

Дискуссии

УДК 622.83:550.343

<https://doi.org/10.31431/1816-5524-2026-2-70-111-117>

**КРИТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ К ПУБЛИКАЦИИ
А.Д. КОНОПЛИНА И В.А. ЩАПОВА
«КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ Д.С. ТЯГУНОВА, А.Ф. ШЕСТАКОВА
“РЕГИСТРАЦИЯ МАГНИТОМОДУЛЯЦИОННЫМ ДАТЧИКОМ
НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ
ПО РАЗРУШЕНИЮ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД”»**

© 2026 А.Ф. Шестаков, Д.С. Тягунов

*Институт геофизики им. Ю.П. Булашевца УрО РАН, Екатеринбург, Россия, 620016;
e-mail: alxsh@mail.ru, tds-07@mail.ru*

Поступила в редакцию 23.04.2026; после доработки 29.04.2026; принята в печать 27.06.2026

Приведен критический обзор публикации «Комментарий к статье...» и показана несостоятельность сформулированных в ней выводов, полученных при анализе результатов комментируемой статьи и их сравнения с материалами аналогичных экспериментов, опубликованных в других источниках. В процессе рассмотрения критикуемой нами работы выявлено несколько серьезных несоответствий и противоречий, что ставит под сомнение достоверность представленных в ней результатов. В частности, проведено сопоставление наиболее показательных выдержек из «Комментария к статье...» и ее фрагментов, свидетельствующих о поверхностном ознакомлении авторов комментария с тематикой исследования сигналов электромагнитного излучения (ЭМИ) и результатами многочисленных работ, проводящихся в этом направлении. Обсуждаются некоторые аспекты гипотетических механизмов возникновения зарегистрированных сигналов ЭМИ в магнитном поле, не имеющих под собой соответствующего аргументированного обоснования и основанные на искаженном представлении авторами комментария такого сложного физического явления, как генерация ЭМИ.

Ключевые слова: разрушение образцов горных пород, электромагнитное излучение, магнитная индукция.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приводятся критические замечания к публикации (Коноплин, Щапов, 2026), содержание которой не представляется нам корректным. В результате проведенного анализа этой публикации было обнаружено несколько серьезных несоответствий и противоречий, умозрительных заключений, а также искаженное толкование результатов эксперимента, что привело к не обоснованным, по нашему мнению, выводам, сделанными ее авторами в комментарии к статье (Тягунов, Шестаков, 2024).

Чтобы не быть голословными, приведем сравнительные выдержки, взятые из обеих приведенных работ для их сопоставления.

Во введении (Коноплин, Щапов, 2026, С. 109) критикующие авторы отмечают, что «К положительным сторонам обсуждаемой статьи следует отнести обширный, исчерпывающий обзор публикаций по теме исследований, позволяющий легко сориентироваться в теме и получить представление о современном состоянии исследований...», но далее сами себе противоречат, отмечая, что «К недостаткам статьи нужно отнести непропорционально большой обзор,

несоразмерный с масштабом эксперимента». Приведенный в статье (Тягунов, Шестаков, 2024) объем цитирования был необходим для большего ознакомления с возможностью регистрации ультранизкочастотных (УНЧ) сигналов электромагнитного излучения (ЭМИ), проявляющихся в магнитном поле, и мотивацией авторов к их изучению.

Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 109) — «Другой серьезный недостаток — приведены результаты всего одного эксперимента, из-за чего нельзя сделать каких-либо обобщающих и систематизирующих выводов...».

Из статьи (Тягунов, Шестаков, 2024, С. 20) — «В экспериментах было реализовано два режима увеличения нагрузки на образец горной породы, отличающиеся длительностью проведения». Для обоих экспериментов приведены записи магнитограмм, выявлены информативные УНЧ сигналы ЭМИ, связанные с разрушением образцов, а также построены их амплитудно-частотные спектры.

Далее авторы комментария подводят к основному, по их мнению, «проблемам» и «нестыковкам» комментируемой статьи. Подробно рассмотрим эти аспекты.

Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 109) — «Несоответствие коэффициента преобразования датчика магнитного поля зарегистрированным значениям магнитной индукции. Приведенная в статье величина коэффициента преобразования слишком велика для регистрации полей такой величины (или наоборот: магнитное поле с величинами, приведенными в статье, не может быть зарегистрировано датчиком с такой чувствительностью)».

