

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, 51,
ИНН 2721000900, Тел.\Факс: (4212) 32-79-27
E-mail: adm@igd.khv.ru



MINING INSTITUTE
THE FAR EASTERN BRANCH OF
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

51, Turgenev str., Khabarovsk, 680000,
Russia, Tel.\Fax: (4212) 32-79-27
E-mail: adm@igd.khv.ru



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИГД ДВО РАН д-р техн. наук

И.Ю. Рассказов
2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ИГД ДВО РАН)

на диссертационную работу «Концепция и методы формирования горно-геологической информационной системы (ГГИС MINEFRAME), представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 «Геоинформатика»

Соискателем О.В. Наговициным подготовлена диссертация по специальности 25.00.35 «Геоинформатика» на соискание ученой степени доктора технических наук.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы. Изложена на 339 стр. текста. В ней приводится 6 таблиц и 180 рисунков, список использованной литературы насчитывает 241 наименование.

Опубликованные по теме диссертации работы полностью отражают ее основное содержание. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации и требованиям ВАК России.

Актуальность темы рассматриваемой диссертации определяется тем, что современное горнодобывающее предприятие является сложной горно-технической системой, развивающейся во времени и в изменяющихся внешних горно-геологических условиях, вследствие собственного воздействия на эту среду и испытывающего влияние переменной экономической конъюнктуры. Является объектом повышенной опасности и отрицательно действующим на окружающую среду. В своей деятельности использует и генерирует разнородную информацию, представленную в различных стандартах. Рациональное использование и переработка всей информации возможна только на основе компьютерных технологий.

Во всем мире для решения задач информационного обеспечения горных работ испытаны две тенденции: использование большого набора компьютерных

приложений для решения узконаправленных частных задач и разработка сложных программных комплексов, решающих практически все актуальные задачи. Вторая тенденция постепенно становится ведущей и приводит к разработке и развитию горно-геологических информационных систем (ГГИС).

Рассматриваемая работа как раз посвящена этой проблеме: разработке теоретических основ ГГИС и их реализации в виде отечественного конкурентоспособного программного продукта.

Цель и задачи исследования сформулированы ясно.

Новизна научных результатов диссертанта заключается в обосновании необходимости создания единого геоинформационного пространства объединяющего унифицированные данные, получаемые и обрабатываемые геологическими и маркшейдерскими службами, горно-техническими подразделениями, техническими и другими службами, как необходимого условия эффективной реализации ГГИС.

В разработке архитектуры ГГИС MINEFRAME, сочетающей реляционные базы данных, трехмерное моделирование объектов горной технологии, многопользовательский режим работы, что позволило реализовать геоинформационную технологию проектирования, планирования и сопровождения горных работ.

В разработке принципов создания графического пользовательского интерфейса, обеспечивающего многопользовательский режим работы с трехмерными моделями горно-геологической среды и объектов горной технологии.

В разработке структуры данных и программных средств для хранения и обработки цифровых моделей объектов горной технологии в базах данных при обеспечении контролируемого многопользовательского доступа к ним, масштабирования и репликации БД.

В обосновании структуры геоинформационной модели объекта горной технологии, хранящего всю информацию о его свойствах и методах функционирования и на этой основе формирования подхода к его моделированию.

В реализации системного подхода к формированию компьютерной технологии проектирования, планирования и сопровождения горных работ на основе моделирования объектов горной технологии и технологических процессов.

Достоверность научных положений и выводов подтверждается:

- применением современных методов исследования, основанных на развернутом анализе отечественных и зарубежных источников данных;
- соответствием направленности исследований тенденциям мировой практики горного и геологического моделирования и построения ГГИС;
- положительным результатом апробирования представленной технологии на ряде горнодобывающих предприятий РФ;
- широкой апробацией результатов в печати (2 монографии, 1 учебное пособие, более 70 публикаций в специализированных периодических изданиях) и среди специалистов (на 27 конференциях разного уровня). Имеются четыре свидетельства о государственной регистрации программ, формирующих ГГИС MINEFRAME.

Значимость для науки и производства полученных автором результатов несомненна. Наиболее существенными из них являются следующие:

Разработанный подход — создание единого геоинформационного пространства, использующего единые унифицированные данные позволяет

реализовать принципы трехмерного моделирования горно-геологических и горно-технических объектов и процессов. Это имеет самостоятельное методологическое значение, он, также позволил спроектировать, разработать и создать ГГИС MINEFRAME, с помощью которой в Горном институте Кольского научного центра ведется большинство исследовательских и хозяйственных работ, связанных с разработкой технологических решений горного производства. Эта система нашла, также, применение в ряде других академических научных учреждений. Она послужила основой для разработки учебных курсов геоинформатики в некоторых высших учебных заведениях. В будущем разработанная система может стать цифровой основой для роботизированных технологий горного производства.

Практическая ценность работы состоит в создании конкурентоспособной отечественной ГГИС позволяющей реализовать цифровую технологию моделирования, проектирования, планирования и сопровождения горных работ, а также оценить геодинамическое состояние массивов горных пород, включающих месторождение и воздействие горного производства на окружающую среду.

Применение ГГИС MINEFRAME позволило осуществить реализацию компьютерной технологии проектирования, планирования и сопровождения горных работ на ряде горнодобывающих предприятий России, среди них: ОАО «ППГХО», АО «СЗФК» ОАО «Оренбургские минералы», ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Учалинский ГОК», ОАО «Ураласбест», рудники холдингов «АЛРОСА» и «РУСАЛ», «ЕВРОХИМ» и многие другие. Общее количество лицензированных рабочих мест превышает 500 и постоянно увеличивается.

