

УДК: 550.34н

DOI:10.7242/echo.2022.4.14

ЛУННО-СОЛНЕЧНЫЙ ПРИЛИВНОЙ ЦИКЛ И ВАРИАЦИИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ НА ЗАПАДНОМ УРАЛЕ

Л.В. Некрасова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Лунно-солнечное приливное воздействие оказывает непосредственное влияние на геодинамические процессы, происходящие в земной коре. Влияние гравитационного поля Земли на сейсмичность следует учитывать при прогнозе природных и техногенных землетрясений. Нами определена наибольшая плотность распределения самых сильных сейсмических событий Западно-Уральского региона во времени в зависимости от положения Луны на орбите и прохождении ее через перигей.

Ключевые слова: лунно-солнечный приливной цикл, приливы, сейсмическая активность, Западно-Уральский регион, землетрясения, горно-тектонический удар, сизигии, квадратуры, новолуния, полнолуния, апогей, перигей.

Явление сейсмичности Земли необходимо рассматривать в целом, не только учитывая изменения геолого-геоморфологических условий, но и с точки зрения изменения гравитационного поля Земли, например, лунно-солнечных приливных явлений, поступательного и вращательного движения Земли и Луны и других внешних космических факторов.

Первые исследования в области изучения влияния гравитационного поля Земли на ее сейсмичность были выполнены в середине XIX века французским профессором А. Перре. С 1848 по 1879 гг. в сообщениях французской Академии наук появились весьма интересные статистические работы А. Перре о частоте землетрясений и их связи с фазами Луны, расстоянием Луны от Земли и ее кульминацией.

В первой своей работе французский ученый детально рассмотрел около 6600 дней с землетрясениями и их распределение во времени по сизигиям, квадратурам, перигеям и апогеям с 1801 до 1850 гг. Он писал: «Отмечаю, что землетрясения происходят чаще в перигее, чем в апогее. В течение полувека землетрясения являются более частыми в сизигиях, чем в квадратурах. Этот результат не противоречит научным мыслям большинства астрономов, физиков и геологов о жидкой природе внутренней части планеты и является необходимым следствием великого закона всемирного тяготения» [8].

А. Перре установил в трех различных и совершенно независимых друг от друга формах влияние движения Луны на землетрясения. Он показал, во-первых, что частота землетрясений повышается к сизигиям. Во-вторых, частота землетрясений увеличивается к перигеям Луны, и, наоборот, уменьшается к апогеям. И наконец, что толчки землетрясений происходят чаще, когда Луна находится вблизи меридиана, чем когда она отдалена от него на 90 градусов. Эти три закона, открытые А. Перре, очевидно, можно отнести и в целом к деформационным процессам в земной коре.

К сожалению, замечательные работы А. Перре были забыты. В дальнейшем в научных журналах эпизодически появлялись публикации, которые на большом новом материале наблюдений вновь подтверждали законы А. Перре, дающие в какой-то степени возможность прогнозировать проявление сейсмичности Земли [9].

Позже вопросом влияния приливообразующих сил на сейсмичность занимался целый ряд ученых. Данные о связи землетрясений с периодическими изменениями приливообразующих сил приводятся Г.П. Тамразяном [4], Н.Н. Володичевым, А.Н. Подорольским, Б.В. Левиным, В.А. Подорольским [5]. В области техногенной сейсмичности

такие исследования были выполнены А.А. Козыревым с сотрудниками для апатитовых рудников в Хибинах [1]. По внезапным выбросам угля и газа – Г.И. Войтовым и А.И. Кравцовым для шахт Донецкого бассейна [3], О.И. Черновым и В.Н. Пузыревым – для шахт Кузбасса, а также Егоршинского месторождения на Урале [2]. По горным ударам Кизеловского угольного бассейна и землетрясениям Западного Урала – Л.В. Некрасова [6, 7].

Вращаясь вокруг Земли, Луна меняет свое положение и относительно звезд. Одно и то же положение по отношению к звездам она занимает через 27.32 суток. Этот период носит название сидерического или звездного месяца. Полный оборот вокруг Земли Луна совершает за период времени равный 29.53 суткам. Этот временной интервал называется синодическим или лунным месяцем. В зависимости от степени освещенности Луны Солнцем различают четыре фазы (периода) ее вращения: новолуние, первая четверть, полнолуние и последняя четверть. Каждая из них составляет примерно семь дней. Сизигии – общее название новолуния и полнолуния, когда Солнце, Земля и Луна располагаются примерно на одной прямой; квадратуры Луны – такие ее положения, при которых видимое угловое расстояние Луны от Солнца составляет 90° .

