и планировании горных работ. Горнодобывающие предприятия являются сложными горно-техническими системами, обладающие большим набором разнородных данных, меняющиеся по структуре и времени их обновления. Рациональным образом обработать и использовать пространственно-временные данные можно лишь используя компьютерные технологии.

Анализ существующих информационных систем горной отрасли показал, что их проблемная ориентация определяется номенклатурой решаемых задач, таких как: анализ и оценка запасов полезного ископаемого, проектирование горных выработок, мониторинг складирования и грузопотоков, планирование горных работ и др. Отсутствие на предприятии полноценной горно-геологической информационной системы (ГГИС), реализующей комплексный подход при решении горных задач, не позволяет в полной мере использовать возможности современных горнотехнических систем. Переход предприятий на компьютерные технологии инженерного обеспечения горных работ создает предпосылки для повышения эффективности работы геологической, маркшейдерской и технологической служб.

Поэтому актуальным является разработка отечественного программного обеспечения класса ГГИС, реализующего подходы, развиваемые российской горной наукой, решение которых, позволит создать и предложить горнодобывающим предприятиям конкурентоспособный программный продукт, с большой достоверностью получаемых результатов моделирования, что, в конечном счете, может повысить эффективность добычи минерального сырья.

Таким образом, диссертационная работа О.В. Наговицына, направленная на создание горно-геологической информационной системы, для обеспечения комплексного решения задач открытой и подземной геотехнологии, на основе трёхмерного моделирования объектов горно-технических систем с использованием многопользовательского режима доступа к базам данных, следует признать актуальной.

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

Для решения поставленных в диссертационной работе задач использован комплекс методов, включающий систематизацию и научное обобщение известных включающий систематизацию и научное обобщение известных методов программной инженерии при проектировании и реализации информационных систем, с учетом особенностей их применения в горном деле; системный анализ; методы нелинейного программирования при обработке экспериментальных данных и методы трехмерного моделирования горно-геологических объектов для реализации графической платформы в ГГИС.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, выносимые на защиту, подтверждены корректным использованием математической модели состояния породного массива, подтверждением объектно-ориентированного подхода при разработке алгоритмического и программного обеспечения для решения поставленных в диссертации задач.

## **3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается согласованностью результатов численных экспериментов, выполненных на основе используемых автором теоретических положений, с результатами подобных исследований, выполненных другими авторами, большим числом научных публикаций по теме диссертации и апробацией на конференциях различного уровня.

Новизна полученных в диссертации результатов заключается:

1. В обосновании создания единого геоинформационного пространства с помощью средств ГГИС, объединяющего данные, получаемые и обрабатываемые геологическими и маркшейдерскими службами, техническими отделами, службами, связанными с мониторингом природных и технологических процессов.

2. В разработке архитектуры ГГИС MINEFRAME, позволяющей реализовать геоинформационные технологии проектирования, планирования и сопровождения горных работ.

3. В реализации графической платформы ГГИС, обладающей многооконным режимом, что позволило создать комплекс программных средств автоматизации инженерного обеспечения горных работ.

4. В разработке структуры данных и программных средств для хранения и обработки цифровых моделей горных объектов в БД, которые обеспечивают многопользовательский режим работы и масштабирование ГГИС при обеспечении персонифицированного контролируемого доступа к БД.

5. В реализации системного подхода на основе средств моделирования объектов горнотехнической системы и технологических процессов, визуализации результатов расчёта НДС и геомеханического мониторинга, технико-экономической оценки вариантов технологических решений.

#### **4. Ценность для науки и практики полученных в диссертации результатов.**

Ценность результатов, полученных автором в диссертации, заключается в следующем:

1. Разработана архитектура ГГИС, предназначенная для решения задач проектирования, планирования и инженерного сопровождения горных работ.

2. Обоснована структура геоинформационной модели объекта горнотехнической системы, обеспечивающая хранение данных о геометрии, местоположении и свойствах таких объектов, как рудные тела, пласты, тектонические нарушения, природные и техногенные топографические поверхности, подземные выработки, выемочные блоки и секции и пр.

3. На основе геоинформационной модели объекта, содержащей в своей структуре комплекс методов для векторного, каркасного и блочного представления горно-геологических объектов, набора программных и инструментальных средств проектирования и планирования горных работ, создана ГГИС MINEFRAME, обеспечивающая комплексное решение задач горной промышленности в режиме многопользовательского контролируемого доступа к БД.

4. Разработаны структуры баз данных и программные средства управления ими.

