



Пятая научно-техническая конференция  
Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России  
27 сентября – 3 октября 2015.  
Г. Петропавловск-Камчатский



## ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОНИЗАЦИИ ОТКЛИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В НАГРУЖЕННЫХ ФЛЮИДОНАСЫЩЕННЫХ ОБРАЗЦАХ ГОРНЫХ ПОРОД И ВНЕШНЕГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Пантелеев Иван Алексеевич\*, Гаврилов Валерий Александрович\*\*

\* *Институт механики сплошных сред УрО РАН*

\*\* *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт механики сплошных сред  
Уральского отделения Российской академии наук

Ранее авторским коллективом было высказано предположение, что модулирующее воздействие слабых электромагнитных полей на интенсивность геоакустической эмиссии, обнаруженное при анализе результатов комплексных скважинных измерений, связано с изменениями сил вязкого трения между подвижной и неподвижной частями двойного электрического слоя. Изменения сил вязкого трения происходят с частотой внешнего электрического поля и с амплитудой, пропорциональной амплитуде напряженности этого поля. В масштабе макрообъема геосреды периодическое уменьшение сил трения на берегах трещин, границах зерен, конгломератов и гранул способствует увеличению числа актов акустической (геоакустической) эмиссии, являющихся следствием процессов перестройки дефектной структуры геосреды на широком спектре пространственных масштабов под воздействием действующих механических напряжений. Одним из возможных путей для проверки данного предположения является физическое моделирование исследуемого явления, широко используемое в науках о Земле.

**Цель работы:** экспериментальное обнаружение повторных откликов акустической эмиссии в нагруженных флюидонасыщенных образцах аргиллитов и гранитов на периодическое внешнее воздействие слабого электромагнитного поля.

### Постановка эксперимента

**Материал:** аргиллит (Камчатский геодинамический полигон), гранит (месторождение Каинда).  
**Размеры:** прямоугольный параллелепипед 50x50x40-70 мм (аргиллит), 40x20x80 мм (гранит).  
**Флюид для насыщения образцов:** водный раствор хлорида натрия концентрацией 12 г/л.  
**Изоляционный состав для предотвращения испарения флюида с поверхности образцов:** силиконовый герметик.  
**Генератор электрических сигналов:** АКПП-3407/1А.  
**Усилитель:** Tabot 9400 с коэффициентом усиления 50.  
**Параметры электрических импульсов:** двухчастотный сигнал положительной полярности, представляющий собой произведение синусоидального сигнала с частотой 480 Гц и амплитудой на выходе генератора 3 В от пика до пика, и прямоугольных импульсов с частотой следований 5.2 кГц и амплитудой 0.75 В от пика до пика. Амплитуда напряжения сигнала, подаваемого на графитовые электроды, составила 120 В.  
**Система регистрации акустической эмиссии (АЭ):** Amsy-5 Valen (Германия).  
**Датчики АЭ:** DECI SE2MEG-P (частотный диапазон 200-2000 кГц).  
**Испытательная машина:** Shimadzu AGX-Plus 300 kN.  
**Режим нагружения образцов:** ступенчатый. Аргиллит: три ступени с уровнем приложенной нагрузки 5, 7 и 9 тонн. Гранит: пять ступеней с уровнем приложенной нагрузки 7, 9, 11, 13 и 15 тонн. На каждом ступени образец выдерживается 80 минут. После 20 минутной выдержки следуют три сеанса длительностью 10 минут и паузой между сеансами 10 минут. Пригрузка осуществляется со скоростью 0.06 мм/мин.



Рис. 1. Фотография экспериментального комплекса для испытания образцов горных пород при внешнем электромагнитном слабом воздействии.