Наибольшие приливообразующие силы характерны для перигея лунной орбиты и положения Луны в сизигиях. В перигее, в положении наиболее близкого нахождения Луны к Земле, ее приливообразующая сила на 40% больше, чем в апогее.

В данной работе представлены результаты исследований влияния лунно-солнечного приливного цикла на сейсмическую активность на территории Западно-Уральского региона.

Нами исследованы 643 наиболее сильные сейсмические события (наиболее крупных динамических явления), произошедшие на территории Западного Урала за период времени с 2010 по 2021 год. К ним относятся события природного характера – тектонические землетрясения с магнитудой до 5,4, обвальные землетрясения, а также события техногенного характера – это горно-тектонические удары на различных месторождениях Западного Урала [10].

Все анализируемые нами сейсмические явления нанесены на специальные диаграммы на рисунках 1(а) – 12(а), по вертикальной оси которых отложено время между событием и прохождением Луны через перигей орбиты, а по горизонтальной оси – фазы Луны в момент события. На обеих осях совмещены симметричное положение фаз Луны с положением Луны на орбите вокруг Земли.

Анализ диаграмм на рисунках 1(а) – 12(а), которые построены для полных сидерических и синодических циклов, позволил заключить, что сейсмические события сконцентрированы в определенных поясах. Выделенные пояса имеют одинаковую ширину – 7 суток. Диаграммы показывают, что большинство сейсмических событий происходит в те моменты, когда синодический и сидерический циклы совпадают по фазе или находятся в противофазе, т.е. в те моменты, в которые один из сизигийных приливов усилен за счет перигейного прилива. Промежуточные фазовые сдвиги содержат значительно меньшее количество событий.

Гистограммы на рисунках 1(б) – 12(б) характеризуют распределение сейсмических событий в различных поясах. Так, 42,1% всех землетрясений и горно-тектонических ударов Западно-Уральского региона произошло в те моменты (пояс I), когда синодический и сидерический циклы были в пределах одной недели от фазы синхронизации (новая луна во время перигея). А 33,3% данных сейсмических событий произошло во время «противофазного» соотношения синодического и сидерического циклов (полная Луна в перигее). Только 24,6% землетрясений и горно-тектонических ударов Западно-Уральского региона произошло во всех других фазовых сдвигах (для пояса II отмечено 10,9% событий, для пояса IV – 13,7%).

Отнесем к первой группе пояса диаграммы с номерами I и III, ко второй группе – пояса с номерами II и IV. Суммарные площади поясов первой и второй группы одинаковы. Однако первая группа содержит 75,4% горных ударов землетрясений Западного Урала, тогда как вторая группа, соответственно, 24,6%. Таким образом, плотность распределения событий в первой группе в 3 раза выше, чем во второй.

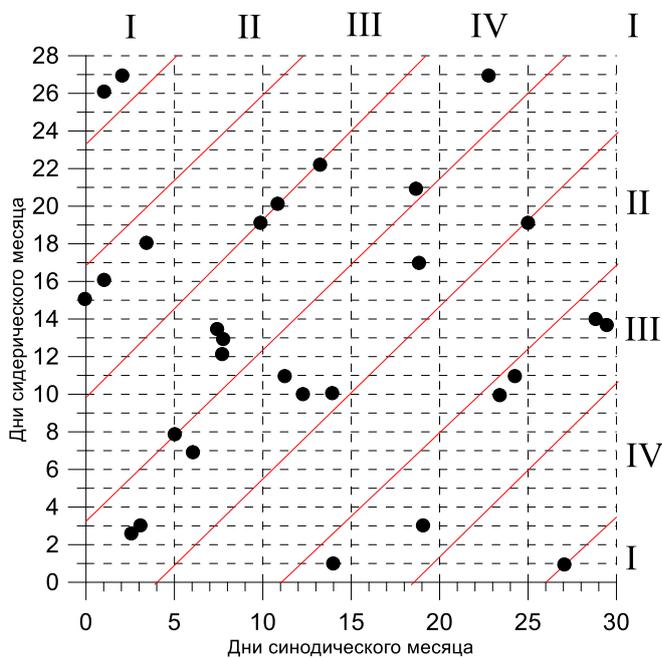


Рис. 1. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2010 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

