

О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ОСОБЕННОСТЕЙ АМПЛИТУДНО – ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МТ-ПОЛЯ СО СТРОЕНИЕМ ЛИТОСФЕРЫ И ВОЗМОЖНЫМ ПРОГНОЗОМ СИЛЬНЫХ И РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.

Токтосопиев¹ А.М., Золотарев² А.В., Хусамидинов³ С.С.

¹доктор физ.-мат. наук, профессор КГЮА, ²научный сотрудник Института сейсмологии НАН КР, ³доктор физ.-мат. наук Институт сейсмологии АН РУз

К методам, применяемым для прогноза сильных землетрясений, относятся: режимная электрометрия, исследование динамики химического состава подземных вод, режим теллурических токов, наклонометрия, измерение деформаций горных пород и т.д. Наблюдаемые вариации исследуемых параметров, в зависимости от места исследований, могут иметь амплитуды от нескольких до десятков процентов с периодами до 5-7 месяцев, 1 год. Но иногда наблюдаются и более резкие, высокочастотные измерения геофизических и геохимических параметров с периодом в несколько дней.

Считается, что вид графиков вышечисленных природных явлений зависит от метеорологических факторов и прогностических эффектов, когда аномальные изменения наблюдаемых параметров совпадают с периодом региональной и местной сейсмической активностью.

На Бишкекском прогностическом полигоне нами были проанализированы среднемесячные значения естественного поля (ЕП), режимного дипольного электроразондирования (ДЭЗ) и грунтового радона (R_n). Результаты представлены на рис. 1. На исследуемых графиках видна хорошая корреляция поведения кривых, которые напоминают сезонный ход. Для всех кривых были просчитаны коэффициенты автокорреляции с целью выделения степени повторяемости.

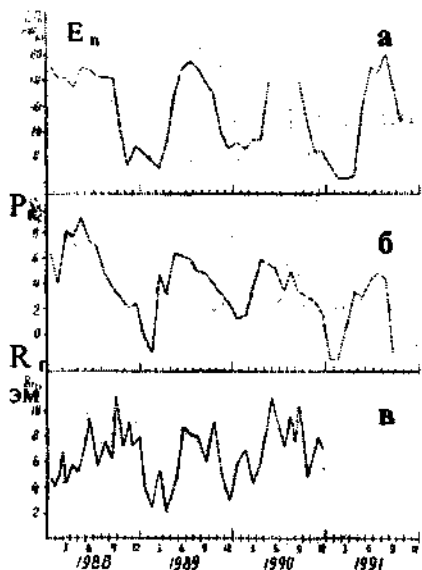


Рис 1. Графики среднемесячных значений: а) естественного электрического поля; б) удельного сопротивления ρ_k ; в) радон R_n , полученных на Бишкекском прогностическом полигоне.

В результате получены следующие значения при сдвиге $\tau = 1$ месяц: коэффициенты автокорреляции режимной электрометрии равен $r_a = 0,89$, естественного поля $r_a = 0,89$ и грунтового радона $r_a = 0,67$.

Коэффициенты корреляции между рассматриваемыми параметрами составили:

а) естественное поле – режимной электрометрии $r_k = 0,82$

б) естественное поле – грунтовой радон $r_k = 0,68$

в) режим электрометрии – грунтовой радон $r_k = 0,72$

Учитывая полученные высокие коэффициенты автокорреляция и корреляции рассматриваемых графиков, можно сделать выводы о том, что данных методах исследований видим периодические высокоамплитудные изменения исследуемых параметров, которые характеризуют циклические, обратимые процессы в земной коре, не связанные с сейсмическими событиями, а отражающие какие-то внутрикоровые явления, характерные для сейсмоактивных районов.

Подобные закономерности отмечены и в других методах: гидродинамических, в изменении скорости вращения Земли и т.д.

Изучение геодинамических параметров проводилась на многих полигонах мира, в частности в Грузии на Душетской станции земных токов (рис. 2, 3) в течении 1948 – 1972

гг. [1]. Было отмечено, что закономерности в изменении активности электротеллурического поля в продолжении года очень четко выявляются на усредненных кривых, составленных как по всем, так и по сильно возмущенным часам и дням. Все кривые (в том числе и тангенциальная составляющая лунных приливов) позволяют синхронность и экстремумы их совпадают = максимумы активности в марте и октябре, а минимумы в месяцах летнего и зимнего солнцестояния.

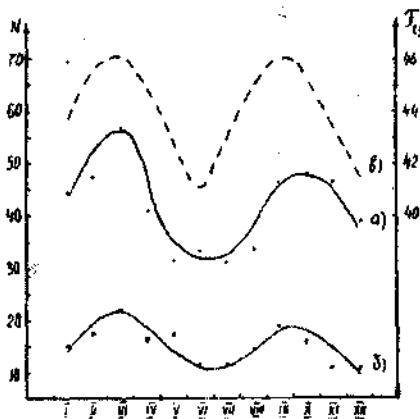


Рис.2 Динамика теллурических токов на станции Душетки 1948 – 1970 гг.: а) возмущенные часы; б) сильно возмущенные часы; в) значение усредненной меридиональной тангенциальной составляющей лунных приливов лунных приливов.

