

Важнейшие результаты, полученные при реализации Проекта (Основной упор сделан на результаты, полученные в 2019 году)

1. Проведена обработка магнитотеллурических и сейсмических данных по разделению полей по положению источников и сформировано описание результатов обработки в текстовом и графическом представлении.

В 2019 году была продолжена обработка магнитотеллурических данных по разделению полей по положению источников и пополнении существующей базы данных. При этом основной акцент здесь был сделан на получение и сопоставление эндогенных электромагнитных полей для пунктов, где осуществлялись синхронные МТ-наблюдения. Такая обработка проведена для пунктов глубинных магнитотеллурических зондирования, расположение которых показано на рисунке 1.1.

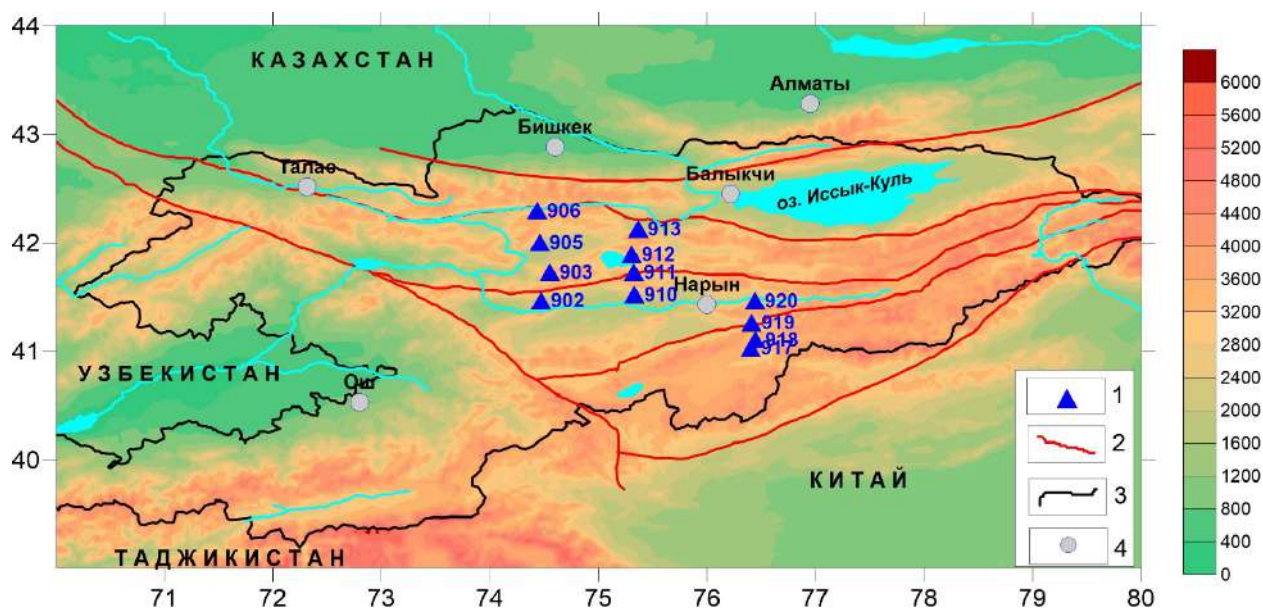


Рис. 1.1. Карта-схема глубинных магнитотеллурических зондирований (ГМТЗ) на территории Центрального Тянь-Шаня. Показаны пункты наблюдений, результаты обработки которых представлены в данном отчете. 1 – пункты глубинных магнитотеллурических наблюдений; 2 – основные разломные зоны; 3 – граница Киргизии; 4- основные населенные пункты.

Согласно разработанной в ходе проекта методике по первому часу записи электромагнитного поля определялся магнитотеллурический импеданс геосреды, который применялся для обработки данных ГМТЗ по каждому последующему часу. Затем вычислялся модуль вектора компонент электрического поля эндогенного происхождения с последующим осреднением по 5 точкам по часовым наблюдениям и по 100 точкам по частоте.