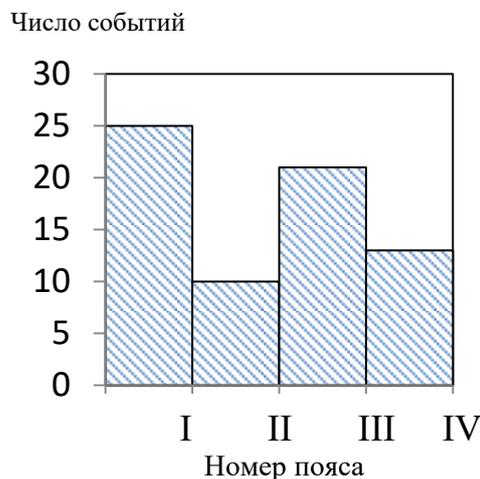


Рис. 1. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2010 год

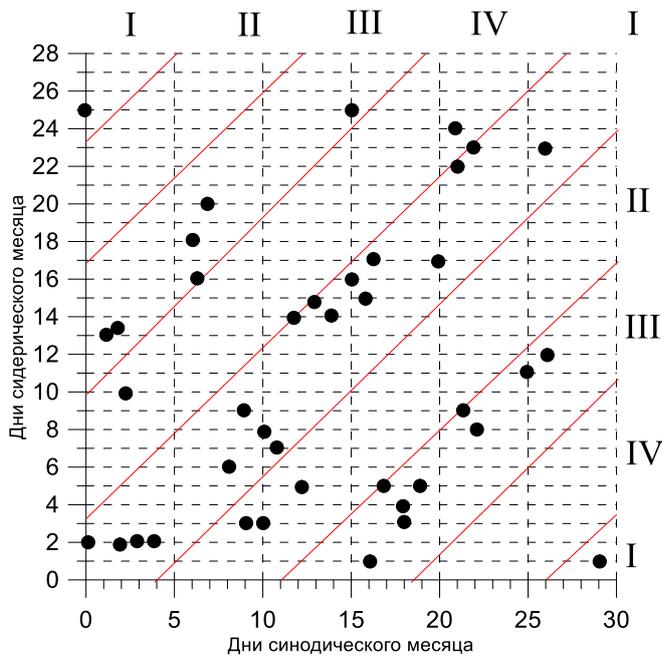


Рис. 2. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2011 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите



Рис. 2. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2011 год

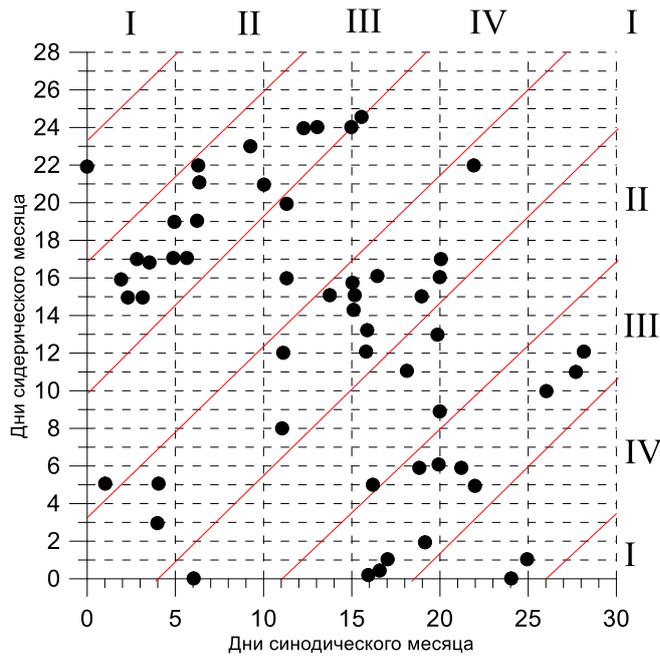


Рис. 3. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2012 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