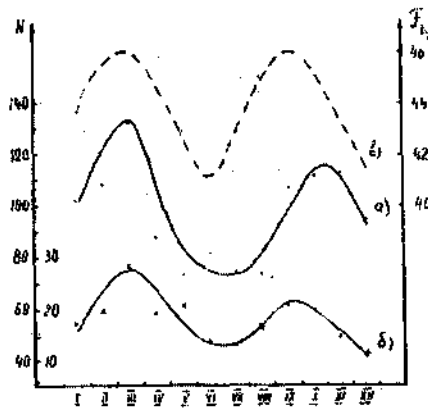


Рис.3 Динамика теллурических токов на станции Душети 1948 – 1972 гг.: а) возмущенные дни; б) сильно возмущенные дни; в) значение усредненной меридиональной тангенциальной составляющей лунных приливов.

Аналогичные результаты исследований о связи режимных электрометрических наблюдений, сейсмичности и тангенциальной составляющей лунных приливов получены на Бишкекском прогностическом полигоне [2].

Из вышеизложенного можно утверждать, что выявленные закономерности активности электротеллурического поля носят планетарный характер. Это заключение подтверждается также рядом авторов, например Виноградовым П.А.[3], Дубровским В.Г. [4]. Основные результаты, полученные ими с целью выявления закономерности в изменении активности электротеллурического поля в продолжении суток, месяцев, сезонов обнаруживается в активности геомагнитного поля, что указывает на тесную связь между переменными частями геомагнитного и теллурического полей.

Возникла необходимость в изучении более глубоких геофизических процессов, непосредственно связанных с особенностями строения литосферы.

Основными геофизическими методами глубинных исследований строения земной коры и верхней мантии являлись глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ), глубинное магнитотеллурическое зондирование (ГМТЗ). Но в последнее время по экологическим мотивам отмечены ГСЗ, а ГМТЗ испытывают кризис интерпретации полученных результатов. Считается, что основная трудность глубинной геоэлектрики состоит в том, что горизонтальная неоднородность приповерхностного слоя (Бердичевский М.Н., Жданов М.О.) [5] искажает электромагнитное поле магнитотеллурического зондирования. Выполненные в различных районах Земли ГМТЗ, дали немало примеров ложных геоэлектрических структур.

Кризис в анализе ГМТЗ заставил геофизиков отказаться от формальной интерпретации ГМТЗ, так как основное внимание геофизиков привлекают аномалии переменного электромагнитного поля Земли. Данные аномалии заслуживают внимания тем, что они должны нести информацию о фазовом и термодинамических состояниях

земной коры и верхней мантии. Многие из этих аномалий вызваны глубинными проводящими телами, возникающим благодаря гидротермальным явлениям и процессам частичного плавления. Наблюдения, анализ и интерпретация таких аномалий называется глубинным электромагнитным профилированием (ГЭМП), суть которого заключается в сравнении амплитуд составляющих магнитотеллурическое поле по отношению заранее выбранной точке.

Другим возможным методом изучения глубинного строения земной коры и верхней мантии является нижеследующий. По первичным материалам ранее проведенных работ методом ГМТЗ были построены графики амплитудно-частотных характеристик магнитотеллурического поля точек зондирования, находящихся на территории северной части Кыргызстана (рис. 4). Из анализа этих графиков видно, что амплитудно-частотные характеристики каждой из точек зондирования строго индивидуальны, с течением времени изменяют свой вид. Очень существенно отличаются между собой амплитудно-частотные характеристики точек зондирования, находящихся на Муюнкумо-Наратском массиве и Срединном Тянь-Шане.

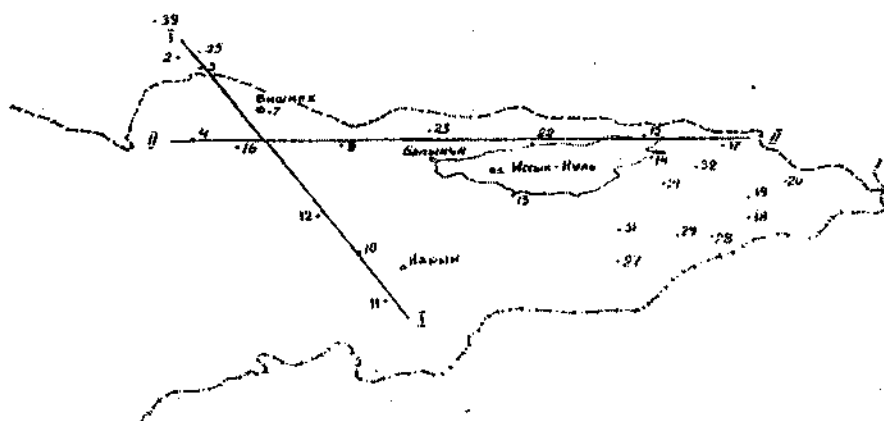


Рис.4 Схема расположения точек ГМТЗ на территории Кыргызии.

