

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ВИОГЕМ»

кандидат технических наук

С.С.Серый



» Января 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
И.А. Мельниченко на тему «Трехмерное геомоделирование границ
литологических разностей железорудных месторождений на основе
пространственно-координированных данных», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.35 – «Геоинформатика»

Актуальность работы

Геологическое моделирование позволяет создавать цифровые модели, основываясь на геоинформацию дневной поверхности земной коры на основе геофизических и геологических наблюдений, сделанных на поверхности и под землей. В настоящее время существуют интеллектуальные геоинформационные системы (ГИС) для управления добычей полезных ископаемых с использованием роботизированного и автономного горнотранспортного оборудования. Они имеют функции и возможности современных горно-геологических, диспетчерских и производственных систем мониторинга и управления транспортным процессом. В ГИС рассмотрены подходы к интеграции разнородной информации для интеллектуального управления горными работами с использованием роботизированных и беспилотных машин, представлена типовая структура бортовых систем управления беспилотных самосвалов, которые непрерывно предоставляют фактическую информацию об условиях эксплуатации, проиллюстрированы концептуальная блок-схема архитектуры интеллектуальной ГИС-платформы, а также блок-схема информационного взаимодействия между различными производственными агентами - горно-геологическими, диспетчерскими и производственными системами и объектами горнотранспортной системы. Сформулированы и обоснованы принципы и применение методов прогнозной аналитики в интеллектуальной

ГИС для управления многоагентной производственной системой. Показана возможность использования телеметрических и горно-геологических данных для решения широкого круга критических инженерных задач, связанных с интерпретацией информации, идентификацией объектов, диагностикой параметров и условий и управлением роботизированным взаимодействием.

В связи с этим диссертационное исследование И.А.Мельниченко, цель которого заключается в моделировании железорудных месторождений на базе геоинформационного инструментария определения границ литологических разностей и анализа отображения и распространения пространственно-координированных данных опробования.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных литературных источников, содержит 88 рисунков и 22 таблицы. Во введении сформулированы актуальность работы, ее цель, основные научные положения, новизна и практическая значимость результатов исследования, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу отечественных и зарубежных существующих методов обработки геоинформации, интерпретации геологической информации в процессе моделирования и анализу использования искусственных нейронных сетей. На основании анализа существующих методов построения моделей литологических разностей можно сделать следующие выводы, что при использовании традиционных методов при оконтуривании литологических разностей получаются различные границы перехода одной литологической разности к другой в межскважинном пространстве и предлагается использовать искусственные нейронные сети, позволяющие интерпретировать информацию для геомоделирования границ литологических разностей месторождений полезных ископаемых.

Вторая глава посвящена сравнению методов подсчета запасов твердого полезного ископаемого и построению каркасной и блочной моделей. В процессе исследования доказано, что при построении границ литологических разностей различными способами и инструментами выявлены неоднозначные результаты при подсчете запасов полезных ископаемых. Для повышения оперативности обработки геологических пространственно-координированных данных и качество их интерпретации для планирования и проектирования горных работ в главе рассмотрены трехмерные способы моделирования месторождения полезных ископаемых. Создание каркасной

модели достаточно ресурсоемкий процесс. При помощи искусственных нейронных сетей возможно исключить процессы создания каркасной модели и получить готовую трехмерную блочную литологическую модель. Поэтому геомоделирование границ литологических разностей позволит в значительной мере сократить процесс моделирования месторождений полезных ископаемых и исключить этапы построения разрезов и каркасов с сохранением требуемой точности и достоверности результатов.