В результате обработки полевых записей ГМТЗ для пунктов синхронных наблюдений 903-910, 905-920, 906-920, 911-917, 912-918, 913-919 (рис. 1.2-1.7) было выделено электромагнитное поле эндогенного происхождения и получено распределение энергии этого поля в пределах времени регистрации для всех частот зондирования, а также проведено сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения и вертикальной компоненты лунно-солнечных приливных воздействий.

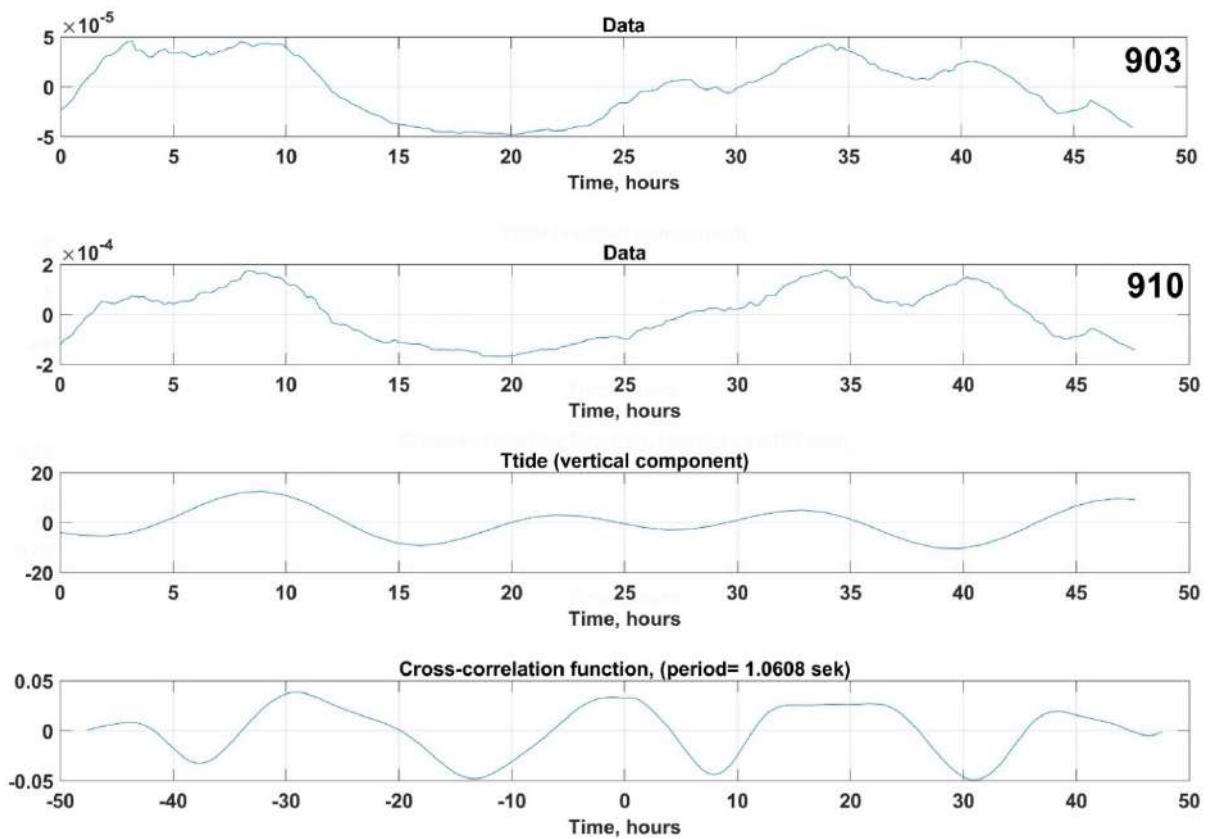


Рис. 1.2. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 903 и 910 (расстояние между пунктами около 70 км) и вертикальная компонента лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели показана кросскорреляционная функция для 910 пункта на периоде 1 сек.