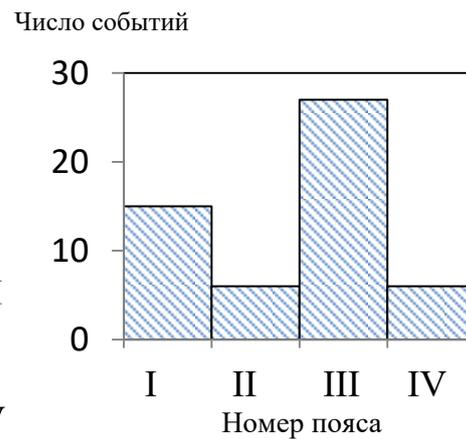


Рис. 3. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2012 год

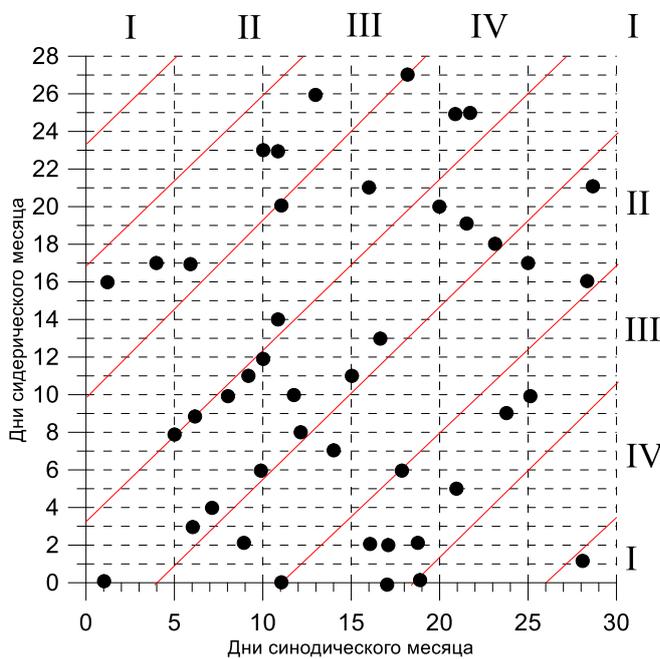


Рис. 4. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2013 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

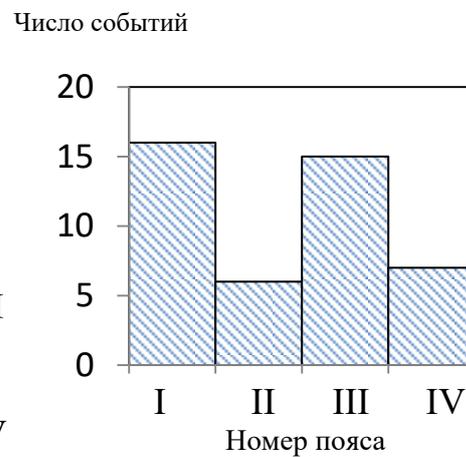


Рис. 4. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2013 год

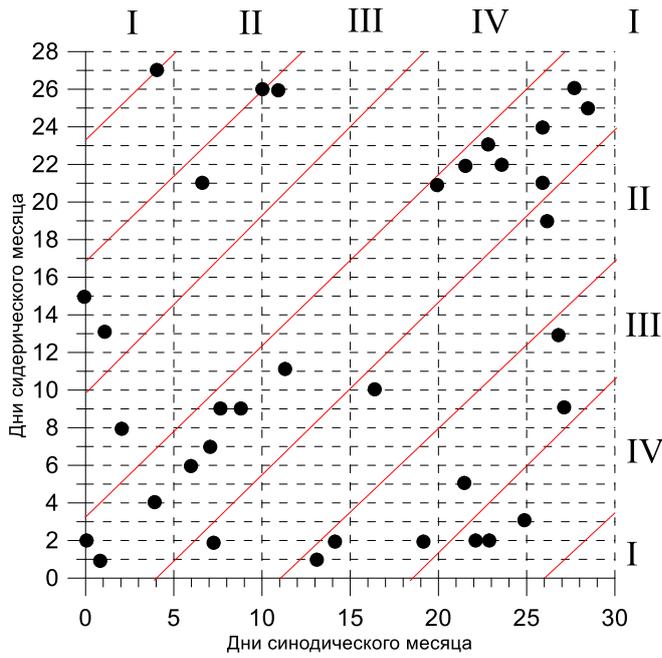


Рис. 5. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2014 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

