

УТВЕРЖДАЮ

И. о. ректора

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет имени Т. Ф. Горбачева»



Кречетов Андрей Александрович

« 28 » ноября 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Степанова Юрия Александровича «Развитие теоретических основ геоинформационных систем для прогнозирования состояния углепородного массива при ведении очистных работ», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – Геоинформатика

1. Общая характеристика работы

Представленная диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы из 237 наименований, содержит 95 рисунков и 9 таблиц. Объем основного текста составляет 313 страниц. Основные результаты работы в полной мере отражены в 44 научных работах по теме диссертации, в том числе в 17 научных статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Оформление диссертации и автореферата соответствуют имеющимся требованиям. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации и содержит ее основные результаты.

Результаты диссертационной работы подтверждены необходимыми расчетами и рисунками, приведенными примерами. Текст изложен технически квалифицированно и аккуратно оформлен.

2. Актуальность работы

Проблема обеспечения стабильной и безопасной высокопроизводительной работы комплексно-механизированных забоев на угольных предприятиях остается актуальной. Она может быть решена на основе компьютерного моделирования и прогнозирования динамики состояния углепородного массива при ведении очистных работ с использованием ГИС-технологий. Для прогноза динамического обрушения массива горных пород при ведении очистных работ предлагается применять информационные модели и технологии с использованием геоинформационных систем, что позволит получать и оперативно анализировать информацию о состоянии углепородного массива в обширной области выемочного участка для обоснованного управления технологическими процессами и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Компьютерное моделирование геомеханических процессов в очистных забоях угольных шахт с учетом положения механизированной крепи по длине выемочного столба является

комплексной проблемой, требующей совместного использования методов геомеханики и геоинформатики. Такой подход позволяет использовать все преимущества ГИС как информационно-аналитической системы. Поэтому рассматриваемая диссертационная работа, посвященная развитию теоретических основ геоинформационных систем для прогнозирования состояния углепородного массива при ведении очистных работ, представляет несомненную актуальность.

3. Краткое содержание диссертации

Во введении описана предметная область, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель работы и задачи диссертационного исследования, изложены научная новизна и практическая значимость.

В первой главе содержится обзор и анализ информационных систем горного профиля, таких как Vulkan, MineScape, Linx, MineSight, Gemcom, Surpac и т. п.

В работе установлено, что задачи прогнозирования разрушения горных пород с учетом циклического движения очистного забоя и развития горно-пространственных ситуаций практически не обеспечены соответствующими методами, алгоритмами и программами. Информационные системы общего назначения могут быть использованы для решения узкого спектра задач угольной отрасли, так как не реализуют большинства функций, необходимых для конкретных угольных предприятий. Отсутствие открытых интерфейсов разработчика и закрытый исходный код делают невозможным добавление требуемых функций без обращения к компании-разработчику. В связи с этим в диссертации обоснована необходимость разработки методологии создания специализированных программных комплексов с открытой архитектурой, базирующихся на принципах объектно-ориентированного подхода.

Во второй главе диссертации сформулирована концептуальная основа разрабатываемой специализированной геоинформационной системы для прогнозирования состояния углепородного массива при ведении очистных работ. Сформулированы подзадачи, связанные с разработкой архитектуры ГИС угледобывающего предприятия, с разработкой методов моделирования горных работ, технологией проведения конечно-элементного анализа при моделировании движения очистного забоя и визуализацией результатов имитационного моделирования геомеханических процессов. Автором предложена концептуальная модель архитектуры специализированного программного обеспечения геоинформационной системы для угледобывающих предприятий, включающая в себя три слоя: представление, бизнес-логика и доступ к данным.

В этой же главе описан метод формирования компьютерных геоизображений новых видов для визуализации результатов имитационного моделирования изменения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) углепородного массива при циклическом воздействии на него секций механизированной крепи.

В третьей главе осуществлена разработка новых и адаптация типовых компонентов региональной геоинформационной системы для имитационного моделирования проведения горных работ.