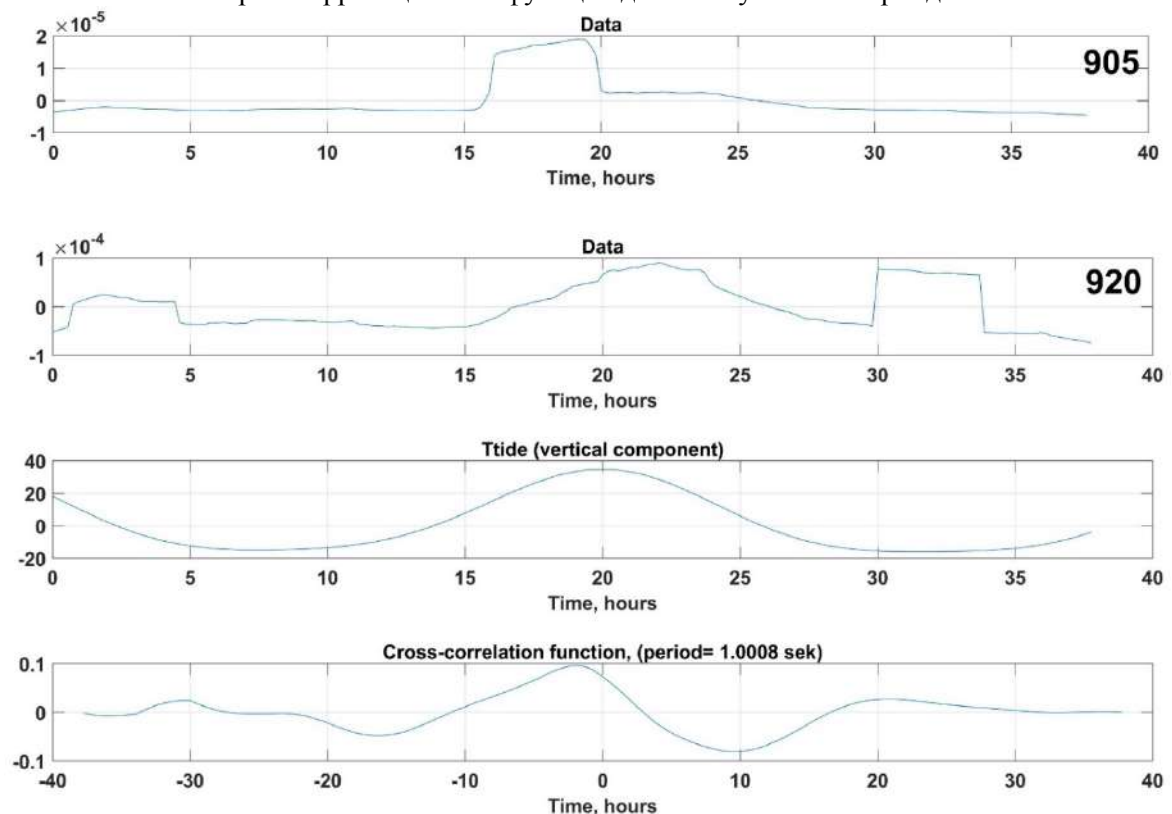


Рис. 1.3. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 905 и 920 (расстояние между пунктами около 180 км) и вертикальная компонента лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели показана кросскорреляционная функция для 910 пункта на периоде 1 сек.