В третьей главе автор исследует влияние размера единицы блочной модели на корректность результатов предсказания. Определен размер элементарной единицы блочной модели для геомоделирования границ литологических разностей в межскважинном пространстве. Произведено проектирование топологии искусственной нейронной сети для определения границы литологической разности в блоках трехмерной геологической модели. В данной части диссертации определена достоверность результатов моделирования с использованием искусственных нейронных сетей методом кросс-валидации, а также доказана возможность использования элементарной блочной единицы для обучения искусственной нейронной сети и предсказания литологической разности месторождения полезного ископаемого.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований на горно-геологическом объекте. Полученная геоинформация на стадии изучения железорудного месторождения позволила установить границы литологических разностей, которые дали возможность произвести сгущение разведочной сети на основании поиска и установления зон неопределенности в межскважинном пространстве, расчета граничных вероятностных характеристик в зависимости от размера элементарной единицы блочной модели для подтверждения вида литологических разностей и построенным разрезам по профилям, и повысить точность подсчета запасов исследуемого участка недр. Кроме визуального сравнения предсказанной искусственной нейронной сетью литологической блочной модели с каркасной моделью, выполненной инженером-геологом, произведено для подтверждения точности приложенного инструментария сравнение объемных показателей по каждой литологической разности. На основании вышеизложенного установлены критерии достоверности определения видов литологических разностей. В главе доказано, что геоинформационный инструментарий определения границ литологических разностей позволяет принимать решения о сгущении разведочной сети на этапах доразведки месторождения полезного ископаемого, основываясь на критерии достоверности в элементарной блочной модели. На основании

произведенного сравнения традиционных методов построения моделей месторождения пространственно-координированных данных и предложенного инструментария установлена сходимость геометризации литологических разностей, а различия в их объемах показывают предсказанные нейронной сетью блоки в неразведанном межскважинном пространстве, позволяющие с учетом установленных зон неопределенности принимать оперативные решения по проектированию и планированию разведочной сети.

Новизна результатов исследования, выводов и рекомендаций

При выполнении диссертационного исследования автором были выполнены аналитические и экспериментальные работы, получены новые результаты о моделировании границ литологических разностей на основании пространственно-координированных данных, в том числе:

1. Предложен алгоритм определения наименьшего интервала опробования видов литологических разностей железорудных месторождений с учетом разнородности геоинформации.

2. Установлены вероятностные характеристики элементарной единицы блочной модели видов литологических разностей в межскважинном пространстве, позволяющие определить достоверные границы рудных тел и вмещающих пород.

3. Разработан инструментарий оценки зон неопределенности, позволяющий повысить достоверность и представительность геоинформации, а также осуществить расчет вероятностных характеристик литологических разностей для оперативного принятия обоснованных решений по проектированию разведочной сети.

На основании полученных результатов обоснованы выводы о методическом обеспечении трехмерного моделирования железорудных месторождений и разработаны рекомендации определения наименьшего интервала опробования видов литологических разностей железорудных месторождений с учетом разнородности геоинформации.

Практическая значимость полученных результатов и рекомендации по их дальнейшему использованию

Практическое значение исследований заключается в разработке инструментария определения границ литологических разностей рудных тел и вмещающих пород, позволяющего повысить качество геологического обеспечения, а также достоверность подсчета запасов для оптимального проектирования и планирования горных работ.

Разработанный инструментарий использован ООО «ЭМ ЭНД ТИ ПРОД» «Man & Technologies Lab» для обоснования управленческих решений по развитию горных работ на железорудном месторождении КМА.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются: применением апробированных методов исследований при разработке инструментария построения трёхмерной литологической модели с использованием искусственных нейронных сетей: анализ и обобщение опыта построения объемных геологических моделей, а также инструментария нейронных сетей для решения задачи распознавания образов в геологии и других смежных областях; методы геометрического моделирования формы и пространственного положения геологических тел в пространстве; блочное моделирование месторождений полезных ископаемых; методы кросс-валидации для определения достоверности результатов моделирования; математические и геостатистические методы обработки, интерпретации и преобразования геологической информации, получаемой на различных стадиях освоения участков недр.

Диссертационная работа хорошо структурирована, содержит экспериментальные и аналитические данные, полностью подтверждающие полученные автором результаты и выводы, сделанные на их основе.

Основные положения работы, полученные результаты и выводы достаточно полно отражены в 10-ти печатных работах, в том числе 2 – в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и журналах, индексируемых в базах данных Scopus.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

При ознакомлении с текстом автореферата возник ряд замечаний, требующих от автора дополнительной аргументации во время публичной защиты диссертационной работы. Основными из них являются следующие:

1. Позволяет ли предложенный инструментарий определять границы литологических разностей на основе геофизических данных.

2. Из автореферата Мельниченко И.А. неясно применим ли разработанный автором геоинформационный инструментарий определения границ литологических разностей для угольных или других видов месторождений.

Приведенные замечания имеют, в основном, редакционный характер и не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы.

Всего 26 человек
Соловьев А.В.