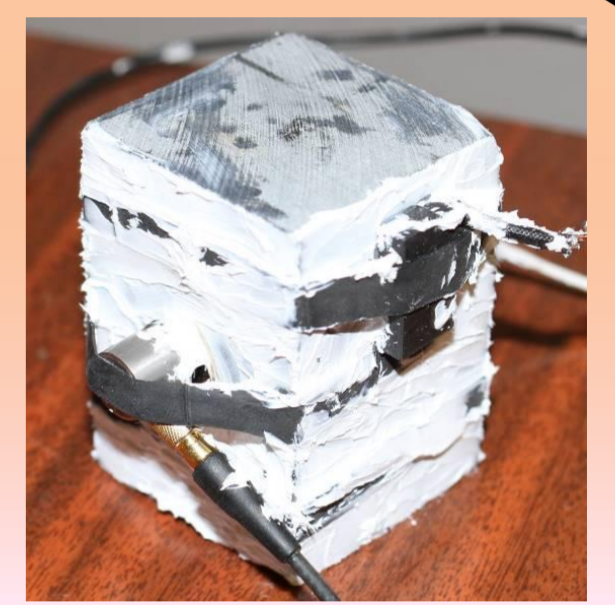


Рис. 2. Образец аргиллита после установки исполнительных элементов и герметизации

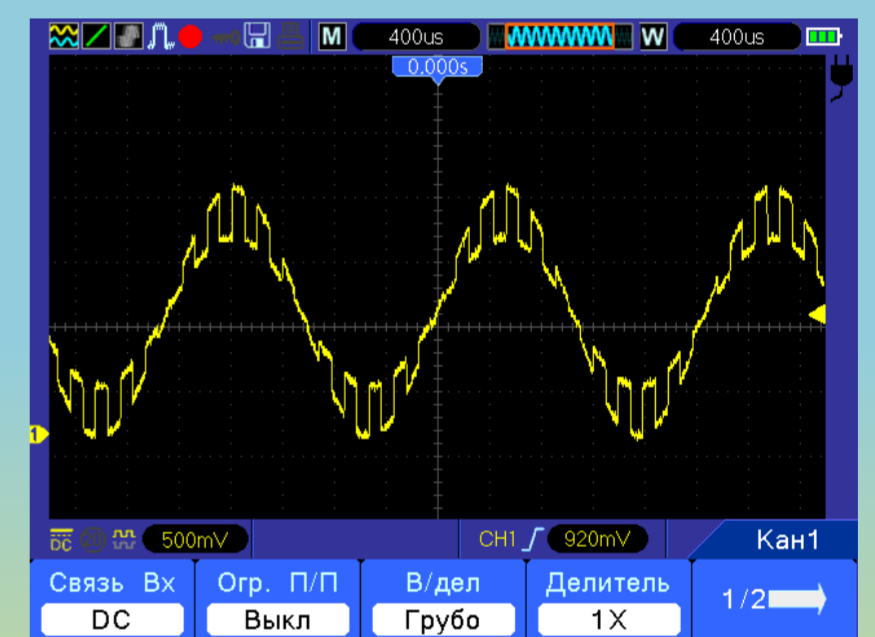


Рис. 3. Осциллограмма воздействующего сигнала.