В первой главе проведен достаточно полный анализ состояния вопроса по применению геоинформатики в горной промышленности. Приведен обзор технических решений за рубежом и намечены перспективы дальнейшего развития ГГИС.

Во второй главе освещена концептуальная модель ГГИС MINEFRAME, определена ее архитектура и состав. Дан обзор принципов разработки и описан графический пользовательский интерфейс программного комплекса.

Третья глава посвящена моделированию объектов горной технологии. Описаны структура, состав и свойства объектов моделирования: модели опробования и подсчета запасов; маркшейдерского обеспечения работ; 3D модель технологического объекта. Рассмотрены особенности каркасных, триангуляционных и блочных моделей. Дан обзор алгоритмов моделирования.

В главе 4 детализируются инструменты инженерного обеспечения горных работ. Рассматриваемые инструменты обеспечивают подсчет объемов и запасов полезных ископаемых, выделение сортов, интерактивный ввод данных геологического опробования, решение маркшейдерских задач, геометрическое моделирование, проектирование горных работ и массовых взрывов, планирование горных работ и управление ими, мониторинг сейсмических событий, расчет деформированно-напряженного состояния массива горных пород, подготовка графики и импорт-экспорт данных.

Глава 5 посвящена описанию области применения ГГИС и особенностям ее реализации. В ней описаны особенности использования системы на различных стадиях освоения месторождения, дается обзор автоматизированных рабочих мест пользователя.

В главе 6 приведены примеры использования ГГИС MINEFRAME на конкретных объектах. ОАО «Боксит Тимана» использует систему для построения модели рудного тела, выделения сортов и оперативного управления горными работами. ОАО «Оренбургские минералы», разрабатывающее Кiemбаевское месторождение хризотил-асбеста, использует ГГИС для построения цифровой модели рудного тела на основе геологического опробования и карьера, что упрощает процесс планирования горных работ, позволяя оценить количество и качество добываемой руды при различных вариантах ведения горных работ. Также производится маркшейдерское обеспечение, планирование горных работ и оперативное управление ими. ОАО «СЗФК» эксплуатирует месторождение апатито-нефелиновых руд Олений ручей. Здесь функционал ГГИС MINEFRAME используется в полном объеме. В Хибинском горнорудном районе с комплексом крупнейших в мире апатит-нефелиновых руд одной из основных целей была оценка возможности объединения в рамках одной большой модели геологической, геодезической (маркшейдерской), технологической и геомеханической информации, представленной разнородными и удаленными друг от друга объектами: рельеф, геологические пробы, геологические тела, геологические нарушения, открытые и подземные горные выработки, конструктивные элементы и узлы систем разработки, отвалы пустых пород, рудные склады, хвостохранилища, объекты гражданской и промышленной инфраструктуры, поля напряжений. Решением проблемы оказалась переменная детальность моделирования отдельных объектов.

Моделирование Стрельцовского рудного поля было необходимо, прежде всего, как дополнительное средство для обеспечения безопасности ведения горных работ на рудниках ПАО «ППГХО». Эта задача была успешно решена средствами ГГИС MINEFRAME.

В заключении кратко и емко сформулированы основные результаты исследования и рекомендации.

В целом диссертационная работа О.В. Наговицина является завершенным научным трудом, выполненным соискателем лично. Работа хорошо апробирована, а результаты исследования широко освещены в печати. Соискатель грамотно владеет известными в геоинформатике методическими приемами сбора и анализа информации.

Диссертационная работа изложена грамотным профессиональным языком и достаточно полно представляет содержание исследований. Объем публикаций достаточен.

Возникшие при рецензировании замечания сводятся к следующему:

1. Анализ научных работ в области математического моделирования месторождений, порядка развития горных работ и отдельных горно-технологических процессов выполнен в диссертации с достаточной детальностью. Вместе с тем автору следовало бы дать оценку и в определенной степени альтернативных методических подходов, обоснованных в работах проф. д.т.н. Б.П. Юматова, д.т.н. В.И. Папичева, д.т.н. Ж.В. Бунина, д.т.н. В.А. Хакулова, разработок специалистов ЗАО «Интегра», реализованных в системах автоматизированного проектирования и планирования открытых горных работ.

2. Несмотря на то, что основная часть работы изложена довольно логично и последовательно, глава 4 выглядит недостаточно структурированной: так пункты

4.6, 4.7, 4.8 логично включить составной частью в п. 4.5, 4.11, 4.12, и 4.13 — в 4.10; 4.15, 4.16, 4.17 и 4.18 — в 4.14.

Несмотря на отмеченные выше замечания, представленная к защите работа по своему уровню и полученным важным научным и практическим результатам удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Работа является достижением в исследованиях проблем крупных добывающих районов и их влиянии на окружающую природную среду.

Автор диссертации Наговицин Олег Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – Геоинформатика.

Отзыв обсужден на расширенном объединенном заседании сектора горной информатики и лаборатории геотехнологии и горной теплофизики структурного подразделения Института горного дела Дальневосточного отделения РАН 12.11.2018 г., протокол № 5 и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Главный научный сотрудник
Лаборатории обогащения полезных
ископаемых ИГД ДВО РАН,
доктор технических наук



А.Г. Секисов

Старший научный сотрудник сектора
горной информатики,
кандидат экономических наук



В.И. Усиков

Подписи Секисова Артура Геннадиевича, Усикова Виталия Игнатьевича заверяю:

Главный специалист службы кадров
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного
дела Дальневосточного отделения Российской академии наук

«16» _____ 2018 г.



Н.В. Воложанина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИГД ДВО РАН), почтовый адрес организации: 680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, д. 51; телефон: (4212) 32-79-27; e-mail: adm@igd.khv.ru