Это по нашему мнению, пожалуй, одно из немногих объективно справедливых замечаний в комментарии, заслуживающее подробного разъяснения. В работе (Тягунов, Шестаков, 2024) коэффициент преобразования датчика магнитного поля (178.5 мВ/нТл) указан максимальный, который при нижней частоте полосы пропускания 0.01 Гц позволяет регистрировать магнитное поле амплитудой менее 10 пТл, а в режиме накопления сигнала — менее 0.1 пТл на частотах выше 1 Гц. При этом динамический диапазон измерений от пика до пика составляет 120 нТл. Для возможности работы датчика в магнитном поле Земли, как это и было в описываемых экспериментах статьи (Тягунов, Шестаков, 2024), коэффициент преобразования составляет 178.5 мкВ/нТл, что значительно позволяет расширить динамический диапазон измеряемых сигналов магнитной индукции. Здесь следует отметить, что авторы комментария сами ответили на свое замечание — «Можно было бы предположить, что в статье ошибочно

указано значение коэффициента преобразования в мВ/нТл вместо мкВ/нТл, тогда выходное напряжение преобразователя оказывалось бы в пределах 2 В, что обеспечивается конструкцией преобразователя» (Коноплин, Шапов, 2026, С. 110).

Затем авторы комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 110) указывают на «Противоречия с величиной зарегистрированного магнитного поля» в следующем контексте: «В ходе обсуждаемого эксперимента были зарегистрированы импульсы магнитной индукции с амплитудами от 500 до 11000 нТл в максимуме. Для геофизических методов это большие величины». Очевидно, что А.Д. Коноплин и В.А. Шапов поверхностно проанализировали цитируемую литературу в комментируемой ими статье, иначе бы обратили внимание на тот факт, что высокоэнергетические сигналы, обусловленные разрушением горных пород могут превышать уровень фона в десятки-сотни раз (Мешков и др., 2022; Соболев и др., 1982), что и подтверждено в работе (Тягунов, Шестаков, 2024) сравнительным анализом амплитудных значений ЭМИ двух проведенных экспериментов, связанных с регистрацией сигналов ЭМИ, генерируемых образцами горных пород при одноосном их нагружении.

Далее авторы комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 110) занимаются риторическими рассуждениями и рассматривают «возможные характеристики источника, связанного с образцом и способного создать магнитное поле такой величины».

Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 111) «Намагниченность базальта действительно велика, но только по сравнению с другими горными породами, например по сравнению с известняком. Но даже наиболее сильно намагниченные образцы базальта имеют намагниченность в первые единицы А/м. В научной литературе по электромагнитным явлениям, сопровождающим разрушение, есть данные о спонтанном намагничивании вещества, однако эти явления наблюдались в ферромагнитных материалах на фронте ударной волны с давлением 10 ГПа, при длительностях единицы мкс. Ни первое, ни второе, ни третье условие в обсуждаемом эксперименте не выполняются. А примеры скачкообразного увеличения намагниченности в сотни тысяч раз под действием нагрузки для базальта (да и для других горных пород) неизвестны».

В работе (Тягунов, Шестаков, 2024) не предполагается утверждение о скачкообразном и значительном увеличении намагниченности образца под действием нагрузки, вследствие малых скоростей деформации. Авторы комментария (Коноплин, Шапов, 2026) в своем

комментарии затронули лишь один из возможных механизмов генерации магнитных сигналов ЭМИ при ударном воздействии, как например, в (Ogawa et al., 1985), который к экспериментам, описанным в статье (Тягунов, Шестаков, 2024), не имеет никакого отношения.

Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 109) — «Значительное расхождение с данными по аналогичным экспериментам в других публикациях (Hadjicontis, Mavromatou, 1994; Li et al., 2018)». Учитывая, что в статье (Hadjicontis, Mavromatou, 1994) исследовались образцы кварца, гранита, известняка, в статье (Li et al., 2018) образцы каменного угля, а в статье (Тягунов, Шестаков, 2024) образцы хлоритизированного базальта, результаты этих исследований никак не могут быть похожи или одинаковы. Наоборот, они и должны быть разные, поскольку перечисленные образцы обладают различными прочностными свойствами и структурно-петрофизическими характеристиками, не считая их отличий в минералогическом составе. Более того, не идентичны результаты и между приведенными в комментарии работами (Hadjicontis, Mavromatou, 1994) и (Li et al., 2018).