### Испытание флюидонасыщенного аргиллита

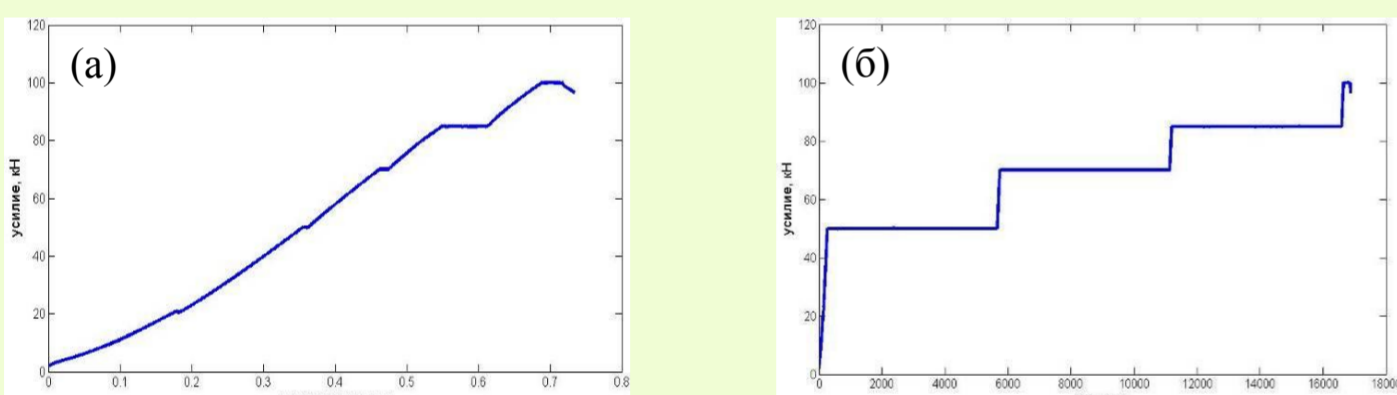


Рис. 4. Зависимости приложенного к образцу усилия от перемещения траверсы (а) и времени (б).

