

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора кафедры информатики и вычислительной техники Степанова Юрия Александровича на диссертацию Лапина Сергея Эдуардовича по теме: "Методология построения и практика применения геоинформационной системы прогноза динамики состояния горного массива в процессах подземной разработки угольных месторождений", 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 ухудшение 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.

Проблема прогноза динамического обрушения массива горных пород при ведении очистных работ до сих пор остается актуальной для угледобывающей промышленности. В целях повышения безопасности ведения горных работ требуется постоянная корректировка различных параметров технологии отбойки и транспортировки угля, в целях достижения наилучших технологических и, как следствие, экономических результатов. Поэтому возникает необходимость в применении информационных моделей 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.

Совершенствование системы мониторинга должно идти по пути развития геоинформационных технологий с использованием математического обеспечения на базе прогнозных, оптимизационных и оперативных моделей. Это позволяет на базе единой теоретической платформы имитировать процессы функционирования и взаимодействия технологических подсистем и

горной среды с учетом пространственно-временной динамики ведения горных работ. Неоценимую помощь в быстром, правильном и научно-обоснованном принятии решений по предотвращению аварийных и чрезвычайных ситуаций в очистных забоях могут оказать разработки компьютерных программ и алгоритмов, учитывающих все разнообразие горногеологических условий по длине выемочного столба, что позволит получать более достоверные данные.

В связи с этим, представленную работу, посвященную разработке методологии построения и применения геоинформационных систем для прогнозирования динамики состояния горного массива при разработки угольных месторождений, следует признать актуальной.

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

Для решения поставленных в диссертационной работе задач использован широкий спектр инженерно-сейсмических и инженерно-геологических методов, а также комплекс методов, 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.

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, большим числом научных публикаций по теме диссертации и апробацией на конференциях различного уровня.

Достоверность методических и теоретических разработок автора подтверждена проверкой и высокой сходимостью прогнозных оценок рисков развития опасных ГДЯ, выполненных в различных условиях ведения подземных горнотехнических работ.

Новизна полученных в диссертации результатов заключается:

1. В обосновании модели динамической природно-технической системы «геологическая среда – подземная выработка» с дискретной структурой газовой проницаемости.

2. В обосновании методологии и геоинформационной схемы непрерывного контроля структуры и относительных оценок градиента горного давления, сейсмоэнергетического состояния в зоне влияния подземной выработки и горного массива.

3. В разработке системы и технологии непрерывного контроля и прогноза развития геогазодинамических явлений в формате специализированной геоинформационной панели в составе многофункциональной системы безопасности шахты.

4. В разработке структуры данных и программных средств, в целях формирования баз данных интегральных критериев для прогноза развития опасных зон по контролируемым сейсмическим и аэрогазовым характеристикам горного массива.

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 аппаратно-программная система и технология непрерывного контроля и прогноза опасного развития ГДЯ, управляемая специализированной геоинформационной панелью в составе многофункциональной системы безопасности шахты.

2. Обеспечена научная поддержка всех необходимых технологических процессов ведения подземных работ в режиме on-line на основе созданного для этих целей Центра горного мониторинга.

3. Электронные компоненты геоинформационной системы ГИС МИКОН в максимальной степени унифицированы и функционируют в подземных условиях устойчиво, без существенных недостатков.

4. Программный комплекс оперативной обработки обеспечивает в полной мере оценку структуры и параметров НДС в окрестности забоя выработки на дистанцию до 100 метров и более во все стороны от центра группы приема

упругих колебаний в активном режиме проходки с учетом согласованных параметров аэрогазовой атмосферы.

5. Комплексный сейсмический атрибут на 70 % детерминирован к объему выхода штыба (или иного регламентного параметра), что обеспечивает текущий прогноз развития опасных ГДЯ на дистанцию не менее 100 м.

6. Функционал геоинформационной панели обеспечивает непрерывный контроль геогазодинамического состояния горного массива на региональном и локальном масштабных уровнях шахтного поля в прогнозных оценках «опасно» и «неопасно» с учетом процессов управления технологиями ведения горных работ.

7. Разработан проект программно-технического сейсмического комплекса «Микон-ГЕО» и организован серийный выпуск этого комплекса на НПО «СИБГЕОФИЗПРИБОР» (г. Новосибирск).

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе Лапина С.Э., прошли достаточную апробацию и приняты к практической деятельности на ОАО «УК Северный Кузбасс», шахта «Березовская»; ООО «Шахта им. С.Д. Тихова»; ПАО «Распадская»; АО УК «Анжерская-Южная»; ООО «ММК-Уголь», шахта «Костромовская»; ООО «Шахта Юбилейная»; АО «Черниговец», шахта «Южная»; ОАО «УК Сибирская», шахта «Увальная», что свидетельствует о состоятельности и практической ценности предложенных в диссертации идей и подходов.

5. Содержание диссертации, ее завершенность в целом.

Диссертация по структуре состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 164 наименований. Объем работы 243 страницы основного текста, в том числе 8 таблиц и 88 иллюстраций.

Впервые в целях повышения уровня безопасности эксплуатации угольных шахт РФ предложена методология и технология создания геоинформационной системы, осуществляющей прогноз гео-газодинамических явлений в местах ведения горных работ на основе совмещенного синхронизированного контроля фактической метанообильности в выработках и сейсмической оценки динамики состояния горного массива на дистанции их взаимовлияния.