Далее следует необоснованное утверждение, касающееся регистрации сигналов ЭМИ и отсутствия анализа полученных результатов. Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 109) — «Но основные проблемы обсуждаемой публикации заключаются в отсутствии анализа полученных результатов и проверки их корректности, из-за чего, по нашему мнению, за искомый эффект принят сигнал, скорее всего не имеющий непосредственного отношения к разрушению, а являющийся побочным паразитным эффектом».

В работе (Тягунов, Шестаков, 2024, С. 24) отмечается, что «Анализ магнитограмм и спектральных характеристик сигналов ЭМИ, зарегистрированных в процессе проведения экспериментов позволяет выявить ряд особенностей», которые были проанализированы для двух экспериментов при быстром и медленном режимах увеличения внешней нагрузки. Что касается «проверки корректности» результатов, то целью работы (Тягунов, Шестаков, 2024) являлось обнаружение низкочастотных сигналов ЭМИ в частотном диапазоне 0.01–200 Гц с использованием магнитомодуляционных датчиков, а также их идентификация на фоне техногенного магнитного шума в процессе разрушения. При этом основная роль отводилась выявлению характерных особенностей зарегистрированных сигналов ЭМИ, а не проверка (обсуждение) корректности с точки зрения возможных механизмов их генерации, которых в настоящее время, согласно литературным источникам, насчитывается не менее десяти (Кривецкий и др., 2011).

В комментарии (Коноплин, Шапов, 2026, С. 110–111) его авторы рассмотрели лишь тривиальный механизм возникновения магнитного поля, порождаемого линейным или круговым постоянным током, в результате чего получили «нереалистичные» значения силы тока на основе простых математических расчетов. Далее (С. 111), рассмотрев другой гипотетический механизм генерации магнитных сигналов, обусловленный резким скачкообразным увеличением намагниченности в момент разрушения образца, сами же установили, что физических причин такого увеличения нет. Заметим, что в работе (Тягунов, Шестаков, 2024) это и не утверждается.

Явлению генерации высокочастотных сигналов ЭМИ в настоящее время посвящено множество научных публикаций в отечественной и зарубежной литературе за почти полувековое проведение исследований в этой области (Беспалько и др., 2005; Кулаков, Яковицкая, 1994; Курленя и др., 2000; Лось и др., 2010; Потокин, Пак, 2020; Сурков, 2000; Урусовская, 1968; Хатиашили, 1984; Cress et al., 1987; Klyuchkin, 2022; Nitsan, 1977; Ogawa et al., 1985; Rabinovitch et al., 2007 и др.), а в УНЧ диапазоне это явление, по нашему мнению, еще недостаточно изучено, хотя есть физические предпосылки и определенные подходы (Сурков, 2000) к обоснованию соответствующих механизмов возникновения наблюдаемых сигналов магнитной индукции. Однако в работе (Тягунов, Шестаков, 2024) обсуждение возможных механизмов генерации ЭМИ УНЧ диапазона не входило в задачи исследования, так как это требует отдельного изучения.

При дальнейшем анализе статьи (Тягунов, Шестаков, 2024) А.Д. Коноплин и В.А. Шапов также критикуют и работу (Li et al., 2018), приписывая ей надуманные выводы и делая свои умозрительные заключения по этой публикации, основываясь на примитивных расчетах. В частности, при обсуждении механизма генерации УНЧ магнитных сигналов, они пытаются исказить результаты статьи (Li et al., 2018) своими выводами, вытекающими из анализа опубликованных в ней экспериментов. В таком случае им следовало бы направить свои доводы и рассуждения авторам работы (Li et al., 2018), а не нам.

Из комментария (Коноплин, Шапов, 2026, С. 113) — «При малых (первые десятки мс) временных интервалах движения с таким ускорением, которое незаметно визуально, датчик магнитного поля может сместиться на расстояние или развернуться на угол, достаточный для регистрации изменения поля в несколько десятков нТл. Этот механизм может быть основным в генерации сигнала на выходе датчика — сигнал появляется не в результате изменения внешнего магнитного поля, а за счет поворота

или перемещения датчика». В статье (Тягунов, Шестаков, 2024) изложено, что при экспериментах использовались два режима нагрузки — относительно быстрое (порядка 0.03 МПа в секунду) и медленное (порядка 0.005 МПа в секунду). Во избежание вибрационных помех датчики закреплены в ортогонально выполненных отверстиях в оргстекле, имеющем форму прямоугольного параллелепипеда, а сама установочная система с датчиками жестко зафиксирована на немагнитной опоре размерами под площадку штатива, установленного на бетонном полу на расстоянии ~0.45 м от пресса. Таким образом, комментарий о смещении или развороте датчиков во время проведения экспериментов носит совершенно абсурдный характер.