Автором обоснованы требования и разработана структура геоинформационной системы для оценки и мониторинга ведения горных работ, для выработки комплекса мероприятий по обеспечению стабильной и безопасной высокопроизводительной работы комплексно-механизированных забоев. Для обеспечения интеграции с существующими информационными системами предприятий компонентная модель разрабатываемой программной системы учитывает реализацию соответствующих внешних интерфейсов сторонних приложений.

В четвертой главе на основе предложенных ранее методов и технологий представлено разработанное алгоритмическое и программное обеспечение для электронного картографирования результатов исследований, рассмотрены вопросы расширения функциональности электронного картографирования для решения поставленных задач, разработан специализированный графический редактор объектов электронных карт, приведено программное обеспечение, предназначенное для построения компьютерных геоизображений.

Пятая глава посвящена вопросам разработки инструментария для моделирования НДС углепородного массива при ведении очистных работ. Для проведения вычислительных экспериментов была разработана компьютерная модель имитации процесса выемки угля на основе экспериментально-аналитического метода, позволяющего получать решение системы дифференциальных уравнений механики горных пород методом конечных элементов. Настройка рассмотренной модели производилась на основе результатов натурных измерений конвергенции основания и перекрытия секций механизированных крепей. Для повышения достоверности результаты натурных измерений были подвергнуты предварительной обработке.

В этой же главе автором описан разработанный алгоритм прогноза параметров геомеханического взаимодействия, реализованный в виде программно-технического комплекса, состоящего из пяти автономных модулей.

В шестой главе рассмотрены вопросы практической реализации горной информационной системы прогноза НДС углепородного массива с использованием ГИС-технологий.

Основой функционирования ГИС является тематическая карта области ведения горных работ с указанием сети буровых скважин по заданным географическим данным. В этом случае проектируется база данных, необходимая для хранения атрибутивных и геопространственных данных породных слоев. На основе базы геопространственных данных проводится геоинформационное моделирование углепородных пластов с учетом нарушения сплошности породного массива, в результате чего формируется компьютерная геологическая модель углепородного массива шахтного поля для информационной поддержки ведения горных работ. Задав желаемые размеры обрабатываемого участка, специалисты могут исследовать

литографический состав и отобразить геометрию как всего породного массива, так и любого слоя в отдельности.

На основе разработанной математической модели и с помощью созданного специализированного программного обеспечения изучено влияние основных горно-геологических и горнотехнических факторов на параметры НДС состояния углепородного массива при движении очистного забоя в зонах неустановившегося и периодически-установившегося геомеханического взаимодействия при отработке угольных пластов.

В заключении диссертации приведены основные выводы, научные и практические результаты.

По объему и структуре диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

4. Научная новизна полученных результатов

Научная новизна полученных в диссертации результатов заключается в следующем:

1) предложенные теоретические основы построения специализированных ГИС «виртуальная шахта» позволяют создавать адаптивные компьютерные системы моделирования геомеханических процессов в системах «углепородный массив очистного забоя – выработанное пространство – высокопроизводительный механизированный комплекс» для поддержки принятия решений в части повышения безопасности горных работ;

2) обоснован и разработан новый подход к прогнозированию чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушениями кровли в очистных забоях, основанный на использовании упреждающего пространственно-временного моделирования результатов техногенного воздействия на углепородный массив в движущемся комплексно-механизированном забое;

3) разработан метод проектирования и реализации специализированных программных средств компьютерного моделирования НДС угольных и породных пластов с использованием средств электронного картографирования горно-геологического строения массивов горных пород, отличающийся использованием элементов теории нечетких множеств для повышения робастности этих средств;

4) создана методика расчета параметров НДС углепородного массива в окрестности очистного забоя, включающая процедуру настройки алгоритма прогнозного моделирования на основе ретроспективных данных, что позволяет минимизировать отклонения вычисленных значений конвергенции оснований и перекрытий секций крепи очистного комплекса от измеренных;

5) разработанные информационное, математическое и программное обеспечение геоинформационной системы компьютерного моделирования динамических процессов изменения напряженно-деформированного состояния углепородного массива в окрестности очистного забоя позволяют повысить достоверность результатов прогнозирования разрушения элементов горного массива при отработке конкретных угольных пластов;

б) предложенный метод визуализации результатов моделирования процесса геомеханического взаимодействия механизированной крепи с углепородным массивом позволяет подобрать для конкретных горнотехнических условий очистной механизированный комплекс с необходимыми силовыми характеристиками крепи на этапе разработки паспорта выемочного участка.