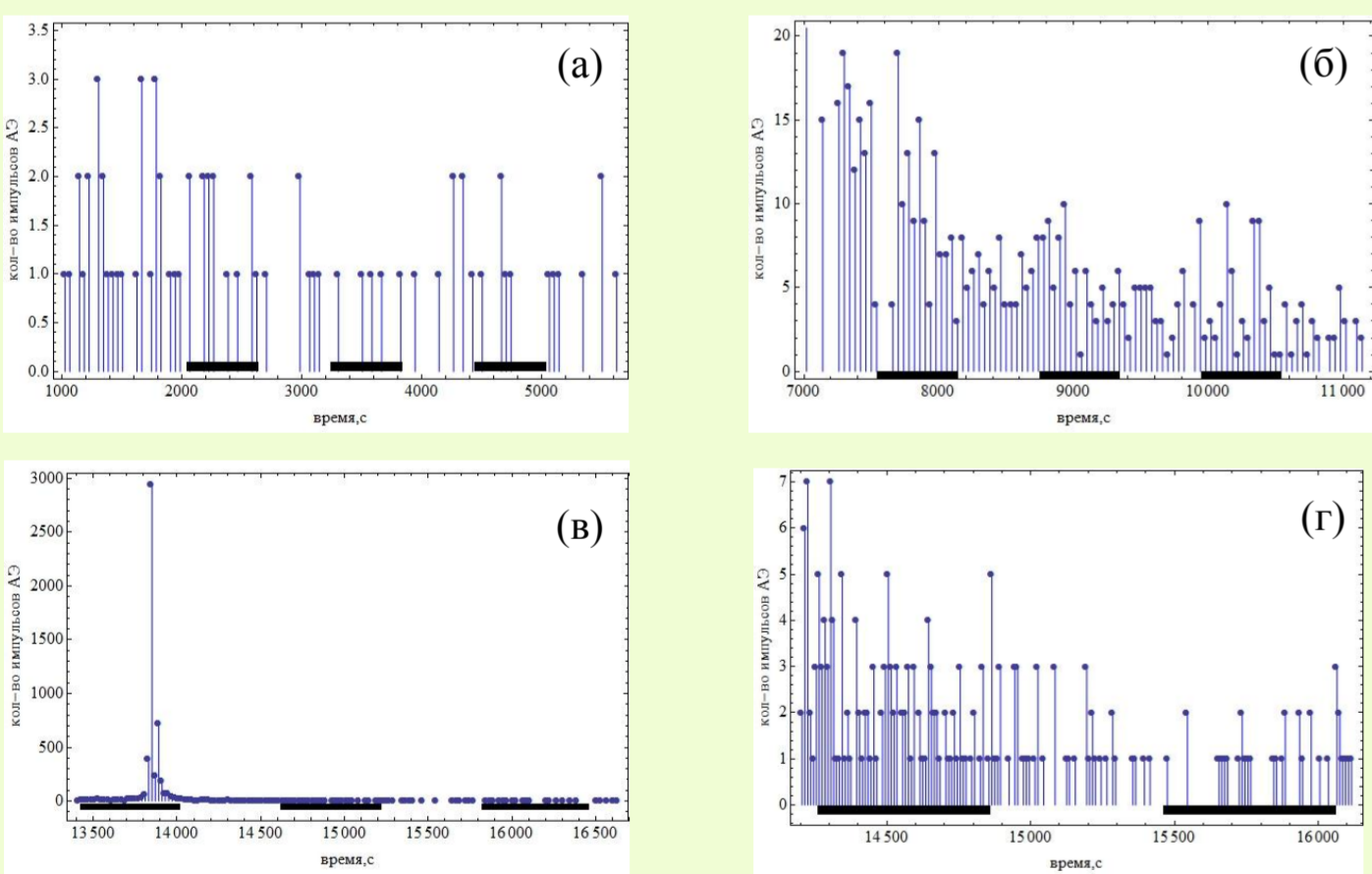


Рис. 5. Активность акустической эмиссии на первой (а), второй (б) и третьей (в) ступенях (на рисунке (г) приведена активность для второго и третьего интервала электровоздействия третьей ступени; прямоугольниками указаны интервалы электровоздействия).

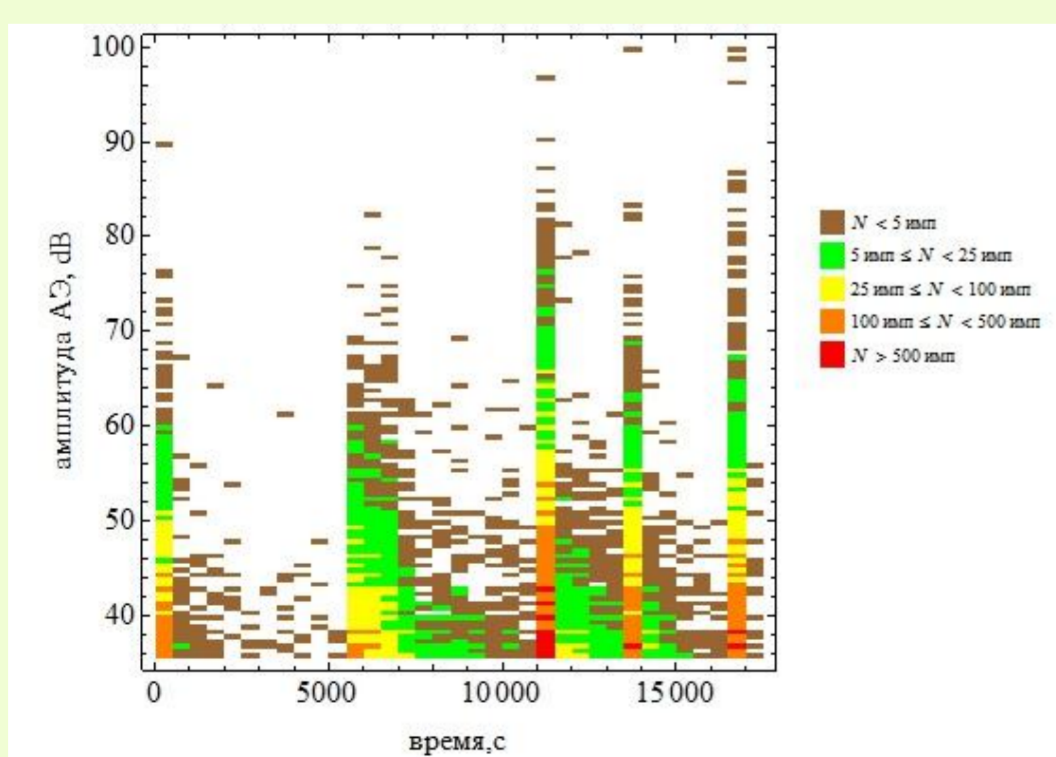


Рис. 6. Изменение распределения импульсов АЭ по максимальной амплитуде во времени.