5. Показано, что создание единого геоинформационного пространства, объединяющего геологические данные с мониторингом природных и технологических процессов, с помощью унифицированных программных

средств и способов доступа и их обработки в распределённых БД, является необходимым условием эффективной реализации ГГИС на горном предприятии.

6. Разработан системный подход к формированию компьютерной технологии проектирования и планирования горных работ на различных этапах жизненного цикла работы горного предприятия.

7. Внедрение ГГИС MINEFRAME позволило автоматизировать процессы проектирования, планирования и сопровождения горных работ на ряде горнодобывающих предприятий России, среди них: ОАО «ППГХО», ОАО «СЗФК» ОАО «Оренбургские минералы», ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Учалинский ГОК», рудники холдингов «АЛРОСА», «РУСАЛ» и др.

## **5. Содержание диссертации, ее завершенность в целом.**

Диссертация по структуре состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 241 наименований. Объем работы 339 страниц основного текста, в том числе 6 таблиц, 180 иллюстраций и 3 приложения.

Наличие разработанного в результате исследований программного функционала для решения широкого круга задач в области открытой и подземной геотехнологии, использование возможности организации коллективного контролируемого доступа к БД, применение встроенных средств подготовки технологической документации, наличие средств визуализации результатов геомеханического моделирования и мониторинга состояния техногенной среды позволяют говорить о ГГИС MINEFRAME, как о реальной альтернативе импортным программным продуктам. Опыт разработки программного продукта класса ГГИС показывает, что такая система становится инструментом, способным комплексно решать широкий круг задач геотехнологии. Работа над таким инструментом создаёт условия для развития научных направлений, связанных с информационными технологиями в горном деле, что является важным фактором для повышения конкурентоспособности российской горной науки, для реализации идей, развиваемых отечественной горной школой, а внедрение изложенных в диссертационной работе новых научно обоснованных технических, технологических решений внесут значительный вклад в развитие горной промышленности РФ.

## **6. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.**

Все основные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в научной печати, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК.

По теме диссертационного исследования опубликовано 2 монографии, 1 учебное пособие и более 70 печатных работ в специализированных периодических изданиях, сборниках трудов всероссийских и международных конференций и симпозиумов, из них 26 научных работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК России. Основные результаты работы изложены в отчетах НИР ГоИ КНЦ РАН, проектов РФФИ, ОНЗ РАН, ФЦП, Программ фундаментальных исследований Президиума РАН.

В Роспатенте получены свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ, входящих в ГГИС MINEFRAME. ГГИС MINEFRAME признана соответствующей требованиям и включена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, утвержденный постановлением Правительства РФ №1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 16 ноября 2015 г.

## **7. Личный вклад соискателя и репрезентативность эмпирического материала.**

Личный вклад автора заключается в постановке задачи и формировании подходов к реализации комплекса методов и алгоритмов для векторного, каркасного и блочного представления горно-геологических объектов, обеспечивающих комплексное решение задач горной технологии в режиме многопользовательского контролируемого доступа к БД; в разработке архитектуры горно-геологической информационной системы и ее концептуальной модели для поддержки принятия решений при ведении горных работ; в разработке инструментария (методики, модели, алгоритмы, компьютерные программы), применение, которого позволит создать единое геоинформационное пространство, объединяющее разнородные данные геологического моделирования, маркшейдерских работ, проектирования и планирования горных работ на различных этапах жизненного цикла работы горного предприятия.

Диссертантом разработаны модели и алгоритмы трехмерного компьютерного моделирования массива горных пород, выполнены расчеты, проведен анализ полученных результатов и их сравнение с экспериментальными данными, предложены технологические решения. Выводы и рекомендации автора подкреплены эмпирическим материалом полученным на горнодобывающих предприятиях России.

## **8. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.**

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

## **9. По содержанию работы необходимо высказать и отдельные замечания:**

1. Автором в первой главе проведен обзор существующих геоинформационных систем которые до сих пор остаются востребованы на рынке программного обеспечения для решения задач горного профиля, однако в диссертационной работе и в автореферате не отражено каким образом может быть осуществлена процедура интеграции предложенной ГИС с коммерческим программным обеспечением.

2. В работе на странице 70 сказано «системы должны иметь средства стыковки для передачи данных, также должен существовать слой ПО, осуществляющий «склейку» разнородных компонентов ИС». С помощью каких средств осуществляется эта процедура? В соответствии с моделью OSI любая «стыковка» должна представлять набор сервисов.