На рис.5 представлены амплитудно-частотные характеристики магнитотеллурического поля двух близлежащих (10 км) точках ГМТЗ №2 и №25, причем разница во времени между зондированием составила 2 года. На рисунке видно, что форма амплитудно-частотных характеристик этих точек зондирования чрезвычайно похожа, но они различаются по амплитуде и сдвинуты по частоте, а из этого следует, что из набора полученных амплитудно-частотных характеристик в каждой точке зондирования можно выделить характерную, которая и будет отражать индивидуальность данной точки зондирования.

Из рис. 5 также видно, что градиенты электрической и магнитной составляющих наблюдаемого магнитотеллурического поля идентичны, а это означает, что импеданс, определяемый как отношение электрической и магнитной составляющей $Z_{xy} = E_x / H_y$ будет величина постоянная, т.е. на кривой $\rho_T = 0,2 \times T \times Z^2$ наблюдаемый факт возмущения магнитотеллурического поля на данных частотах не отразится или почти не отразится, что и еще раз говорит об ограничениях классического метода ГМТЗ.

Из рис. 5 также видно, что вид амплитудно-частотных характеристик магнитотеллурического поля напоминает электромагнитное поле излучения нагретого тела, где прямая линия – это фоновое излучение, а согласно скин-эффекту частота излучения отражает определенные глубины. Подтверждением этому может служить и не

совсем понятный на первый взгляд наблюдаемый факт: с возрастанием частоты МТ-поля количество регистрируемых вариаций не возрастает, а может даже существенно уменьшиться, но в тоже время наблюдается закономерность соответствия увеличения количества регистрируемых вариаций МТ-поля и увеличения амплитуды МТ-поля на определенных периодах.

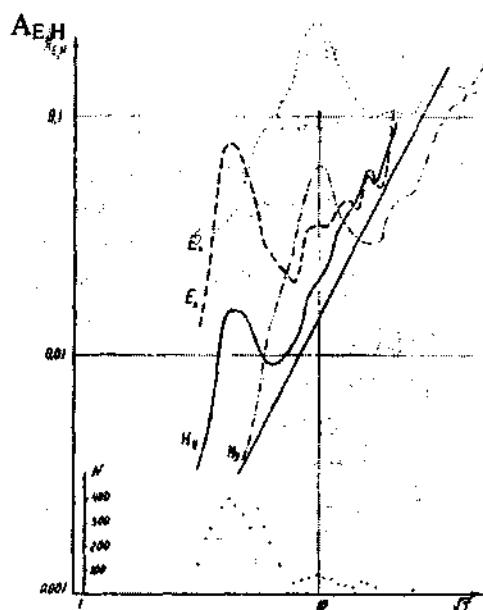


Рис.5 Амплитудно – частотные характеристики МП – поля, полученные при ГМТЗ №2 и №25. №39 №2 №3 №16 №12 №10 №11

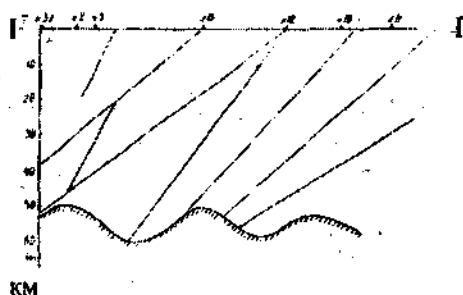


Рис. 6 Разрез земной коры профилю I – I на территории Киргизии, полученный на основании анализа особенностей амплитудно – частотной характеристики H_y составляющей МТ – поля ГМТЗ.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что по амплитудно-частотным характеристикам МТ-поля можно судить об особенностях строения земной коры и верхней мантии. В первом приближении на основании особенностей амплитудно-частотных характеристик каждой отдельной точки МТЗ, опираясь на основные свойства электромагнитного поля (непрерывность, скин-эффект и др.) были построены разрезы земной коры на территории Северного Тянь-Шаня по меридиальному (рис. 6) и широтному (рис. 7) профилям. Полученные разрезы отражают сложную аксонометрическую картину строения земной коры в исследуемой части Кыргызстана. Выделяется боковое строение земной коры и при данной геометрии блоков следует, что часть из них при наличии больших горизонтальных напряжений испытывает вдавливающую, другая выдавливающую силы, что и ведет к увеличению мощности земной коры, росту гор.

Подобная картина возможна, если рассматривать картину Кыргызстана, горную страну, как следствие взаимодействия Евроазиатской и Индийской плиты, причем наблюдаемые линейные структуры на разрезах могут быть глубинными разломами как показано на рис. 8 эксперименты по трехосному сжатию продемонстрировали, что направление плоскости разрыва определяется на глубине. Сжатие считается положительной величиной, причем $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.