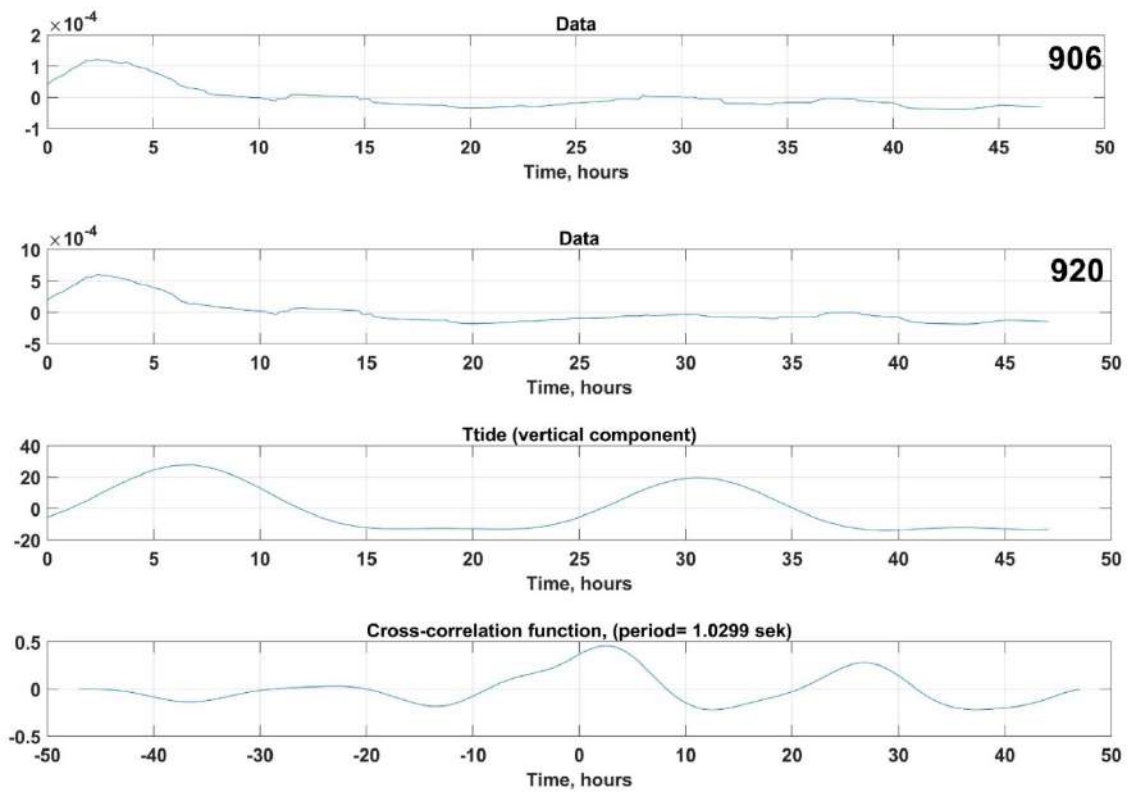


Рис. 1.4. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 906 и 920 (расстояние между пунктами порядка 190 км) и вертикальной компоненты лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели представлена кросскорреляционная функция для 920 пункта на периоде 1 сек.