Аналогичное замечание можно сделать по отношению к необоснованному выводу в доводах, касающихся использования в наших экспериментах пресса «WK-18» производства фирмы ZARZAD SPRZETU. В частности, аргументация А.Д. Коноплина и В.А. Щапова основывается на умозрительной трактовке регистрируемых сигналов ЭМИ как следствие механического смещения подвижных ферромагнитных частей пресса во внешнем магнитном поле. Из комментария (Коноплин, Щапов, 2026, С. 114) — «Это делает инструмент воздействия в сотни тысяч, а возможно и в миллионы раз более сильным источником магнитного поля, чем сам объект воздействия (образец)». В таком случае им следовало бы привести соответствующие математические расчеты, подтверждающие их доводы, чего нет, а подобного рода заблуждения авторов А.Д. Коноплина и В.А. Щапова подрывают, по нашему мнению, доверие не только к результатам, изложенным в статье (Тягунов, Шестаков, 2024), но также и многочисленным экспериментальным работам, проводимых в России и за рубежом на протяжении десятилетий по регистрации сигналов ЭМИ в процессе разрушения образцов горных пород с использованием пресса (Беспалько и др., 2005; Гершензон и др., 1986; Кулаков, Яковицкая, 1994; Курленя и др., 2000; Лось и др., 2010; Потокин, Пак, 2020; Cress et al, 1987; Hadjicontis, Mavromatou, 1994; Li et al., 2018; Nitsan, 1977; Panfilov, 2014; Wang et al., 2014; Yamada, 1989; Yoshida, 1997 и др.).

В заключении авторы комментария предлагают провести некоторые экспериментальные исследования, которые, по их мнению, позволят «определить природу зарегистрированных колебаний», что носит больше рекомендательный характер и свидетельствует о неосведомленности авторов как с возможностями используемого оборудования, так и методикой проводимых экспериментов. В частности, одна из рекомендаций комментария (Коноплин, Щапов, 2026, С. 114) —

«Обязательно: провести калибровку магнитного датчика на стенде и выполнить контрольные измерения магнитного поля известной величины». Калибровка датчиков магнитного поля в составе используемого в работе (Тягунов, Шестаков, 2024) аппаратурно-измерительного комплекса, при каждой его доработке и совершенствовании за период 2016–2023 гг. проводилась по методике, изложенной в работе (Тягунов, 2012) с использованием сертифицированной колечной системы Гельмгольца (Тягунов, 2012) и Браунбека (Техническое..., 1966). Это обязательная составляющая подготовки любого измерительного оборудования.

Другая рекомендация — «Провести измерения с синхронной регистрацией сейсмического или акустического воздействия, причем желательно регистрировать ускорение не только на конструкции, связанной с разрушаемым образцом, но и на самом датчике. В полном формате это должна быть регистрация трех поступательных и трех вращательных компонент движения и на образце, и на датчике магнитного поля» (Коноплин, Щапов, 2026, С. 114). Здесь А.Д. Коноплин и В.А. Щапов основываются на своем предположении о том, что датчик может не только колебаться, но также вращаться при работе пресса. Согласно методике нашего эксперимента это опровергается, поскольку в работе (Тягунов, Шестаков, 2024, С. 20) отмечено — «Датчики магнитометра, закрепленные на немагнитном штативе, от образцов горных пород располагались на расстоянии ~450 мм», что исключало на них влияние работы прессового оборудования. А рекомендация, связанная с регистрацией ускорения на самом датчике просто не реализуема по той причине, что акселерометр в принципе не может быть прикреплен к датчику, так как вызовет помехообразующее взаимное их влияние на результат измерений. Что касается измерений с синхронной регистрацией акустического и магнитного сигналов вблизи испытуемого образца, то их целесообразно проводить при наличии соответствующего оборудования, которым в настоящее время Институт геофизики УрО РАН не располагает.