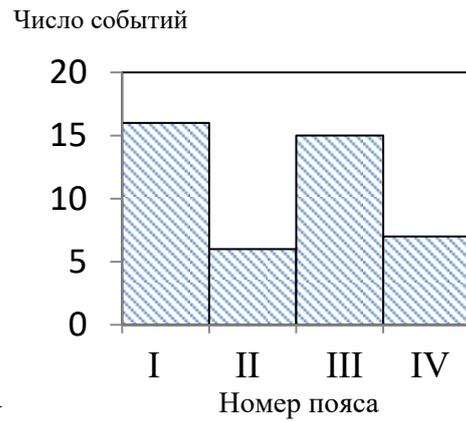


Рис. 5. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2014 год

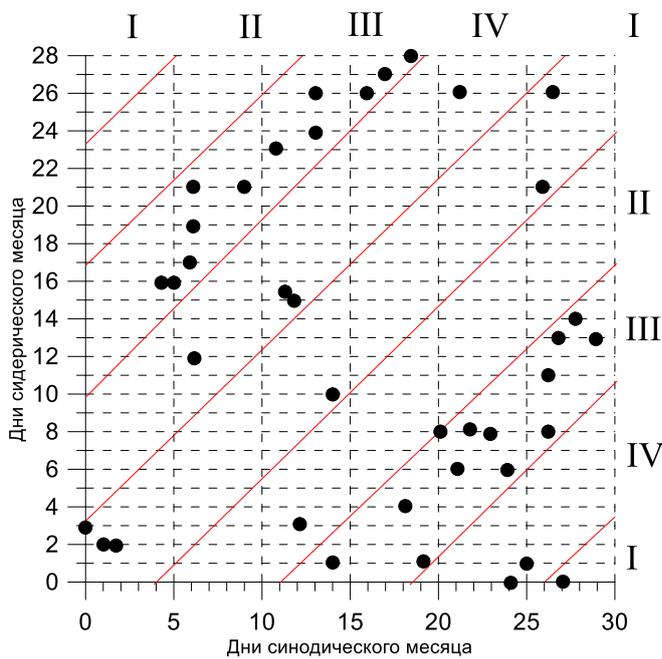


Рис. 6. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2015 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

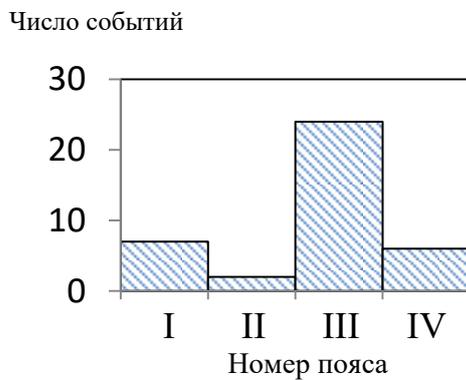


Рис. 6. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2015 год

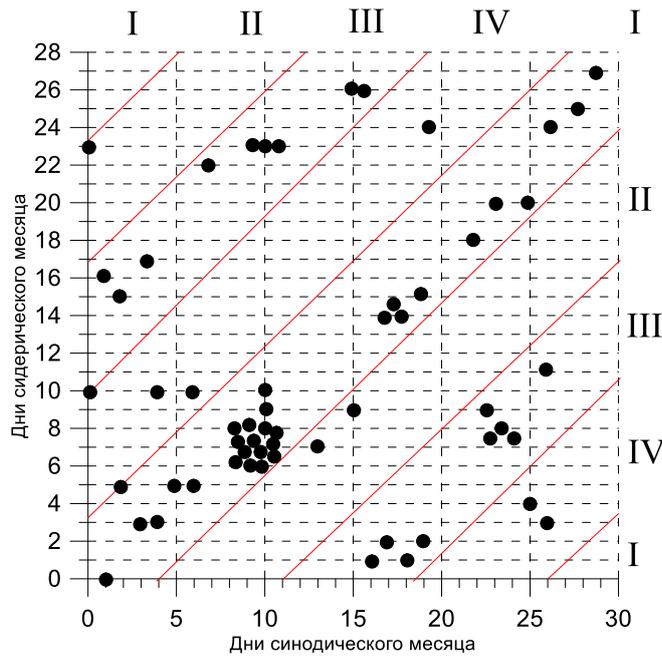


Рис. 7. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2016 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

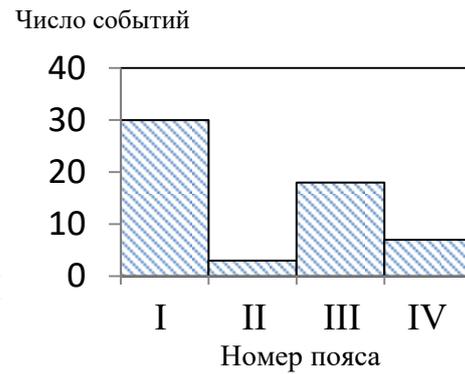


Рис. 7. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2016 год

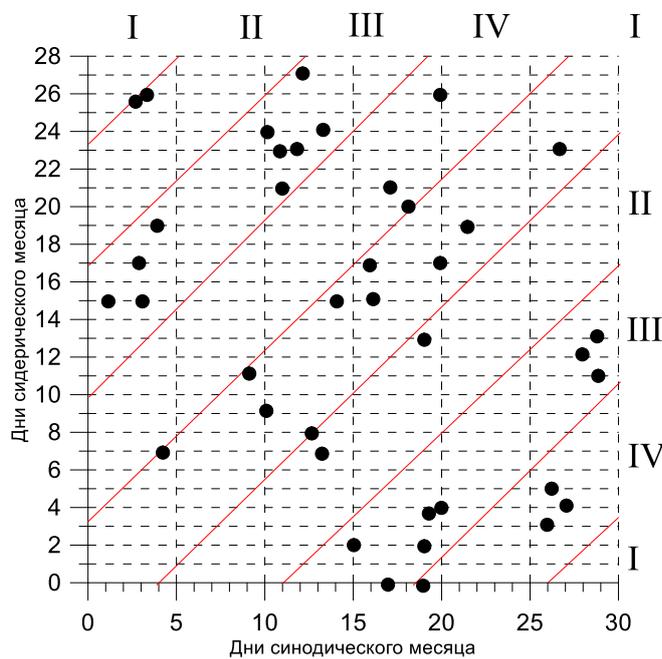


Рис. 8. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2017 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

