

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации Индакова Глеба Сергеевича**  
**«Термостимулированная акустическая эмиссия в горных породах и ее связь с**  
**микроструктурой»,**  
**представленной на соискание ученой степени**  
**кандидата физико-математических наук**  
**по специальности 1.6.9 Геофизика**

Диссертационная работа Г.С.Индакова посвящена проблеме термомеханического разрушения горных пород, весьма важной как с точки зрения сейсмологии, так и в плане технологий горных выработок и термостимулированных методов добычи углеводородов.

Автор поставил перед собой цель выявить взаимосвязь различных параметров термоакустической эмиссии с характеристиками микроструктуры образца. Это потребовало от него применить широкий набор методов микроструктурного анализа, адаптации метода электронной микроскопии применительно к образцам горных пород, привлечения современных методов машинного обучения в связи со сложным многопараметрическим характером взаимосвязи изучаемых параметров.

Полученные результаты характеризуются несомненной новизной, учитывая, что в целом лабораторных исследований в области термоакустической эмиссии не так уж и много.

Работа отличается высокой тщательностью. Исследован целый ряд идентичных образцов для определенного набора горных пород естественного и искусственного происхождения; приводятся их исходные характеристики, подробно описаны методы обработки экспериментальных данных. Тем самым обосновывается достоверность и представительность полученных результатов.

Выносимые на защиту положения обосновано опираются на экспериментальные результаты, сформулированы четко и отличаются научной новизной.

Особенный интерес представляет раздел 3.4, в котором приведены результаты использования современных методов машинного обучения, привлекаемых для анализа экспериментальных данных, одновременно зависящих от целого ряда параметров. Это позволило автору сделать целый ряд важных выводов из полученных данных; которые вряд ли бы удалось сделать без такого подхода.

Большое внимание уделено микроструктурному анализу исследованных образцов. Проанализированы различные подходы к определению среднего размера зерна и обоснован примененный автором подход к решению этого вопроса. Сопоставление результатов для метапесчаников и модельной (искусственной) породы позволило сделать вывод, что только средний размер зерна не является достаточной характеристикой микроструктуры образца с точки зрения характеристики процесса трещинообразования.

Очень важным и содержательным представляются выводы о различии механизмов термически стимулированного трещинообразования в образцах с предварительным механическим нагружением и без такового, а также о различии во взаимном поведении активности ТАЭ и *b-value* в зависимости от типа горной породы.

По автореферату можно сделать несколько замечаний:

1. Несколько избыточно уделено место ряду известных положений (типа определения понятия *b-value*). Их исключение позволило бы автору больше уделить внимания собственно полученным результатам.

2. Не объяснено, почему именно граниты и базальты (а не все исследуемые материалы ) были выбраны для оценки *b-value* методами линейной регрессии и ОМП по максимальной кривизне.

3. Не очень понятно изложен абзац, следующий непосредственно за ф.(4). Сделанные замечания носят совершенно частный характер и никак не могут повлиять на общее очень хорошее впечатление от диссертационной работы Индакова Г.С.

Диссертационное исследование представляет собой завершённую научно-квалификационную работу и полностью отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а соискатель, Индаков Г.С., несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 Геофизика.

Я, Зейгарник Владимир Альбертович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук  
Зейгарник Владимир Альбертович  
Старший научный сотрудник  
ФГБУН Объединенного института высоких температур РАН  
125412 Москва, Ижорская ул., д.13, стр.2,  
Тел. +7 916 3162098  
[zeigarnik@ihed.ras.ru](mailto:zeigarnik@ihed.ras.ru)

14.11.2025

Подпись Зейгарника В.А. заверяю

Ученый секретарь ОИВТ РАН  
Д.ф.-м.н.

Киверин А.Д.