В заключении работы (Коноплин, Щапов, 2026, С. 115) следует пожелание — «Оценить степень влияния колебаний металлической конструкции пресса на датчик...». Мы с этой целью неоднократно проводили эксперименты по нагружению материалов (дерево, керамика, оргстекло), не продуцирующих возникновение УНЧ сигналов магнитной индукции в процессе их разрушения, которые показали отсутствие влияния пресса на результаты этих экспериментов, но не сочли нужным их включать в статью, как не относящихся к задаче исследования.

Вместе с тем следует отметить одну из полезных рекомендаций, приведенную в работе (Коноплин, Шапов, 2026), с которой можно согласиться. А именно, предложение провести синхронные измерения сигналов магнитной индукции, возникающих при нагружении и в процессе разрушения образцов горных пород различными типами датчиков. Если предоставится такая возможность, то, несомненно, она заслуживает такой реализации.

Другие рекомендации к проведению экспериментов (Коноплин, Шапов, 2026) по нашему мнению носят больше гипотетический характер, и вряд ли будут способствовать изучению механизмов возникновения магнитного поля при разрушении испытываемых образцов.

Подводя итоги проведенного анализа критического замечания на комментарий (Коноплин, Шапов, 2026) можно сказать, что авторы комментария небрежно подошли к его написанию. Недостаточно разобравшись в некоторых аспектах состояния проблемы, касающихся регистрации сигналов ЭМИ, генерируемых разными образцами горных пород в разных частотных диапазонах; упрощенной трактовке известных физических представлений, связывая их с механизмами генерации ЭМИ и стадиями его проявления, А.Д. Коноплин и В.А. Шапов превратно исказили результаты комментируемой статьи (Тягунов, Шестаков, 2024).

Список литературы [References]

- Беспалько А.А., Яворович Л.В., Федотов П.И.* Связь параметров электромагнитных сигналов с электрическими характеристиками горных пород при акустическом и квазистатическом воздействиях // Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308. № 7. С. 18–23 [*Bespalko A.A., Yavorovich L.V., Fedotov P.I.* Connection of electromagnetic signal parameters with electrical characteristics of rocks under acoustic and quasi-static effects // *Izvestiya of Tomsk polytechnic university*. 2005. V. 308. № 7. P. 18–23 (in Russian)].
- Гершензон Н.И., Зилпимиани Д.О., Манджгаладзе П.В. и др.* Электромагнитное излучение вершины трещины при разрушении ионных кристаллов // Доклады АН СССР. 1986. Т. 288. № 1. С. 75–78 [*Gershenzon N.I., Zilpimiani D.O., Mandzhgaladze P.V. et al.* Electromagnetic radiation from the crack tip during the destruction of ionic crystals // *Dokl. USSR Academy of Sciences*. 1986. V. 288. № 1. P. 75–78 (in Russian)].
- Коноплин А.Д., Шапов В.А.* Комментарий к статье Д.С. Тягунова, А.Ф. Шестакова «Регистрация магнитомодуляционным датчиком низкочастотного электромагнитного излучения в лабораторных экспериментах по разрушению образцов горных пород» // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2026. № 1(69). С. 108–116. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2026-1-69-108-116> [*Konoplin A.D., Shchapov V.A.* Commentary on the article by D.S. Tyagunov, A.F. Shestakov «Registration of low-frequency electromagnetic emission by a magnetomodulation sensor in laboratory experiments on the destruction of rock samples» // *Vestnik KRAUNTS. Earth Sciences*. 2026. № 1(69). P. 108–116 (in Russian)].
- Кривецкий А.В., Бизяев А.А., Яковичская Г.Е.* Контроль разрушения некоторых металлических изделий по сигналам электромагнитного излучения // Физическая мезомеханика. 2011. № 14(4). С. 39–44 [*Krivetskiy A.V., Bizyaev A.A., Yakovitskaya G.E.* Control of destruction of some metal products by signals of electromagnetic radiation // *Physical mesomechanics*. 2011. № 14(4). P. 39–44 (in Russian)].
- Кулаков Г.И., Яковичская Г.Е.* Особенности изменения спектра частот электромагнитного излучения при разрушении образцов горных пород // Прикладная механика и техническая физика. 1994. № 35(5). С. 160–165 [*Kulakov G.I., Yakovitskaya G.E.* Features of changing the frequency spectrum of electromagnetic radiation during the destruction of rock samples // *Applied mechanics and technical physics*. 1994. № 35(5). P. 160–165 (in Russian)].
- Курленя М.В., Вострецов А.Г., Кулаков Г.И. и др.* Регистрация и обработка сигналов электромагнитного излучения горных пород. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 232 с. [*Kurlenya M.V., Vostretsov A.G., Kulakov G.I. et al.* Registration and processing of electromagnetic radiation signals from rocks. Novosibirsk: SB RAS Press, 2000. 232 p. (in Russian)].
- Лось В.Ф., Лементуева Р.А., Ирисова Е.Л.* Решение аппаратно-методических проблем и изучение электромагнитного излучения в лабораторных экспериментах по разрушению горных пород // Сейсмические приборы. 2010. Т. 46. № 4. С. 14–24 [*Los' V.F., Lementuyeva R.A., Irisova Ye.L.* Solving hardware and methodological problems and studying electromagnetic radiation in laboratory experiments on rock destruction // *Seismic Instruments*. 2010. V. 46. № 4. P. 14–24 (in Russian)].
- Мешков А.А., Ледяев Н.В., Хамутский А.А. и др.* Совершенствование способа регистрации электромагнитного излучения при нарушении сплошности горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2022. № 6(2). С. 135–148. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2022_62_0_135 [*Meshkov A.A., Ledyayev N.V., Khamutsky A.A. et al.* Improvement of the method of registration of electromagnetic radiation in violation of the continuity of rocks // *Mining information and analytical bulletin*. 2022. № 6(2). P. 135–148 (in Russian)].
- Потокин А.С., Пак А.К.* Исследования акустической и электромагнитной эмиссий при одноосном сжатии образцов скальных горных пород // Наукосфера. 2020. № 11(2). С. 86–91. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4309468> [*Potokin A.S., Pak A.K.* Research of acoustic and electromagnetic emissions during uniaxial compression of rock samples // *Naukosfera*. 2020. № 11(2). P. 86–91 (in Russian)].
- Соболев Г.А., Демин В.М., Лось В.Ф. и др.* Исследование электромагнитного излучения пород, содержащих минералы полупроводники и пьезоэлектрики // Физика Земли. 1982. № 11. С. 72–85