Таким образом плоскость разрыва всегда параллельна промежуточному главному напряжению. Рис. 8 иллюстрирует соотношение между тоном разрыва и главным напряжением. На схемах а) и б) промежуточное главное напряжение вертикально, а максимальное и минимальное главные напряжения горизонтальны, и разрывы на схемах а) и б) представляют собой соответственно левосторонний и правосторонний сдвиги. Разлом

Сан-Андреас (Калифорния), Анатолийский разлом (Турция) и Срединная тектоническая линия (западная Япония) являются крупномасштабными разрывами этого типа (Моги 1988) [6]. На схеме в) промежуточное и максимальное главные напряжения горизонтальны, а максимальное главное напряжение горизонтальны, а минимальное главное напряжение вертикально, разрыв в этом случае относится к типу взбросов или надвигов. Почти все сильнейшие мелко фокусные землетрясения, возникающие в процессе субдукции вдоль желобов, вызываются подвижкой этого типа. На диаграмме г)

промежуточные и минимальные главные напряжения вертикально; разрыв относится к категории сброса. В построенных разрезах, представленных на рис. 6 и 7 наблюдаются разломы соответствующие диаграммам в) и г). По широтному профилю рис. 7 были принесены гипоцентры ощутимых и сильных землетрясений (по данным института сейсмологии НАН КР). Все они «легли» на разломы, причем гипоцентры Кеминского и Жаланаш-Тюпского землетрясений «отскочили» от разлома, что и естественно, т.к. они находятся на 30-40 км в стороне от профиля.

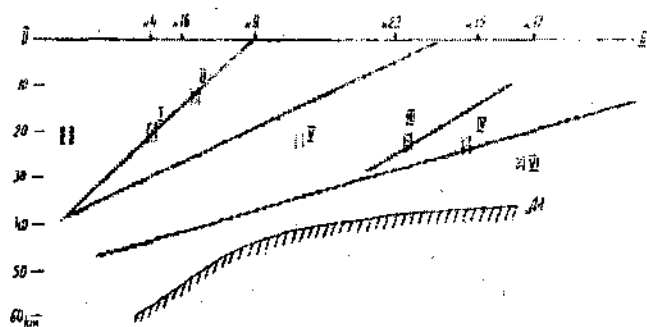


Рис. 7 Разрез земной коры по профилю II – II на территории Киргизии, полученный на основании анализа особенностей амплитудно – частотной характеристики H_y , составляющей МТ – поля ГМТЗ

Гипоцентры землетрясений: I – Беловодское; II – Таш – Башатское; III – Кемино – Чуйское; IV – Боосогунское; V – Кеминское; VI – Жаланаш – Тюпское.

№4 №16 №9 №22 №15 №17

Вартанена Г.С., Попова Е.П. и Волейшо В.О. о способе оценки пригодности гидрогеологического и геофизического объектов наблюдения для изучения геодинамических процессов по реакции изучаемого объекта на солнечно – лучные возмущения. Исследуемое место считается пригодным для изучения геодинамических процессов в случае хорошей реакции на приливные возмущения или, что устанавливается факт формирования солнечно – лунными приливами геодинамических процессов.

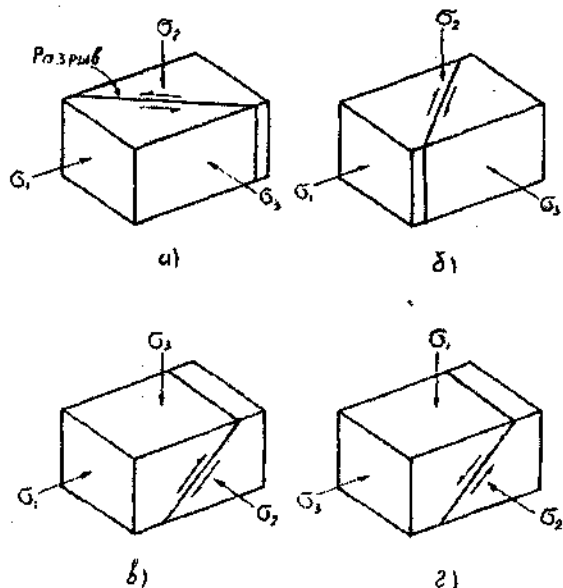


Рис. 8 Соотношение между типом разрыва и главным напряжением: где а) – левосторонний сдвиг; б) – правосторонний сдвиг; в) – взброс; г) – сброс.

Из полученных результатов следует, что рассматриваемая территория Кыргызстана испытывает попеременное горизонтальное меридиальное и широтное сжатие, причем первые из них являются доминирующими, и как следствие, произошло сокращение территории в области Гиссаро-Алайской зоны (ширина 80 км) на 5-6 км, территория Юго-Западного Тянь-Шаня на меридиане г. Коканда (ширина 240 км) – 12 км, Северо – Тянь-Шанской области на меридиане г. Нарьян (ширина 350 км) – 14 км (Юдахин Ф.Н.) [7], (Чедия О.К.) [8] при увеличении мощности земной коры от 40 км до 50-60 км.

