

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Соколова Сергея Владиславовича «Разработка метода прогнозирования дизъюнктивных нарушений в углепородном массиве на основе нейросетевого анализа сейсморазведочных данных», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

### 1. Актуальность работы

Обеспечение бесперебойного и безопасного процесса выемки угля обусловлено воздействием комплекса горно-геологических условий в пределах выемочных участков. Осуществлением их достоверного прогноза, в качестве основной задачи, занимаются ведущие отечественные и зарубежные специалисты горного профиля. При этом существенное влияние на характер действующих горно-геологических условий оказывает присутствие в массиве горных пород разрывных геологических нарушений, выделить которые не всегда удается по результатам разведочного бурения.

На предприятиях угольной промышленности для получения дополнительной разведочной информации активно применяются геофизические исследования. С учетом особенностей залегания угольных пластов, наиболее подходящим для изучения угольных месторождений методом, является сейсмическая разведка. Тем не менее, характер сейсморазведочных данных, получаемых в совокупности эксплуатационных условий, сопутствующих работе угледобывающих предприятий, будет во многом обусловлен их воздействием. В целом, в той или иной степени, это характерно для применения любого подхода в рамках изучения реального объекта, обладающего комплексом индивидуальных особенностей. Очевидно, что такое изменение состава сейсмической информации оказывает негативное влияние на степень достоверности осуществляемого прогноза.

Таким образом, для обеспечения эффективности определения разрывных нарушений отработываемых угольных пластов требуется формирование специализированного комплекса действий для применения в рамках полевого и камерального этапов сейсмической разведки. В связи с этим, представленная диссертационная работа, направленная на разработку метода

прогнозирования дизъюнктивных нарушений в углепородном массиве на основе нейросетевого анализа сейсморазведочных данных является актуальной как для специалистов маркшейдерского дела, так и для горной промышленности в целом.

## **2. Новизна исследований и полученных результатов**

В качестве признаков научной новизны диссертационной работы выделены:

- выявление дефектов структуры углепородного массива в пределах ограниченных участков поверхности горного отвода угольной шахты с использованием динамических параметров сейсмического сигнала с низкой номинальной кратностью;

- применение каскадной нейронной сети с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки в интерпретации данных сейсморазведки ОГТ для прогноза дизъюнктивных нарушений угольного пласта;

- обоснование применения метода прогноза разрывных геологических нарушений для оперативного определения их параметров при эксплуатационной разведке действующих выемочных участков.

С учетом утверждений, представленных в рамках формирования разделов актуальности, оценки состояния рассматриваемого вопроса, результатов полевых и аналитических исследований, итогов применения разработанного метода в условиях действующей угольной шахты научная новизна диссертационной работы представляется обоснованной.

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

В диссертационной работе сформулированы три научных положения:

- применение оригинального подхода к регистрации отраженных волн, основанного на компенсации недостатка кратности сигнала ( $< 24$ ) его накоплением в условиях ограниченных участков поверхности горного отвода угольной шахты обеспечивает обнаружение дефектов структуры массива горных пород на основе регистрации изменений видимой частоты,

максимального значения амплитуды и отношения сигнал/шум в диапазоне от 24 до 89%;

- использование каскадной нейронной сети с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки позволяет определить положение разрывного нарушения в угольном пласте и оценить его амплитуду в точке подсечения с погрешностью относительно результатов структурной интерпретации не более 8%;

- применение разработанного метода прогноза дизъюнктивных нарушений угольного пласта обеспечивает сокращение на 69% ресурса времени на обработку сейсмических данных на основе применения процедур нейросетевого анализа и быстрого преобразования Фурье.

Исходя из текста рассматриваемой диссертации обоснованность ее научных положений следует из:

- корректного применения геофизических методов исследования и основ геомеханики и представительным объемом полевых сейсмических измерений;

- оценки значений динамических характеристик сейсмического сигнала, регистрируемого в изменяющихся эксплуатационных условиях поверхности горного отвода угольных шахт;

- результатов сопоставления данных нейросетевого анализа и структурной интерпретации;

- применения метода в условиях действующего угледобывающего предприятия и подтверждения результатов его применения на основе фактической информации.