- [Sobolev G.A., Demin V.M., Los V.F. *et al.* Investigation of electromagnetic radiation of rocks containing minerals semiconductors and piezoelectrics // *Physics of the Earth*. 1982. № 11. P. 72–85 (in Russian)].
- Сурков В.В. Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах. М.: МИФИ, 2000. 448 с. [Surkov V.V. *Electromagnetic effects during earthquakes and explosions*. Moscow: MEPhI, 2000. 448 p. (in Russian)].
- Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Кольца Браунбека. СКБ ИЗМИРАН АН СССР, 1966. 6 с. [Technical description and operating instructions. Braunback rings. SKB IZMIRAN USSR Academy of Sciences, 1966. 6 p. (in Russian)].
- Тягунов Д.С. Дис... канд. техн. наук. Институт геофизики УрО РАН. Екатеринбург, 2012. 119 с. [Tyagunov D.S. *Dis... cand. of technical sciences*. Institute of Geophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Ekaterinburg, 2012. 119 p. (in Russian)].
- Тягунов Д.С., Шестаков А.Ф. Регистрация магнитомодуляционным датчиком низкочастотного электромагнитного излучения в лабораторных экспериментах по разрушению образцов горных пород // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2024. № 3(63). С. 18–28. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2024-3-63-18-28> [Tyagunov D.S., Shestakov A.F. Registration of low-frequency electromagnetic emission by a magnetomodulation sensor in laboratory experiments on the destruction of rock samples // *Vestnik KRAUNTS. Earth Sciences*. 2024. № 3(63). P. 18–28 (in Russian)].
- Урусовская А.А. Электрические эффекты, связанные с пластической деформацией ионных кристаллов // *Успехи физических наук*. 1968. Т. 96. Вып. 1. С. 39–60 [Urusovskaya A.A. Electrical effects associated with plastic deformation of ionic crystals // *Achievements of physical sciences* 1968. V. 96. Iss. 1. P. 39–60 (in Russian)].
- Хатиашвили Н.Г. Об электромагнитном эффекте при трещинообразовании в щелочно-галоидных кристаллах и горных породах // *Физика Земли*. 1984. № 9. С. 13–19 [Khatiazhvili N.G. On the electromagnetic effect during crack formation in alkali-halide crystals and rocks // *Physics of the Earth*. 1984. № 9. P. 13–19 (in Russian)].
- Hadjicontis V., Mavromatou C. Transient electric signals prior to rock failure under uniaxial compression // *Geophysical Research Letters*. 1994. V. 21. № 16. P. 1687–1690.
- Klyuchkin V.N., Novikov V.A., Okunev V.I. *et al.* Acoustic and electromagnetic emissions of rocks: insight from laboratory tests at press and shear machines // *Environmental Earth Sciences*. 2022. V. 81. № 64. P. 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10189-z>
- Li C., Fu S., Guan C. *et al.* Characteristics and generation mechanism of ULF magnetic signals during coal deformation under uniaxial compression // *Journal of Geophysics and Engineering*. 2018. V. 15. № 4. P. 1137–1145. <https://doi.org/10.1088/1742-2140/aaac59>
- Nitsan U. Electromagnetic emission accompanying fracture of quartz-bearing rocks // *Geophysical Research Letters*. 1977. V. 4. № 8. P. 333–336. <https://doi.org/10.1029/gl004i008p00333>
- Ogawa T., Oike K., Miura T. Electromagnetic radiations from rocks // *Journal of Geophysical Research*. 1985. V. 90. № 4. P. 6245–6249.
- Rabinovitch A., Frid V., Bahat D. Surface oscillations – A possible source of fracture induced electromagnetic radiation // *Tectonophysics*. 2007. V. 431. № 1–4. P. 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2006.05.027>
- Cress G.O., Brady B.T., Rowell G.A. Sources of electromagnetic radiation from fracture of rock samples in the laboratory // *Geophysical Research Letters*. 1987. V. 14. № 4. P. 331–334.
- Yamada I., Masuda K., Mizutani H. Electromagnetic and acoustic emission associated with rock fracture // *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. 1989. № 57. P. 157–168.
- Panfilov A.A. The results of experimental studies of VLF–ULF electromagnetic emission by rock samples due to mechanical action // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2014. № 14. P. 1383–1389. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-1383-2014>
- Wang E., Jia H., Song D. *et al.* Use of ultra-low-frequency electromagnetic emission to monitor stress and failure in coal mines // *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*. 2014. № 70. P. 16–25.
- Yoshida S., Uyeshima M., Nakatani M. Electric potential changes associated with slip failure of granite: Preseismic and coseismic signals // *Journal of Geophysical Research*. 1997. V. 102. № 7. P. 883–897.