В 1987 г. зарегистрировано изобретение

Но еще в конце 50-х, в начале 60-х годов XX века ряд исследований, ярким представлением которых был Личков Б.Л., объединилась под идеей, что вся структура и рельеф земной поверхности, геологическое строение земной коры сформировано и обусловлено неравномерностями многообразных движений планеты, происходящих в поля тяжести [9]. Не отрицая внутренних термальных процессов в Земле, эти исследователи делали главный упор на динамические причины, рождающиеся в ходе взаимодействия основных оболочек Земли: гидросферы, атмосферы и части мантии. Как писал Личков Б.Л. [9]: «Выводы нашей тектонической теории о создании гор, в следствии взаимодействия

оболочек Земли можно понять так, что поднятие гор есть резонанс приливного воздействия на литосферу, гидросферу и атмосферу. Возможно, что этот резонанс можно понять, как своего рода поднимающуюся приливную волну литосферы, возникающую в следствии воздействия на нее остальных оболочек. С представлением о приливном поднятии литосферы согласуется вертикальный характер возникающих при этом поднятий. Т.е. в данном случае рассматривалось только нормальная составляющая лунно – солнечных приливов.

Объясняя многие факты, астрогеологии не могли отвергнуть расчетов, в частности Парийского Н.М. [10], показавшего, что напряжение, возникающее в твердом теле Земли от нормальных приливных волн и неравномерности вращения, очень малы и их энергии недостаточно, чтобы обеспечить общий подъем горных пород, деформацию их в складчатых областях, появления мощных магматических процессов.

К настоящему времени скопилось достаточно фактов, что все таки существует весьма существенная связь лунных приливов и геодинамических процессов. Интересен тот факт, что центр тяжести системы Земли – Луна находится на глубине 1600-1700 км Земли – на этой же глубине методом глубинного сейсмозондирования и методом магнитовариационного зондирования отмечен глобальный проводящий слой.

Американские астрологи Килетон С. и геофизик Нопофф Л. [11] на основании особенностей элементов орбиты Луны и связи этого с землетрясениями сделали в 1983 г. расчет возможного следующего землетрясения в 1987 г. в Калифорнии, что затем и подтвердилось.

Как известно, Луна в своем вращении вокруг Земли совершает весьма сложное движение. Оно определяется тем, что плоскость эклиптики наклонена на плоскость экватора на $23^{\circ}27'$ и плоскость орбиты Луны изменяется относительно плоскости эклиптики на $\pm 5^{\circ}$, т.о. Луна относительно земного экватора может находится в зените на широтах $\pm 28,5^{\circ}$, при этом расстоянии Луны от Земли может измениться на 40000 км, т.е. более чем на 10 % расстоянии. Обычно рассматриваемые действия приливных сил по нормали к земной поверхности, как было сказано выше, по абсолютному значению является очень малыми величинами для совершения какой-то существенной работы.

Рассмотрим тангенциальную составляющую приливного воздействия Луны на отдельные литосферные плиты Земли. Так как по теории Вегенера признается возможность горизонтальных перемещений литосферных плит, то рассмотрим возможность «работы» тангенциальных составляющих приливных лунных воздействий и как это может проявляться в зонах сочленения литосферных плит и блоков.

На основании эфемерид Луны были рассчитаны значения тангенциальных составляющих (меридиональные и широтные) лунных приливов. Полученные значения были сопоставлены с сейсмической активностью в различных регионах Земли. В виду сложных движений Луны относительно Земли сидерический лунный месяц может длиться от 26 до 28 дней, а максимум может наступать на 11-17 день месяца. В данном случае (рис. 9, 10) рассматривается статистика землетрясений с 1982 по 1986 годы (65 лунных месяцев). Для корректного суммирования количества и выделившейся энергии землетрясений каждый день сидерического лунного месяца определяется не порядковым номером, а отношением $F_{tgi} / F_{tgi\max} \times 100\%$, где F_{tgi} - день сидерического лунного месяца, а $F_{tgi\max}$ - максимальное значение в данный месяц. На гистограммах по горизонтальной оси откладывались значения, $F_{tgi} \pm 100\%$, а по вертикали количество и суммарная выделившаяся энергия землетрясений. Для сравнения в том же стиле представлена сейсмическая активность и в течении синодического лунного месяца (новолуние, полнолуние), где $\Delta\alpha$ - разность прямых восхождений Луны и Солнца, так что $\Delta\alpha = 0$ соответствует новолунию, а $\Delta\alpha = 12^h$ – полнолунию. Были проанализированы события, произошедшие на территории Кыргызстана и близлежащих районов в пределах

$\varphi = 36.0^\circ - 43.0^\circ$ и $\lambda = 63.0^\circ - 78.0^\circ$ за период 1982 – 1986 гг. рис. 9.10 с энергией $K \geq 13$. На гистограммах видно, что большинство землетрясений и суммарная выделявшаяся энергия приурочены к экстремальным значениям тангенциальной составляющей лунных приливов, а на гистограммах нормальных приливов наблюдается хаотический разброс значений, как в случае количества так и суммарной выделявшейся энергии землетрясений.