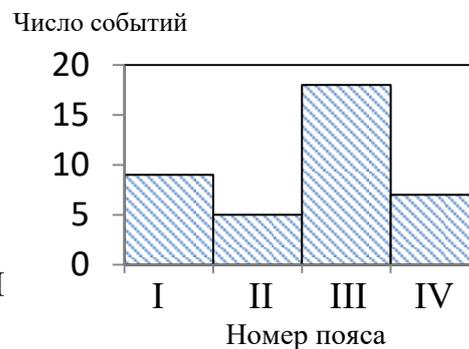


Рис. 8. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2017 год

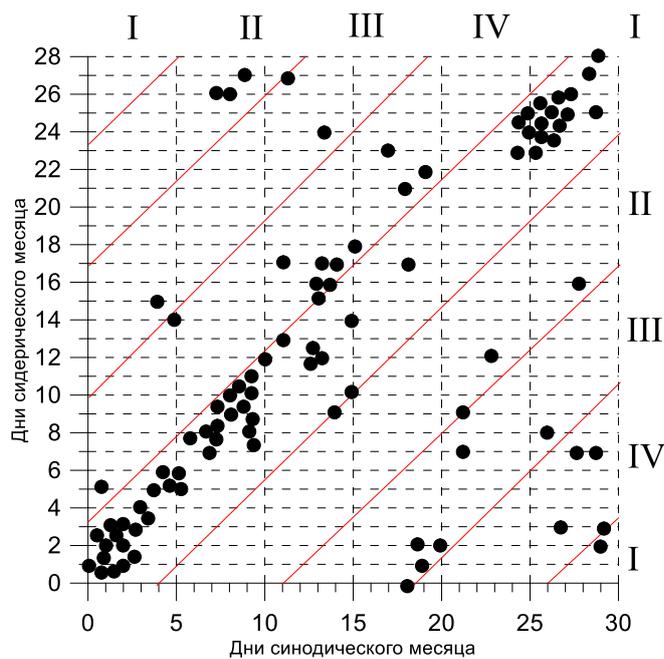


Рис. 9. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2018 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

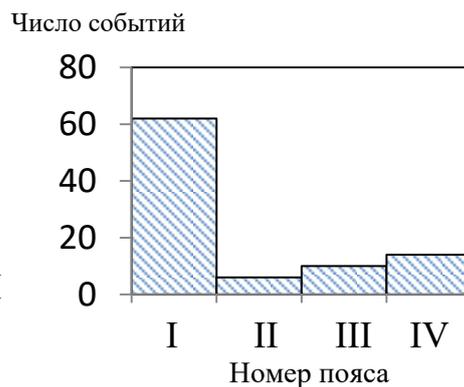


Рис. 9. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2018 год

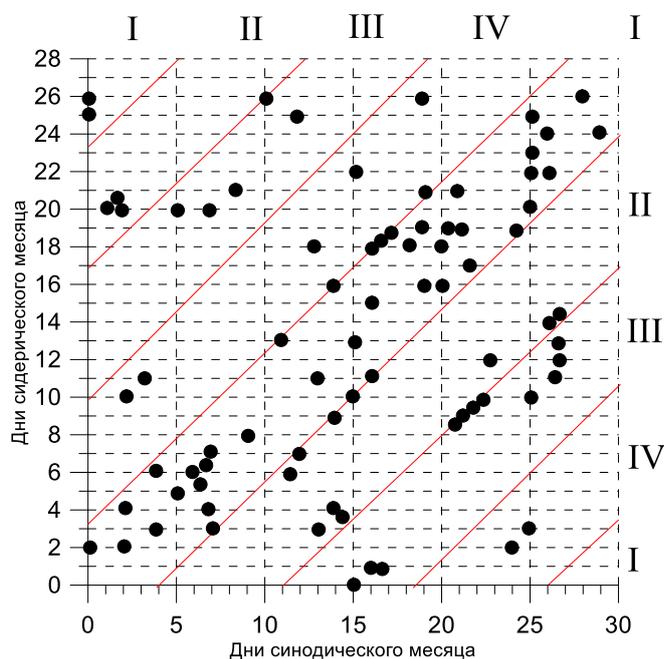


Рис. 10. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2019 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