### Испытание гранита естественной влажности

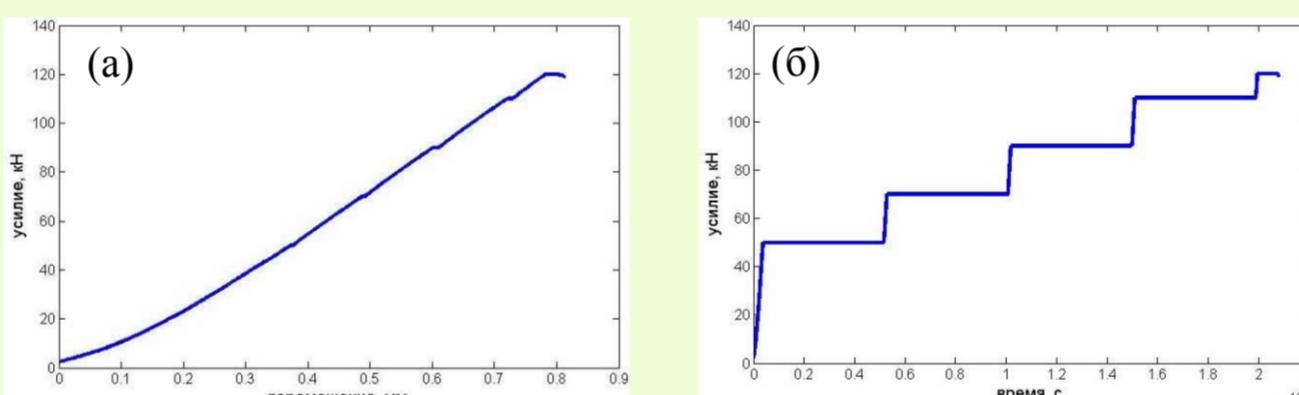


Рис. 7. Зависимости приложенного к образцу усилия от перемещения траверсы (а) и времени (б).

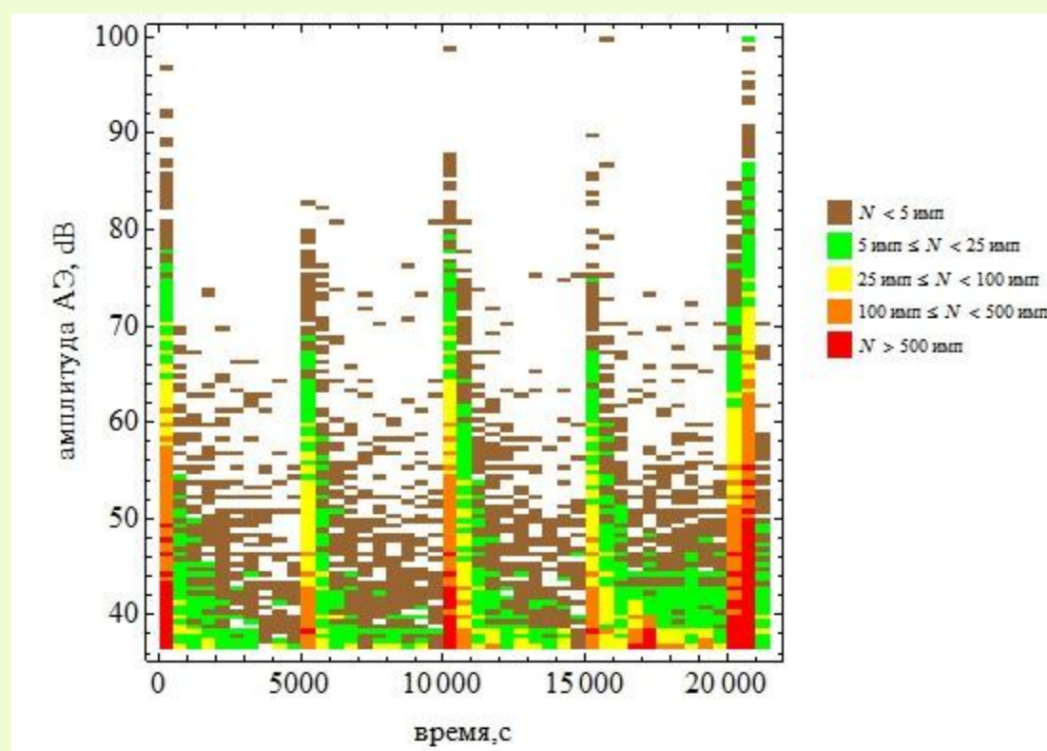


Рис. 8. Изменение распределения импульсов АЭ по максимальной амплитуде во времени.