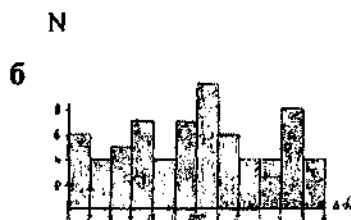
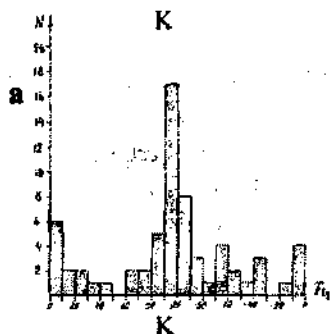


Рис. 9 Гистограмма суммарного количества землетрясений с $K \geq 13,0$ на территории Киргизии и близлежащих районов, произошедших в течении сидерического – а) и синодического - б) месяцев за период 1982 – 1988 гг.

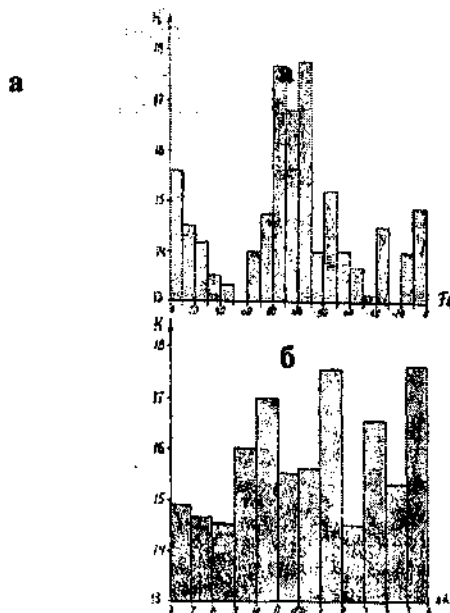


Рис.10 Гистограмма суммарной сейсмической энергии выделявшейся в течении сидерического – а) и синодического – б) месяцев за период 1982 – 1988 гг. на территории Киргизии и близлежащих районов.

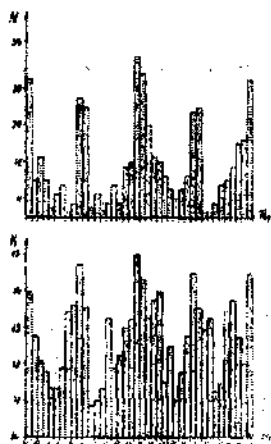


Рис. 11 Гистограмма суммарного количества землетрясений N и суммарной сейсмической энергии с $K \geq 10$ за сидерический лунный месяц на территории Камчатки и Командорских островов за период 1982 – 1986 гг.

Т.к. здесь рассматриваются планетарные взаимодействия, то подобная закономерность исследовалась и в других сейсмоактивных регионах Земли. Были проанализированы проявления сейсмической активности в сравнении с изменяющейся «тангенциальной» Луной на Камчатке и Командорских островах (рис. 11), Кавказе (рис. 12), Прибайкалье и Забайкалье (рис. 13), Копетдаге (рис. 14), Карпатах (рис. 15). На представленных гистограммах как количества, так и энергетических в зависимости от значений тангенциальной составляющей лунных приливов существенно выделяются четыре максимума соответствующих: $\pm 100\% F_{tg}$ - максимуму меридиальной составляющей и в случае нулевых значений, максимума достигает широтная составляющая.

На основании вышеизложенного, данную закономерность можно использовать с целью прогноза сильных и разрушительных землетрясений, рассматривая экстремальные значения тангенциальных составляющих лунных приливов как наиболее вероятные моменты реализации подготовившихся сильных землетрясений в любых сейсмоактивных регионах Земли, причем данные сейсмоактивные «критические» дни можно рассчитывать на годы вперед.

По теории МТЗ амплитуда МТ- поля с увеличением периодов монотонно возрастает, примерно повторяя прямую линию с весьма несущественными отклонениями, характеризующими особенности строения земной коры в данном месте исследования, а на больших периодах она выхолаживается. Но практически наблюдения характерный вид с, как заметили ряд исследователей [12], большим прогибом, что, по их мнению, характеризует наличие водоносных слоев. Но естественней предположить, что имеет место на определенном интервале периодов МТ- поля аномальное увеличение амплитуд электрических и магнитных составляющих МТ – поля, и из рис. 5 видно, что удаленные друг от друга точки зондирования №2 и №25 имеют почти идентичные амплитудно-частотные характеристики, но смещение по периодом ($\max T_2 \approx 20$ сек, $T_{25} = 100$ сек), что отражает существенно разные глубины.

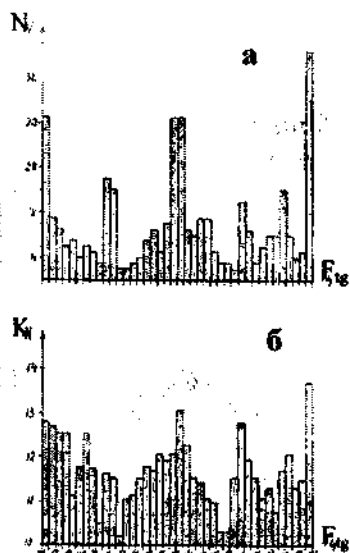


Рис.12 Гистограмма суммарного количества землетрясений N и суммарной сейсмической энергии с $K \geq 10$ на территории Кавказа за период 1982 – 1986 гг.