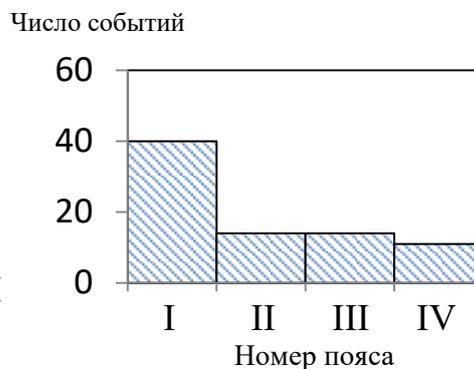


Рис. 10. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2019 год

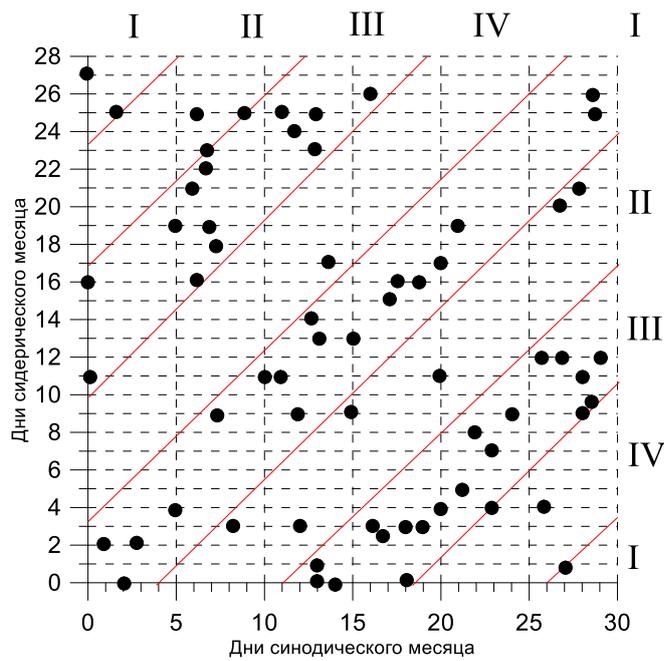


Рис. 11. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2020 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

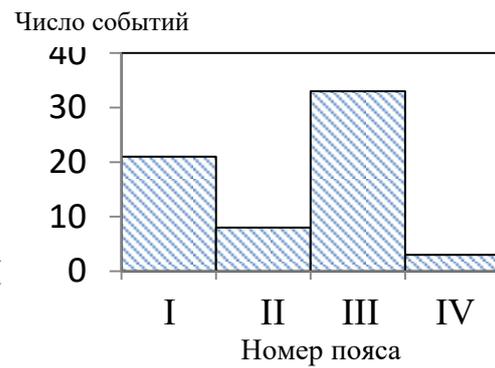


Рис. 11. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2020 год

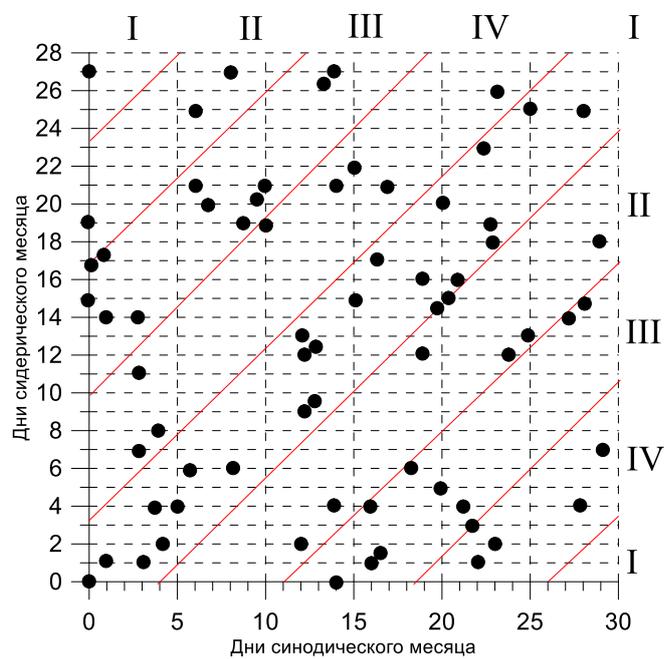


Рис. 12. (а)

Диаграмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2021 год в зависимости от фаз Луны и ее положения на орбите