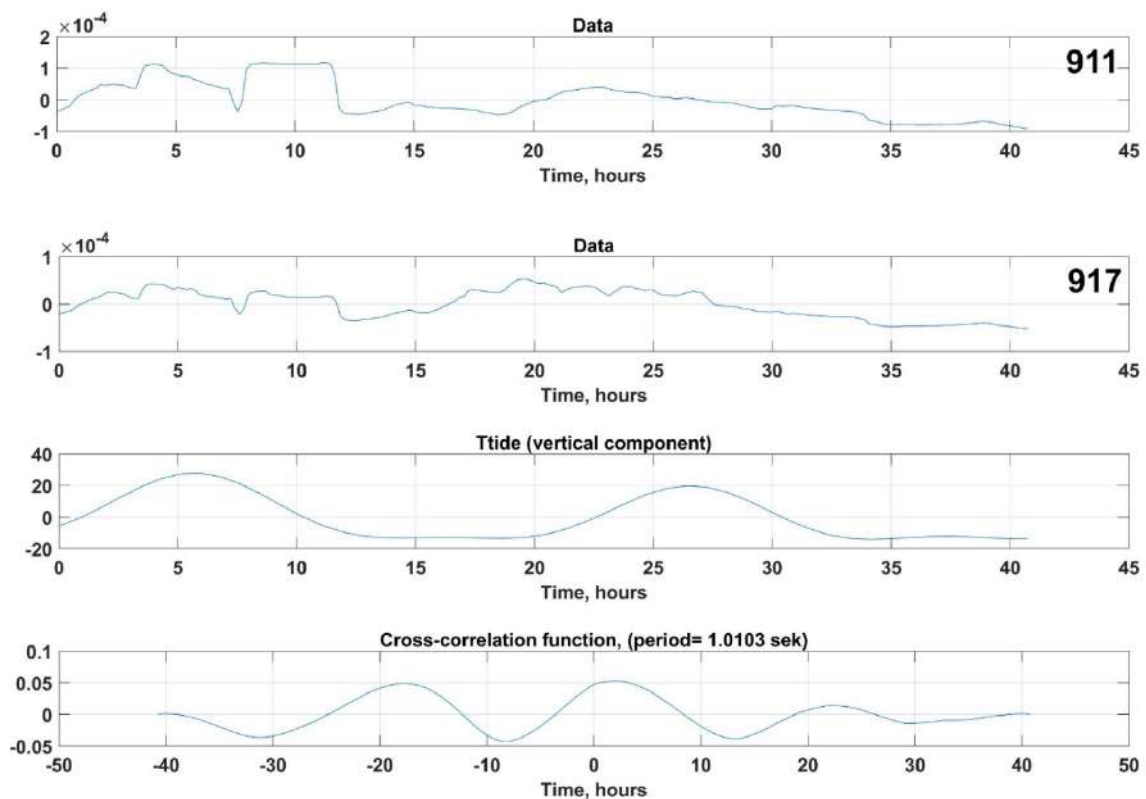


Рис. 1.5. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 911 и 917 (расстояние между пунктами около 120 км) и вертикальная компонента лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели представлена кросскорреляционная функция для 917 пункта на периоде 1 сек.