**CRITICAL REMARKS ON THE PUBLICATION BY A.D. KONOPLIN AND V.A. SHCHAPOV
«COMMENTS ON THE ARTICLE BY D.S. TYAGUNOV AND A.F. SHESTAKOV
“REGISTRATION OF LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC EMISSION
BY A MAGNETOMODULATION SENSOR IN LABORATORY EXPERIMENTS
ON THE DESTRUCTION OF ROCK SAMPLES”»**

A.F. Shestakov, D.S. Tyagunov

*Institute of Geophysics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, 620016;
e-mail: alxsh@mail.ru, tds-07@mail.ru*

Received April 23, 2025; revised April 29, 2026; accepted June 27, 2026

This paper presents a critical review of the publication «Commentary on the Article...» and demonstrates the invalidity of the conclusions drawn therein, which were reached by analyzing the results of the article under review and comparing them with data from similar experiments published in other sources. Several serious inconsistencies and contradictions were identified, which casts doubt on the reliability of the results presented therein. In particular, a comparison was made of the most representative excerpts from the «Commentary on the article...» and its fragments, indicating that the authors of the commentary have only a superficial familiarity with the subject of electromagnetic emission (EME) signal research and the results of numerous studies conducted in this field. Some aspects of the hypothetical mechanisms for the occurrence of recorded EME signals in a magnetic field are discussed, which do not have an appropriate reasoned justification and are based on the comment authors' distorted understanding of such a complex physical phenomenon as EME generation.

Keywords: destruction of rock samples, electromagnetic emission, magnetic induction.