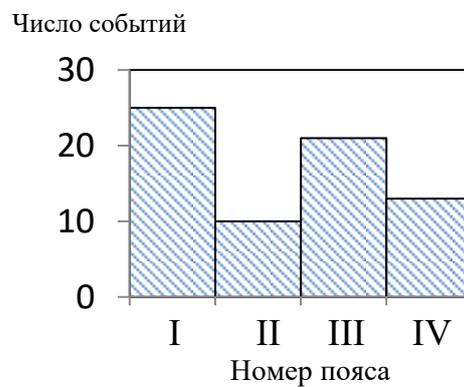


Рис. 12. (б)

Гистограмма горных ударов и землетрясений западно-уральского региона за 2021 год

Установленные соотношения могут быть использованы для прогнозирования временных интервалов повышенной вероятности реализации различного рода сейсмических событий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прогноз и предотвращение горных ударов на рудниках / под ред. И.М. Петухова, А.М. Ильина, К.Н.Трубецкого. – М.: Изд-во Акад. горных наук, 1997. – 375с.: ил.
2. Чернов О.И., Пузырев В.Н. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. – М.: Недра, 1979. –296 с.: ил.
3. Войтов Г.И. Периодичность газодинамических явлений в шахтах и лунно-солнечные приливы в земной коре // Разработка концепции мониторинга природно-технических систем: Т. 2: Методика и результаты геодинамического мониторинга природно-техногенных объектов. – М., 1993. – С. 171-184.
4. Тамразян Г.П. Землетрясения в Приказбекском районе и упругие приливы // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1956. – № 7. – С. .
5. Володичев Н.Н., Подорольский А.Н., Левин Б.В., Подорольский В.А. Корреляция появления крупных серий землетрясений со временем фаз новолуния и полнолуния. // Вулканология и сейсмология. – 2001. – № 1. – С.60-67.
6. Некрасова Л.В. Лунно-солнечные приливы и вариации природно-техногенной сейсмичности // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых: сб. докл.: материалы науч. сес. ГИ УрО РАН по результатам НИР в 2001 г. – Пермь, 2002. – С. 37-40.
7. Некрасова Л.В. Приливной цикл и вариации природно-техногенной сейсмичности на Западном Урале // Четвертая Уральская молодежная научная школа по геофизике: сб. учеб.-науч. материалов / ГИ УрО РАН [и др.]. – Пермь, 2003. – С. 138-141.
8. Perrey Al. Memoire sur les rapports qui peuvent exister entre la frequence des tremblements de Terre et l'age de la Lune. «Comptes Rendus des séances de l'Academie de Sciences»: v. XXXVI. – 1853. – № 12. – P. 534-540.
9. Нестеренко П.Г., Стюас М.В. Гравитация и сейсмичность. – Текст электронный. – URL: http://neotec.ginras.ru/comrus/_nesterenko-p-g-i-dr-gravitaciya-i-seysmichnost.pdf. (Дата обращения 15.10.22).

УДК 550.834

DOI:10.7242/echo.2022.4.15

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСПОЗНАВАНИЯ
ТРЕЩИНОВАТЫХ СРЕД В ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ
СЕЙСМОЗАПИСЕЙ НА ШЕЛЬФЕ
В ПРИКАСПИЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОВИНЦИИ**

И.И. Семерикова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В основу предлагаемой методики распознавания трещиноватых сред, разработанной в Горном институте УрО РАН, положен подход динамического анализа поля отраженных продольных волн. Данный подход базируется на совместном анализе комплектов динамических параметров продольных отраженных волн, установленных нашими исследованиями как поисковые признаки трещиноватых сред различных классов (протяженные или мелкие разноориентированные). Исследовались их поведение и степень чувствительности в зависимости от параметров трещиноватости как в лабораторных условиях (математическое сейсмо моделирование, физическое моделирование на крупных образцах натуральных горных пород и из искусственных материалов), так и в условиях естественного залегания горных пород в зонах с известными параметрами трещиноватости. Демонстрируются результаты применения данной методики на месторождении углеводородов в пределах акватории северного сектора Каспийского моря. На разрезах эффективного параметра, оценивающего вероятность наличия трещиноватости, удается дифференцировать и картировать три отдельных тонких пласта – коллекторы с разуплотненными свойствами внутри интервала пород между опорными отражающими горизонтами, который считается и по волновой картине выглядит однородным. Также в этом интервале на участке горизонтальной скважины с аварийным динамическим газовыделением повышенными значениями эффективного параметра выявлена яркая зона трещиноватости, ненаблюдаемая как на временном кубе, так и на кубах других традиционных атрибутов.

Ключевые слова: динамический анализ, амплитудные и спектральные характеристики, эффективный параметр вероятности наличия трещин, трещинный тип коллектора.