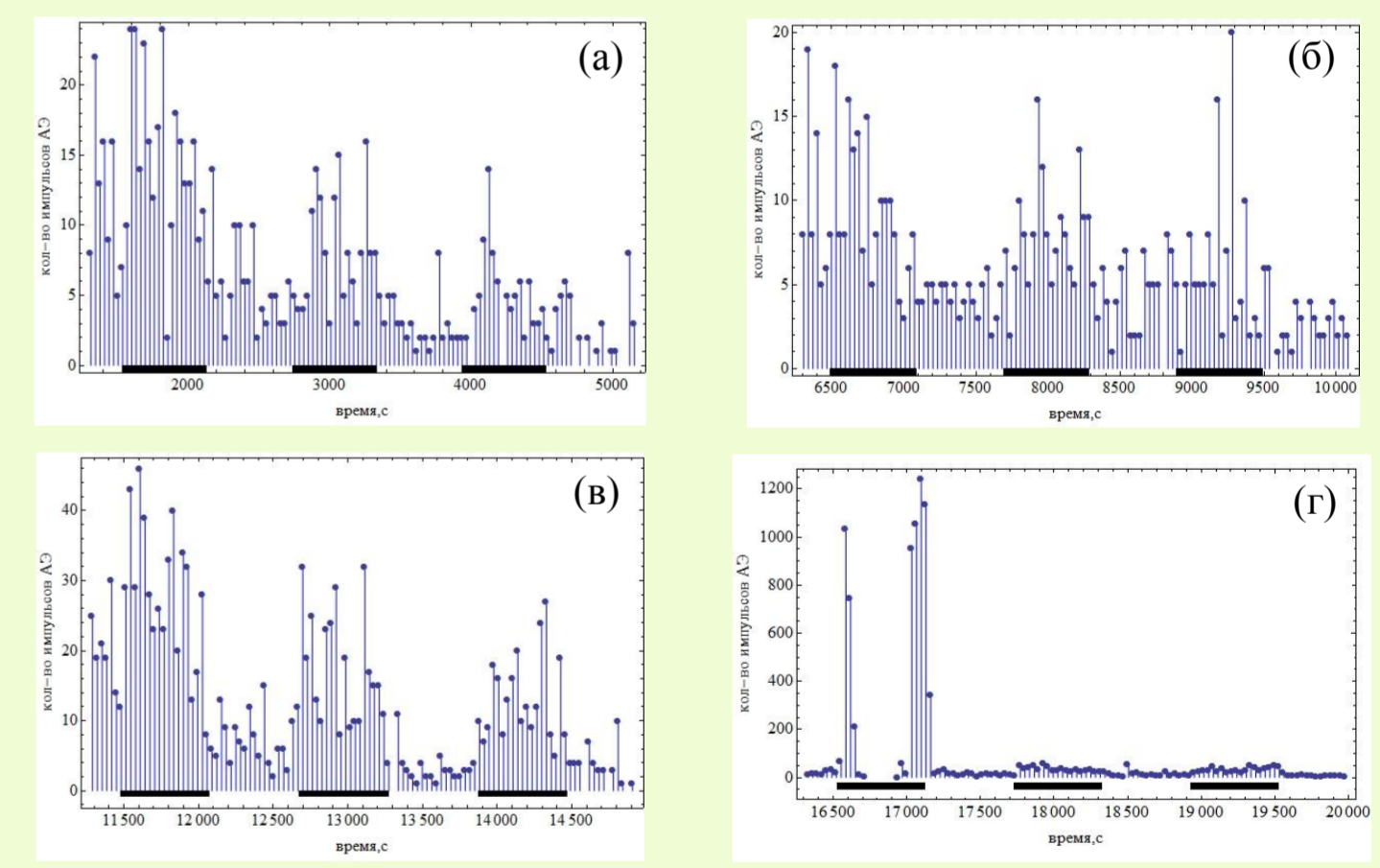


Рис. 9. Активность акустической эмиссии на первой (а), второй (б), третьей (в) и четвертой (г) ступенях.

