

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Николаева Петра Игоревича «Обоснование и разработка методики комплексной оптимизации параметров технологий проведения горных выработок при автоматизации и роботизации технологических процессов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

1. Актуальность работы

Добыча угля остаётся одной из самых травмоопасных отраслей экономики России, в Кузбассе она занимает первое место по травмоопасности, опережая другие производственные отрасли и происшествия на транспорте. Шахтный забой представляет собой особо опасную зону, так как именно он принимает на себя нагрузки по изменению напряжённо-деформированного состояния пород вмещающего массива. На сегодняшнем уровне развития науки и техники присутствие горнорабочих в очистном забое можно почти полностью исключить, а работа в проходческом забое требует постоянного присутствия нескольких человек.

Один из путей увеличения безопасности рабочих подземной добычи ископаемых – внедрение автоматизации и роботизации на производство, что активно применяется на рудниках, особенно в Европе, Австралии и США. Внедрение же автоматизации и роботизации в технологии проведения горных выработок на угольных шахтах сдерживается как отсутствием позитивных примеров, так и методик по рациональному выбору технологических операций, которые следует автоматизировать либо роботизировать.

Задачи оптимизации параметров проходческих геотехнологий решаются в основном через применение аналитических моделей, которые не учитывают стохастическую природу проходческих работ, а также динамическое взаимодействие горных машин и проходчиков во времени и пространстве. Сложность построения аналитических моделей оптимизации стремительно возрастает с повышением числа изменяющихся факторов модели.

Современные информационные технологии, такие, как имитационное моделирование и эволюционные алгоритмы, позволяют решать многофакторные задачи оптимизации за приемлемое время без построения аналитических зависимостей, а также учесть вероятностную природу и динамику проходческих работ, тем самым повышая точность конечного результата.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод об актуальности представленной диссертационной работы, направленной на обоснование и разработку методики комплексной оптимизации параметров технологий проведения горных выработок при автоматизации и роботизации технологических процессов.

2. Новизна исследований и полученных результатов

В первой главе диссертации произведён полный обзор методов рационального выбора параметров технологий разработки угольных месторождений, а также современных способов автоматизации и роботизации горных работ.

Во второй главе диссертации построены системно-функциональные модели проходческих работ комбайновым и буровзрывным способом, на их основе обоснованы пять уровней автоматизации и роботизации проходческих работ. Впервые показана многовариантность способов автоматизации и роботизации проходческих работ, с выделением нетрадиционных, но эффективных вариантов частичной автоматизации и роботизации, оптимальных по показателям безопасности, скорости и стоимости проходки.

В третьей главе диссертации предложен комплексный критерий оптимизации параметров проходческих работ, который позволяет оценить эффективность автоматизации и роботизации горных работ не только с точки зрения скорости и стоимости проходки, но и с точки зрения безопасности горнорабочих. Использование такого критерия позволяет повысить точность оптимизации за счёт определения показателей эффективности проходческих работ с использованием имитационного моделирования.

В четвёртой главе обоснована методика оптимизации параметров проходческих геотехнологий, использование которой позволит увеличить безопасность работников проходческих бригад, а также повысить точность расчёта параметров горнотехнических систем. Безусловной новизной для горных наук является совместное использование имитационного моделирования и генетического алгоритма оптимизации, что впервые позволило комплексно учесть стохастическую природу технологических процессов проходки и динамического взаимодействия горных машин во времени и пространстве, а также эффективные варианты частичной автоматизации и роботизации проходческих работ.

Применение обоснованной методики для условий реального объекта позволило найти оптимальные либо субоптимальные параметры технологий

проведения наклонных стволов буровзрывным способом и вентиляционного штрека комбайновым способом. Показатели эффективности полученных технологий значительно превосходят аналогичные у традиционных технологий по факторам безопасности и эффективности ведения горных работ.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Достоверность разработанных динамических моделей проходческих работ с элементами автоматизации и роботизации подтверждена их теоретическим обоснованием и корректным использованием современных методов имитационного моделирования, методов исследования операций, теории систем массового обслуживания и компьютерных технологий.