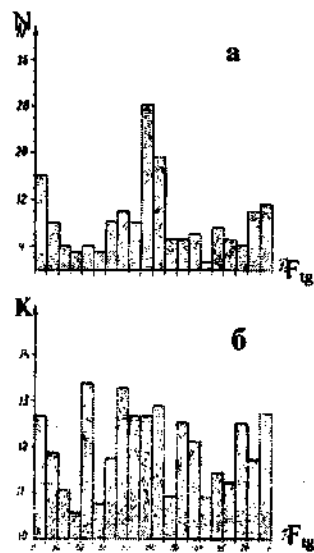


Рис. 13 Гистограмма суммарного количества землетрясений N и суммарной сейсмической энергии с $K \geq 10$ на территории Прибайкалья и Забайкалья за период 1982 – 1986 гг.

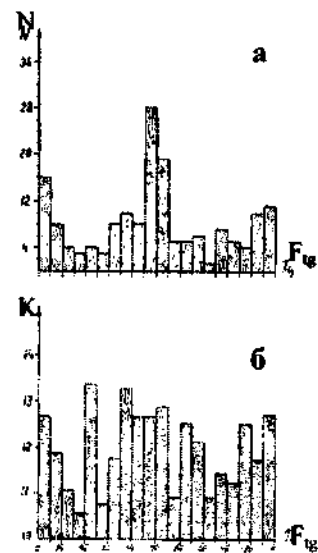
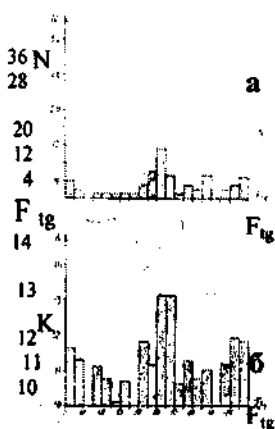


Рис. 14 Гистограмма суммарного количества землетрясений N и суммарной сейсмической энергии с $K \geq 10$ на территории Колетдага за период 1982 – 1986 гг.

Аномальные повышения на некоторых периодах наблюдаемых амплитудно-частотных характеристиках МТ – поля отражается на всех точках зондирований, проведенных на территории Кыргызстана. Из вышеизложенного следует, что то, что допускалось в методе МТЗ (шаг исследований –30-40км), неприемлем в данном методе, который предполагает шаг в 10-15км, а в зонах сочленения не далее 5 км, чтобы вскрыть особенности глубинного строения с большей точностью.



По имеющимся данным зондирований была построена карта особенностей амплитуд N_y составляющей МТ – поля (как более характерная и устойчивая характеристика) на периоде 100 сек. в сравнении с особенностями наблюдаемого теплового потока (по данным Шварцмана Ю.Г.) [13], из чего видно хорошую согласованность поведения особенностей амплитуд N_y составляющей МТ- поля и теплового потока (рис. 16).

Рис. 15 Гистограмма количества землетря сений N и суммарной сейсмической энергии с $K \geq 10$ на территории Карпат за период 1982 – 1986 гг.

На рис.17 представлены особенности амплитуд H_y составляющей МТ-поля и данные инфракрасного излучения с дневной поверхности, полученные из космоса. На рисунке видна большая схожесть исследуемых полей. Смещение полей объясняется тем, что космоснимок отражает излучение с дневной поверхности, а особенности магнитной составляющей построены для какой – то глубины (и, как следует из рис. 6,7, при таких разрезах обязательно произойдет смещение). Т.о. из приведенных данных можно сделать вывод о том, что амплитудно-частотные

характеристики МТ –поля точек зондирования отражают наличие тепло - продуцирующих границ.

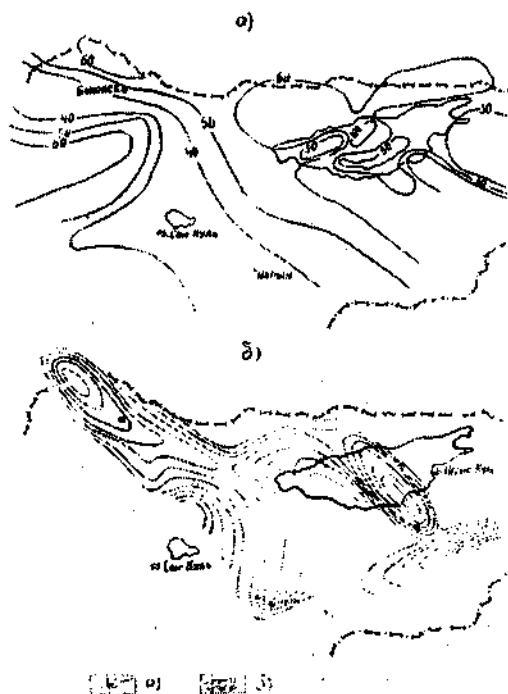


Рис. 16 Изотермы теплового потока: а) по Шварцману Ю.Т. и б) особенности амплитудно – частотной характеристики H_y составляющей МТ – поля по данным ГМТЗ части территории Киргизии с глубины 10 – 15 км.