### Испытание флюидонасыщенного гранита

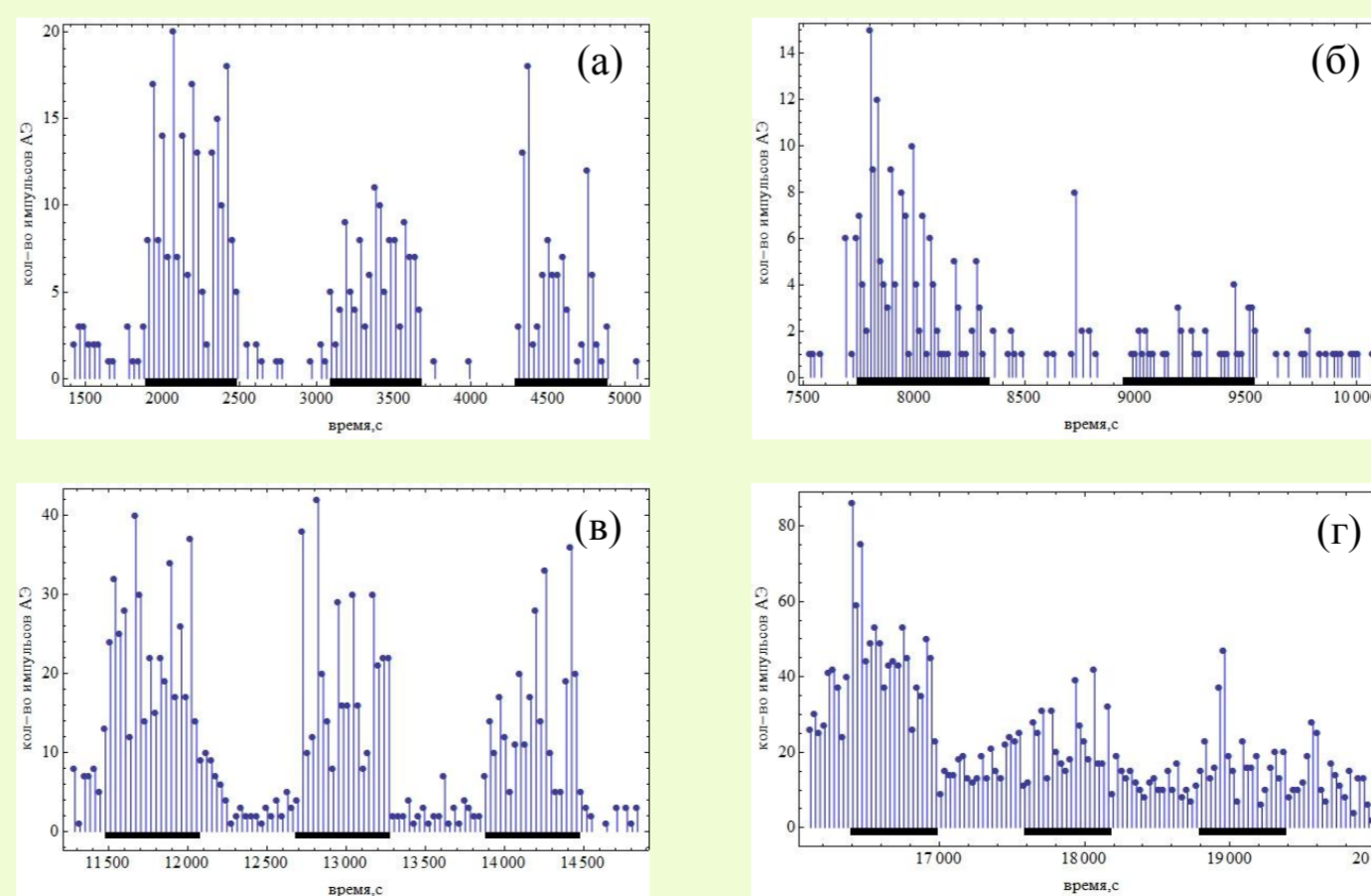


Рис. 10. Активность акустической эмиссии на первой (а), второй (б), третьей (в) и четвертой (г) ступенях.

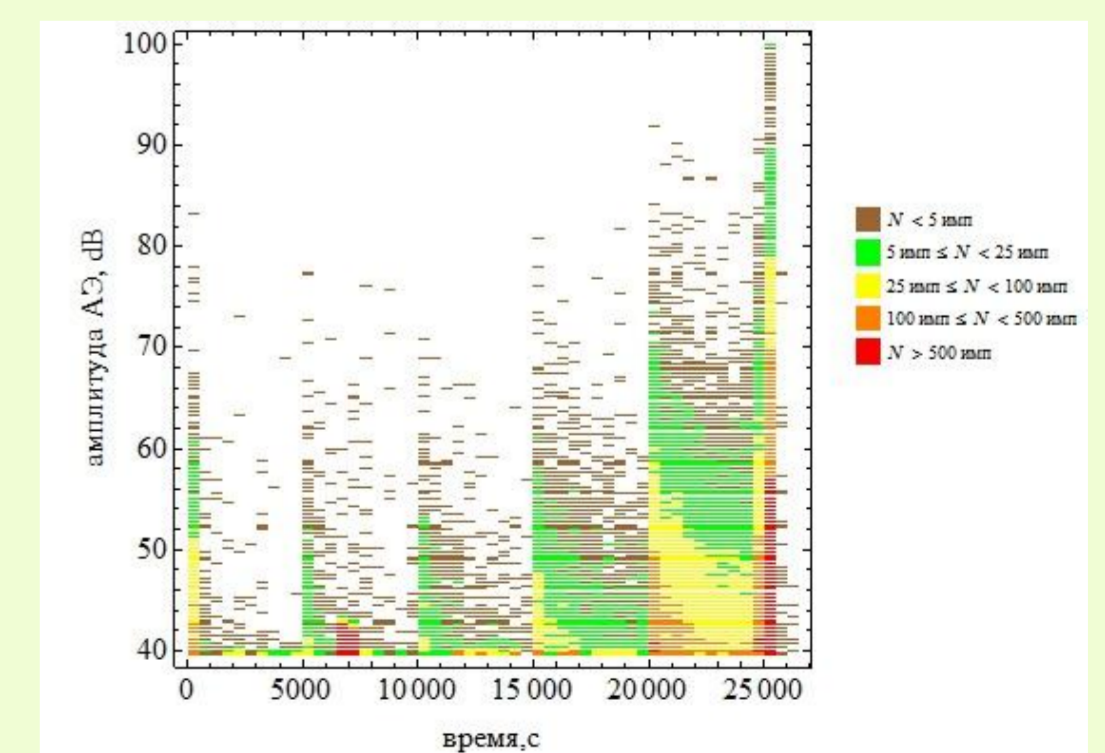


Рис. 11. Изменение распределения импульсов АЭ по максимальной амплитуде во времени.

### Выводы:

- 1) возможность регистрации отклика акустической эмиссии на повторное воздействие слабого электромагнитного поля при фиксированной приложенной нагрузке зависит от плотности дефектов (несплошностей) образца испытываемой горной породы, являющихся потенциально чувствительными к внешнему электрическому воздействию зонами;
- 2) степень влажности образцов гранита не влияет на появление или отсутствие повторного отклика акустической эмиссии при периодическом электровоздействии, однако, влияет на амплитудно-частотные характеристики этого отклика и в целом на процесс следования акустической эмиссии.