Адекватность разработанных моделей проверена путем сравнения расчетных показателей для оценки технологий проведения горных выработок на реальном объекте и на имитационной модели. Отклонение между основными показателями составило не более 10%.

4. Значимость выводов и рекомендаций диссертанта для науки и практики

Обоснованные научные положения вносят научный вклад в разработку концепций «умная шахта» и «цифровая шахта», что приблизит угледобывающую промышленность России к реалиям цифровой экономики.

Позитивный опыт совместного применения имитационного моделирования и эволюционного алгоритма для решения задач горнодобывающей отрасли актуализирует применение современных информационных технологий для совершенствования технологий разработки угольных месторождений.

Применение обоснованной методики оптимизации технологий проведения горных выработок для реальных объектов позволит выйти за рамки традиционных технологических схем и внедрить на производство перспективные варианты автоматизации и роботизации для улучшения основных показателей горнотехнических систем, в том числе значительно повышая безопасность горнорабочих.

5. Публикации и апробация работы

По теме диссертации автором написаны 14 научных статей, в том числе 2 в журналах, включённых в перечень ВАК и 3 в изданиях, индексируемых

международными системами Web of Science и Scopus. Данные материалы полностью отражают научные положения, представленные в диссертации.

6. Язык и стиль диссертации

Материал диссертации и автореферата изложен логически и грамматически правильно, в научном стиле. Язык изложения соответствует литературным нормам. В структуре диссертации прослеживается классическая связь между главами и защищаемыми научными положениями.

7. Замечания по содержанию и оформлению диссертации

7.1. В предлагаемой в работе методике не учитывается влияние геомеханических и газодинамических факторов на параметры роботизированной проходческой геотехнологии, хотя эти факторы оказывают значительное влияние на безопасность, скорость и стоимость проходки.

7.2. Одним из важных показателей проходческих геотехнологий является трудоёмкость, однако автор почему-то не использует этот показатель в своей методике выбора варианта ведения проходческих работ.

7.3. Для доработки предлагаемой в работе методики специалистами горной отрасли потребуются дополнительные трудозатраты на изучение теории имитационного моделирования, эволюционной оптимизации и программирования.

7.4. В работе не уточняется, чем обосновано применение именно генетического алгоритма оптимизации, который даёт результаты с большей погрешностью, чем, например, нейронные сети.

7.5. На рисунке 36 представлен сегмент имитационной модели, отображающий лишь бурение шпуров в буровзрывной технологии проведения горных выработок. Однако в описываемую имитационную модель не включены такие сегменты как зарядание взрывчатым веществом, погрузка горной массы, крепление выработанного пространства и т.д., что не позволяет полностью оценить корректность построения имитационной модели.

7.6. Имеются мелкие несущественные замечания по оформлению диссертационной работы и автореферата.

8. Заключение

Диссертация Николаева Петра Игоревича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи выбора оптимальных параметров типовых комбайновых и буровзрывных

технологий проведения горизонтальных и наклонных горных выработок с частичной, а также полной автоматизацией и роботизацией технологических процессов, имеющей существенное значение для развития угольной отрасли страны.

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

Диссертация и автореферат соответствует требованиям, установленными п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Николаев Пётр Игоревич, по своей квалификации заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Официальный оппонент:

Степанов Юрий Александрович,

доктор технических наук, профессор кафедры ЮНЕСКО

по информационным вычислительным технологиям

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»



Я, Степанов Юрий Александрович, даю своё согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета Д 212.102.02 на базе КузГТУ, и их дальнейшую обработку.

«03» февраля 2022 г.

Степанов Ю.А.

Шифр и наименование научной специальности, по которой защищена диссертация: 25.00.35 «Геоинформатика».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кемеровский государственный университет", 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6, e-mail: rector@kemsu.ru, www.kemsu.ru