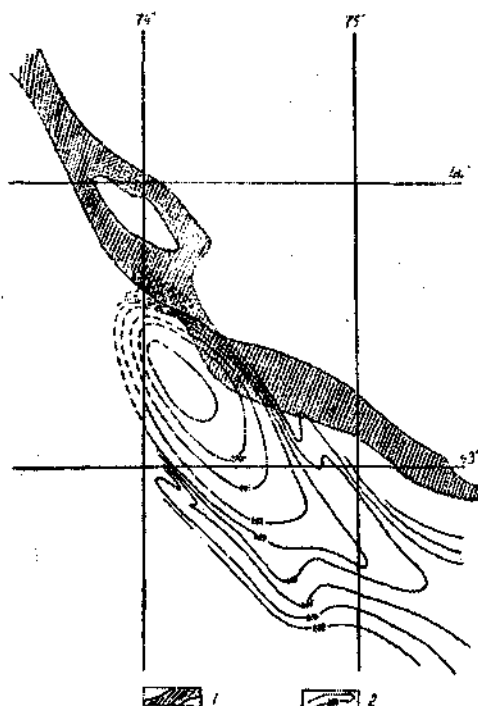


Рис. 17 Тепловой поток с дневной поверхности части территории Киргизии, полученный на космические снимках в инфракрасном диапазоне (1) и особенности амплитудно – частотной характеристики H_y составляющей МТ – поля по данным ГМТЗ [2] с глубинным 10–15 км.

Из вышеизложенного можно прийти к следующим выводам:

а) По рассчитанным заранее тангенциальным составляющим лунных приливов, можно рассчитывать дни, наиболее вероятные для реализации подготовившегося сильного землетрясения;

б) По проведенным синхронным (4-5 и более станциям) площадным зондированиям можно определить объемное строение земной коры исследуемой территории;

в) Проведение необходимого количеством станций мониторинга исследуемой территории (анализ полученной информации на центральном компьютере необходимо иметь почти в реальном масштабе времени (не позже 1^d) с целью наблюдения за состоянием земной коры с последующим определением возникновения необратимых процессов, могущих привести к сильному землетрясению. В зависимости от энергии и

удаленности от станций готовящегося землетрясения, магнитотеллурическое поле имеет своеобразный алгоритм поведения, по которому можно определить возможный момент и место будущего землетрясения;

г) Данные исследования могут применены для определения строения земной коры и ее состояния в районах крупных вулканов с последующим прогнозом их жизнедеятельности.

Литература:

1. Кебуладзе В.В., Лашхи А.С. Исследование общих закономерностей электротеллурического поля. – Тбилиси : Мецниереба, 1979г.
2. Золотарев А.В. О возможной причине низкочастотных вариаций режимных электрометрических данных. //Строение литосферы Тянь-Шаня. – Бишкек.: Илим, 1990.
3. Виноградов П.А., Виноградова В.Н. Активность электротеллурического поля. //Исследование по геомагнетизму и аэрономии. –М: Наука, 1996г.
4. Дубровский В.Г. Общие закономерности электротеллурического поля и результаты магнитотеллурических исследований в Туркмении. Автореферат диссертации., Ашхабад, 1965г.
5. Бердичевский М.С., Жданов М.С. Интерпретация аномалий переменного электромагнитного поля Земли. –М., Недра, 1981г.
6. Моги К. Предсказание землетрясений. – М., Мир, 1988г.
7. Юдахин Ф.Н. К вопросу о динамике литосферы Тянь-Шаня в свете комплекса геофизических данных. //Литосфера Тянь-Шаня. – М.: Наука, 1986г.
8. Чедия О.К. Новейшая тектоника. //Литосфера Тянь-Шаня. – М.: Наука, 1986г.
9. Личков Б.Л. Природные воды Земли и литосфера. М.-Л, изд. АН СССР, 1960г.
10. Парийский Н.Н. Земные приливы и внутреннее строение Земли. //Сборник статей под ред. Парийского Н.Н.- М., 1967г.
11. Kilston S., Knoroff L., «Nature», 1983, 304, №5921.
12. Обухов Т.Т., Чернявской Г.А., Яковлев И.А. и др. Разработка методики крупномасштабных магнитотеллурических исследований с целью поисков трехмерных локальных неоднородностей разреза. – Отчет научно-производственного объединения «Нефтегеофизика». – М., 1983г.
13. Шварцман Ю.Г. Радиогенная теплогенерация горных пород Тянь-Шаня. //Строение литосферы Тянь-Шаня. – Бишкек.: Илим, 1991г.