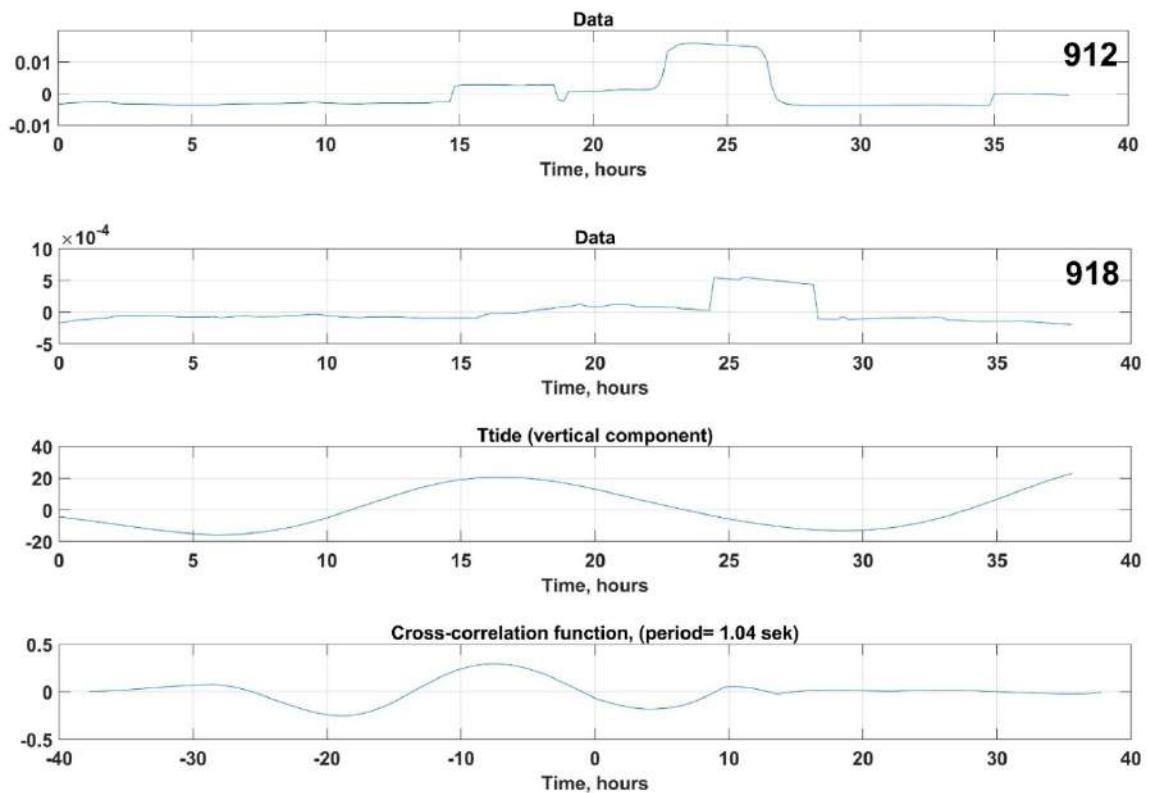


Рис. 1.6. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 912 и 918 (расстояние между пунктами около 130 км) и вертикальная компонента лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели представлена кросскорреляционная функция для 918 пункта на периоде 1 сек.

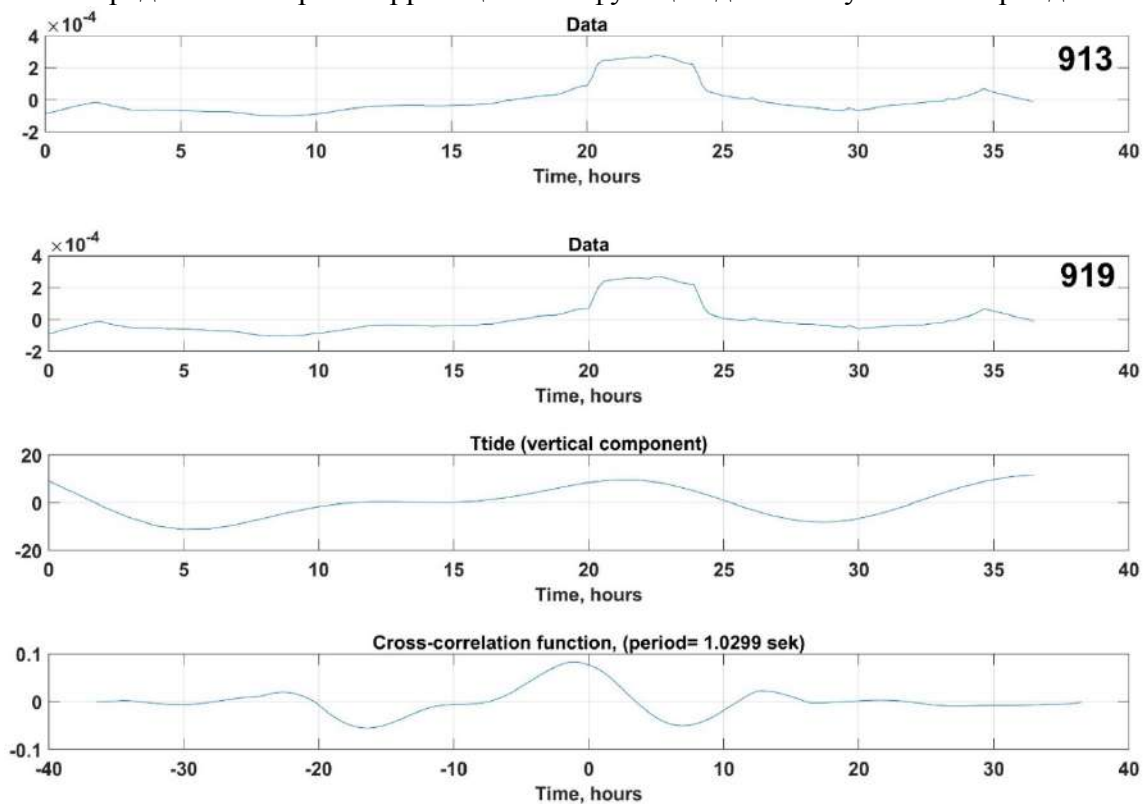


Рис. 1.7. Энергетическая характеристика электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 913 и 919 (расстояние между пунктами около 115 км) и вертикальная компонента лунно-солнечных приливных воздействий (панель Ttide). На нижней панели представлена кросскорреляционная функция для 919 пункта на периоде 1 сек.