3. В работе описана концептуальная модель ГГИС MINEFRAME однако не представлена информационная модель этой системы. В связи с этим не совсем понятно, каким образом базы данных различных предметных областей связаны между собой. Какие модели данных и какие дополнительные сущности (модели реальных объектов) должны привлекаться при работе служб? (стр. 139, позволяет совмещать в единой БМ разнородные данные, характеризующие массив ГП).

4. Из текста и рисунка невозможно определить, какому же виду архитектуры ПО соответствует «Концептуальная модель». К какой базовой архитектурной модели можно отнести предлагаемую систему?

5. Рисунок 3.11. Составные части модели опробования. Не указано, какие типы связей указаны на рисунке. Если это тип «включает в себя», то такая архитектура построения связей между объектами приводит к «удорожанию» выполнения запросов, поскольку при мощности связей «один ко многим» приходится выполнять несколько подзапросов. Такая технология ведет к увеличению времени обработки запроса с увеличением объема обрабатываемых данных. Уже давно разработчики ИС в таком случае работают с метаданными, а не напрямую с данными.

6. Там же сказано «Значения напряжений и деформаций могут быть получены и при интерполяции значений из сетки конечных элементов расчета

НДС». Существует несколько теорий использующиеся для расчета НДС. В работе не сказано, какие методы используются в ГГИС MINEFRAME для определения состояния горных пород.

7. Одной из задач оценки безопасности ведения горных работ является использование методов анализа полученных результатов. Автором не показано, каким образом осуществляется связь с аналитической частью. Отсутствуют математические модели реализованных методов геоинформационного анализа.

8. В автореферате стр. 27, рисунок 5. Схематичное представление классов MINEFRAME. Структура представлена в свободной нотации и, поэтому, не понятно, что означают «пунктирные» и «сплошные» стрелки, какие типы связей между элементами структуры обозначены треугольными на конце линии, а какие «наконечником стрелы». В тексте диссертации такой рисунок отсутствует, поэтому эти связи не описаны и не ясно, что нового предлагает автор для формирования структуры системы.

9. Шестое положение научной новизны (стр. 6). «... наблюдать изменение объектов и их совокупностей в 4-х измерениях пространства-времени». Как следует из работы, моделирование ведется не по времени, а по событиям, так как не увидел ни одной математической записи, меняющийся какой либо параметр во времени ( $dt$ ).

10. Имеются мелкие несущественные замечания по оформлению диссертационной работы и автореферата. В тексте автореферата на стр. 23 нет названия таблицы. На стр. 15-19 отсутствует нумерация формул. В тексте диссертационной работе присутствуют опечатки и стилистические неточности.

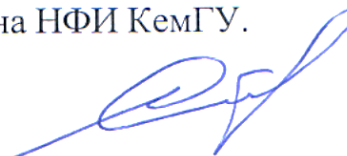
## **10. Общее заключение**

Диссертация Наговицына Олега Владимировича на тему "Концепция и методы формирования горно-геологической информационной системы (ГГИС MINEFRAME)", является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решен комплекс задач по созданию горно-геологической информационной системы и её практической реализации, имеющая большое значение для повышения безопасности ведения горных работ. Работа с такой информационной системой позволит отказаться от зарубежных ГГИС, что создаёт условия для развития научных направлений, связанных с информационными технологиями в горном деле. Внедрение изложенных в диссертационной работе новых научно обоснованных технологических решений внесут значительный вклад в развитие горной промышленности РФ.

Указанные в настоящем отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью. Текст диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 25.00.35 – «Геоинформатика»: п.3 – «Геоинформационные системы (ГИС) разного назначения, типа (справочные, аналитические, экспертные и др.), пространственного охвата и тематического содержания», п.6 – «Математические методы, математическое, информационное, лингвистическое и программное обеспечение для ГИС» и п.8 – «Компьютерные геоизображения новых видов и типов, анимационные, мультимедийные, виртуальные и другие электронные продукты».

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям, установленными п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ, а ее автор, Наговицын Олег Владимирович по своей квалификации заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – «Геоинформатика».

Официальный оппонент,  
Степанов Юрий Александрович,  
доктор технических наук, профессор кафедры информатики и  
вычислительной техники им. В.К. Буторина НФИ КемГУ.



Подпись д.т.н. профессора каф. ИВТ Ю.А.Степанова подтверждаю и  
заверяю. Начальник кадровой службы \_\_\_\_\_ Е.А.Гардер



ФГБОУ ВО Новокузнецкий институт (филиал)  
«Кемеровский государственный университет» (НФИ КемГУ),  
654041, Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Циолковского, д. 23  
Тел.: +7 (3843) 77-60-54  
шифр и наименование научной специальности,  
по которой защищена диссертация, 25.00.35 - Геоинформатика