5. Практическая ценность и внедрение результатов работы

Практическая значимость полученных результатов состоит в:

1) упрощении маркшейдерской подготовки горных работ при использовании специализированных программных средств электронного картографирования и хранилища данных о горно-геологическом строении массивов горных пород («виртуальной шахты»);

2) уточнении прогнозируемых параметров НДС углепородного массива в окрестности очистного забоя при циклическом движении механизированного комплекса на основе ретроспективных данных о свойствах горных пород и фактических деформациях;

3) определении положения опасных зон и информационной поддержке управленческих решений по предотвращению аварийных ситуаций с использованием предложенных видов компьютерных геоизображений;

4) использовании разработанных теоретических основ построения специализированных ГГИС при реализации комплекса программ, защищенного шестью свидетельствами о разработке компьютерных программ и баз данных, для компьютерного моделирования геомеханического взаимодействия углепородного массива с механизированным комплексом очистного забоя;

5) возможности применения разработанных методов моделирования и программных средств при выборе технологических схем отработки пологих угольных пластов Кузбасса и раскройке шахтных полей с изменяющимися горно-геологическими условиями.

Основные научные положения и результаты исследований были использованы при разработке паспортов выемочных участков шахт ЗАО «Южкузбассуголь», ОАО «Шахта Абашевская-Н», ООО УК «Корчаколь».

Эффективность разработанных алгоритмов и программных продуктов подтверждена результатами их использования при разработке специализированного программного обеспечения в рамках НИР Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». На созданное программное обеспечение получены 6 свидетельств о разработке программ для ЭВМ.

6. Обоснованность и достоверность полученных результатов и сделанных выводов

Выводы из результатов работы и выдвинутые автором научные положения представляются вполне обоснованными и достоверными, что подтверждается высокой точностью оценки времени реализации реального проекта на базе разработанных методов и алгоритмов, а также целостностью и адекватностью работы комплекса компьютерных программ, прошедших государственную регистрацию в Роспатенте. Результаты тестирования

предлагаемых методов, алгоритмов и компьютерных программ соответствуют результатам, опубликованным другими исследователями.

Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие построение специализированных геоинформационных систем для прогнозирования динамики состояния углепородного массива при ведении очистных работ в целях обеспечения стабильной, высокопроизводительной работы очистного забоя и предотвращения аварийных ситуаций.

Основные результаты диссертационной работы обсуждались на научно-практических семинарах и конференциях различного уровня в период 2000 – 2013 гг.

7. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты выполненных исследований позволяют прогнозировать напряженное состояние углепородного массива в окрестности очистного забоя и формировать компьютерные геоизображения новых видов, отображающие результаты имитационного моделирования изменения параметров НДС углепородного массива при циклическом воздействии на него секций механизированной крепи. Эти результаты позволяют прогнозировать возможные аварийные ситуации и целенаправленно осуществлять мониторинг ведения выемочных работ.

Полученные соискателем результаты исследований существенно расширяют и углубляют научные знания в области прогнозирования разрушения горных пород, в том числе позволяют производить выбор очистного механизированного комплекса на основе наиболее сложной прогнозируемой горно-геологической ситуации по длине выемочного столба.

Научным коллективам ООО «Прокопьевскуголь» и Новокузнецкого института (филиала) Кемеровского государственного университета, а также другим научно-исследовательским и проектно-технологическим организациям целесообразно продолжить работу в данном перспективном направлении.

8. Замечания по работе

Диссертационная работа, несмотря на обоснованность, логичность и оригинальность, не свободна от недостатков.

1) Предлагаемая в диссертации компонентная структура ГИС не предполагает использования коммерческого программного обеспечения. Это затрудняет ее интеграцию в АИС предприятия и закрывает доступ к широкому спектру готовых компонентов.