Таким образом, разработан новый подход к оценке состояния горного массива как источника опасных динамических проявлений в нем, заключающийся во введении в процедуру моделирования процесса зарождения и развития газового потока в углепородном массиве двух режимов локации

областей дезинтеграции: активного и пассивного, что позволило существенно увеличить глубину контроля состояния горного массива (100 и более метров).

Такое решение является принципиально важным, т.к. позволило решить одновременно две задачи: 1) задачу мониторинга текущего состояния горного массива в процессе отработки угольного пласта и 2) прогноза опасных проявлений в массиве на такой дистанции, когда при современных темпах отработки месторождений представилось возможным осуществлять принятие оперативных решений технологического характера. Иные действующие сегодня методы контроля в состоянии решать лишь задачи регионального прогноза. Разработка геоинформационной системы ГИС МИКОН дистанционного контроля и прогноза развития опасных геодинамических явлений в процессах разработки угольных месторождений на основе совмещенного применения программно-технических средств регистрации и обработки сейсмических и аэрогазовых характеристик горного массива в ближней и дальней зонах влияния горных работ позволяет полностью отказаться от зарубленных ГИС горного назначения. 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 40 печатных работ в специализированных периодических изданиях, сборниках трудов всероссийских и международных конференций, в том числе 19 научных работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК России. Исследования по теме диссертации выполнялись в рамках Комплексного плана Российской Академии наук «Безопасность горных работ». Результаты исследований отражены в подготовительных материалах доклада в Правительство РФ «Безопасность горных работ в Российской Федерации: состояние, проблемы, решения», 2017-2019 гг.

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 разработки научно-методических и технологических принципов построения геоинформационной системы контроля и прогноза развития опасных ГДЯ в процессах ведения подземных горнотехнических работ; в разработке методологии и технологии активной и пассивной сейсмической локализации горного массива в совмещенном режиме с системой штатного аэрогазового контроля; в разработке инструментария (методики, модели, алгоритмы, компьютерные программы), применение, которого позволит создать единое геоинформационное пространство, объединяющее разнородные данные геологического моделирования для поддержки принятия решений при ведении горных работ.

Диссертант лично участвовал в организации и проведении полевых исследований, сборе, анализе, интерпретации, обобщении представленных в диссертации материалов. 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 (сторонним) программным обеспечением.

2. В работе анализируются процессы выделения метана и разрушения горных пород, однако не рассматриваются процессы самовозгорания угля, которые весьма важны с точки зрения обеспечения безопасности горных работ.

3. В работе на странице 157 (рисунке 4.7) показана структура сервера с программным обеспечением для сбора данных, их обработки и предоставления

доступа к ним, однако не представлена общая информационная модель ГИС МИКОН. 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. 157, Для связи с подсистемами может быть использован ОРС-интерфейс, либо клиент соответствующей базы данных).

4. Каким образом осуществлялась процедура учета изменения геометрии выработанного пространства, и могут ли результаты моделирования использоваться для зонирования территории по степени опасности с выводом показателей индивидуального риска.

5. Известно, что при использовании сеточных методов, в работе используется метод конечных элементов, необходимо определить размеры области исследования и количество конечных элементов, иначе достоверность расчетов будет мала. Из рисунка 5 в автореферате не понятно какова область дискретизации для расчета параметров НДС. (на основе найденных ... параметров в подобластях решается геомеханическая задача о нахождении компонент НДС во всей области. Стр. 23)

6. По результатам проведенного анализа автором получена связь между сейсмическим атрибутом S_c и объемом выхода штобы Q , однако графики на рисунках 5.6 - 5.11 разную метрику и интервалы исследования. Может целесообразно было бы перейти к универсальным безразмерным величинам?

7. Имеются мелкие несущественные замечания по оформлению диссертационной работы и автореферата. В тексте автореферата на рисунках 9, 10, 12 нет единиц измерения на осях в декартовой системе. В тексте диссертационной работе присутствуют опечатки и стилистические неточности. (Стр 199, Рисунок 5.6 – не на той странице и т.п.)

10. Общее заключение

Диссертация Лапина Сергея Эдуардовича по теме: "Методология построения и практика применения геоинформационной системы прогноза динамики состояния горного массива в процессах подземной разработки угольных месторождений", является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решен комплекс задач по развитию и совершенствованию отечественных технологий и геоинформационных систем, имеющее большое значение для повышения безопасности ведения горных работ в условиях опасных по газу угольных шахт. Работа с геоинформационной системой МИКОН 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, Лапин Сергей Эдуардович 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 ЮНЕСКО
по информационным вычислительным технологиям КемГУ

ФГБОУ ВО «КемГУ» Отдел кадров УРП	
ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ	<i>Степанов Ю.А.</i>
Должность	<i>доцент кафедры ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям КемГУ</i>
Подпись	<i>Ю.А. Степанов</i>
<i>«08»</i>	<i>05</i> 20 <i>10</i> г.



ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
654041, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Красная, 6
Тел.: +7 (3842) 58-38-85
шифр и наименование научной специальности,
по которой защищена диссертация, 25.00.35 – Геоинформатика