#### **4. Значимость выводов и рекомендаций диссертанта для науки и практики**

Сформированные соискателем выводы и рекомендации обуславливают, прежде всего, возможность оперативного получения данных о наличии и параметрах дизъюнктивных нарушений, что способствует обеспечению положительного производственного эффекта для компании, задействованных в угольной промышленности.

Выделение методических основ разработанной методики представляется полезным для инженерных работников угольных шахт в рамках реализации и развития собственных подходов к оценке состояния

углепородного массива для формирования комплекса мероприятий при отработке угольных пластов.

Представление методики расчета параметров разрывных нарушений с использованием нейронных сетей снижает временные затраты на камеральную обработку полевых данных, направленных на оценку геомеханических параметров геологических сред путем применения методов дистанционного зондирования.

## **5. Публикации и апробация работы**

По теме рассматриваемой диссертационной работы соискателем – Соколовым С.В. опубликованы 19 научных статей, из них 5 в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 5 – в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах данных Web of Science и Scopus.

Основные положения диссертации доложены на всероссийских и международных семинарах, а также на научно-практических конференциях различного уровня с участием научных работников и представителей угледобывающих предприятий. Данные материалы полностью отражают научные положения, представленные в диссертации.

## **6. Язык и стиль диссертации**

Материалы диссертации и автореферата изложены логически последовательно, грамотно, с использованием общепринятых научных терминов. В диссертационной работе прослеживается связь между содержанием глав и сформированными научными положениями.

## **7. Замечания по содержанию и оформлению диссертации**

7.1. Из оценки возможности применения сейсмической разведки для исследования угольных месторождений не совсем понятно каким образом осуществляется регистрация данных непосредственно с горизонтов, соответствующих угольному пласту. (Глава 1 диссертационной работы).

7.2. Во второй главе представлены зависимости: 2.23, характеризующая суммарную интенсивность трещиноватости и 2.27-2.28, определяющие область снижения прочностных характеристик. В дальнейшем исследовании

они больше нигде не используются. Следовательно, их представление в диссертационной работе видится излишним.

7.3. В настоящее время существуют примеры использования нейронных сетей со сложной архитектурой для решения сложных практических задач. Например, с количеством слоев от 4 и более. Возможно применение более глубоких рекурсивных сетей позволило бы улучшить получаемые результаты.

7.4. В третьей главе диссертационной работы представлен процесс выбора нейронной сети, приведены параметры ее функционирования. При этом не раскрыта система ее функционирования с точки зрения процесса преобразования анализируемого массива данных в значения выхода нейронной сети.

7.5. В ходе рассмотрения представленной работы одним из очевидных вариантов ее развития представляется написание программы для расчета параметров схемы регистрации сейсморазведочных данных. В диссертации автор остановился лишь на формировании методических основ, что кажется недостаточным.

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

## **8. Заключение**

Диссертационная работа Соколова Сергея Владиславовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки метода прогнозирования дизъюнктивных нарушений в углепородном массиве на основе нейросетевого анализа сейсморазведочных данных, обеспечивающего повышение достоверности оценки геомеханического состояния горных пород в сложных горно-геологических и горно-технологических условиях действующих угледобывающих предприятий.

Отмеченные в настоящем отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не снижают степень ее актуальности, научной новизны и практической значимости.

Диссертационная работа и автореферат кандидатской диссертации соответствуют требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Соколов Сергей Владиславович по своей квалификации заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Официальный оппонент:

Степанов Юрий Александрович,

Доктор технических наук, профессор кафедры ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Ю.А. Степанов

Я, Степанов Юрий Александрович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета Д212.102.02 на базе КузГТУ, и их дальнейшую обработку.

«16» мая 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

<b>ФГБОУ ВО «КемГУ»</b> <b>Отдел кадров УРП</b>	
ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ	<i>Степанов Ю.А.</i>
должность	<i>вед. спец. ОК</i>
подпись	<i>Степанов Ю.А.</i>
«16» <u>мая</u> 2022 г.	