2) На с. 10 автореферата автором «сделан вывод о необходимости разработки методологии и **техники создания** специализированных программных комплексов...». Однако в диссертации речь идет о разработке теоретических основ создания геоинформационных систем и рассматриваются **технологии разработки** программного обеспечения.

3) В диссертации (с. 80, рис. 12) при описании концептуальной модели архитектуры СПО ГИС приведено назначение «контроллера приложений», а в тексте автореферата (с. 10, рис. 1) он описан как «контроллер интерфейса».

4) В диссертационной работе (с. 112-113) и в автореферате (с. 15) автором затронуты «инструменты OLAP и Data Mining» со ссылками на источники [108, 109], которые не являются источниками информации по этой тематике. При этом не показано, какие инструменты и каким образом использованы в работе.

5) Из текста автореферата (с. 22, рис. 8) следует, что в результате расчетов параметров напряженно-деформированного состояния формируется двумерное изображение (картина изолиний в вертикальной плоскости), однако не описан механизм преобразования полученных данных в трехмерное изображение.

6) На с. 21-22 автореферата автором описана «настройка модели с помощью симплексного метода оптимизации ...». При чтении складывается впечатление, что речь идет об известном методе линейного программирования, чего нет в тексте самой диссертации.

7) В автореферате (с. 24) автор утверждает, что «учет нарушения сплошности породного массива производится с использованием элементов нечеткой логики». В диссертации (с. 217) упоминается лингвистическая переменная, но отсутствует подробное пояснение того, каким образом для этих целей она используется соискателем.

8) Для качественной оценки разработанной методологии построения геоинформационных систем при количественном прогнозировании напряженно-деформированного состояния углепородного массива очистного забоя с учетом его циклического движения необходима ее широкая практическая апробация при разработке паспортов выемочных участков для различных горно-геологических и горнотехнических условий отработки угольных пластов. В диссертации отсутствуют примеры таких расчетов.

10) Имеются мелкие несущественные замечания по оформлению диссертационной работы и автореферата. В тексте диссертации на с. 274 не отформатирован рисунок 89, на с. 296, 300 – неточности в оформлении списка литературы. В автореферате отсутствуют формулы (10) и (11), на которые автор ссылается (с. 14).

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Ю. А. Степанова, представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком уровне и содержит новые научно обоснованные технические и теоретические разработки, обеспечивающие построение специализированных геоинформационных систем для прогнозирования состояния углепородного массива при ведении очистных работ в целях обеспечения стабильной, высокопроизводительной работы очистного забоя и предотвращения аварийных ситуаций. Внедрение этих разработок вносит значительный вклад в развитие страны. Работа написана научным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Автореферат диссертации соответствует тексту работы и отражает основные научные результаты исследования, полученные лично автором.

Указанные в настоящем отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на актуальную, особенно для Кузбасса, тему, обладает научной новизной и практической значимостью.

Содержание диссертации Ю.А. Степанова соответствует следующим пунктам паспорта специальности 25.00.35 – Геоинформатика: п. 1 – «Теоретические и экспериментальные исследования в области развития научных и методических основ геоинформатики», 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», п. 8 – «Компьютерные геоизображения новых видов и типов, анимационные, мультимедийные, виртуальные и другие электронные продукты».

Диссертационная работа Степанова Ю. А. на тему «Развитие теоретических основ геоинформационных систем для прогнозирования состояния угленосного массива при ведении очистных работ» по достоверности, научной новизне и практической значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор, Степанов Юрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.35 – Геоинформатика.

Диссертационная работа Степанова Юрия Александровича и настоящий отзыв были обсуждены на заседании кафедры прикладных информационных технологий ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», протокол № 6 от 23 ноября 2016 г.

Заведующий кафедрой прикладных информационных технологий ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», доктор технических наук, профессор

Пимонов Александр Григорьевич

Адрес ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»: 650000, г. Кемерово, Весенняя, 28.
Телефон (приемная): (3842) 58-30-14; факс (3842) 58-33-80.
E-mail: rector@kuzstu.ru.
Веб-сайт: kuzstu.ru.



Подпись: О.С. Карнадуд
Клише: О.С. Карнадуд
" 29 " 11 2016 г.