Ниже на рисунках 1.8-1.13 в трехмерном графическом представлении показаны результаты расчета энергетической характеристики электромагнитного поля эндогенного происхождения для синхронных записей пунктов ГМТЗ.

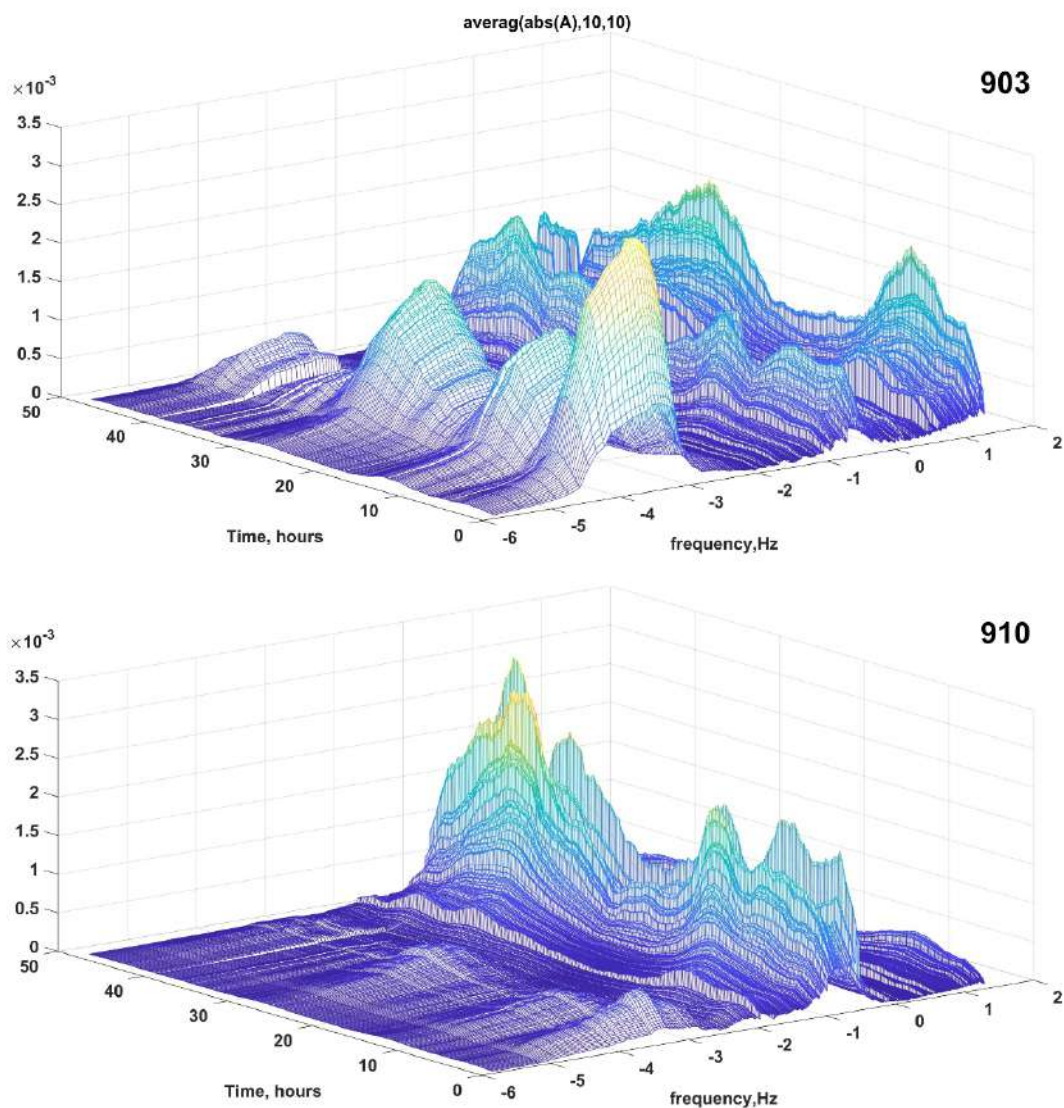


Рис. 1. 8. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 903 и 910 в трехмерном представлении.

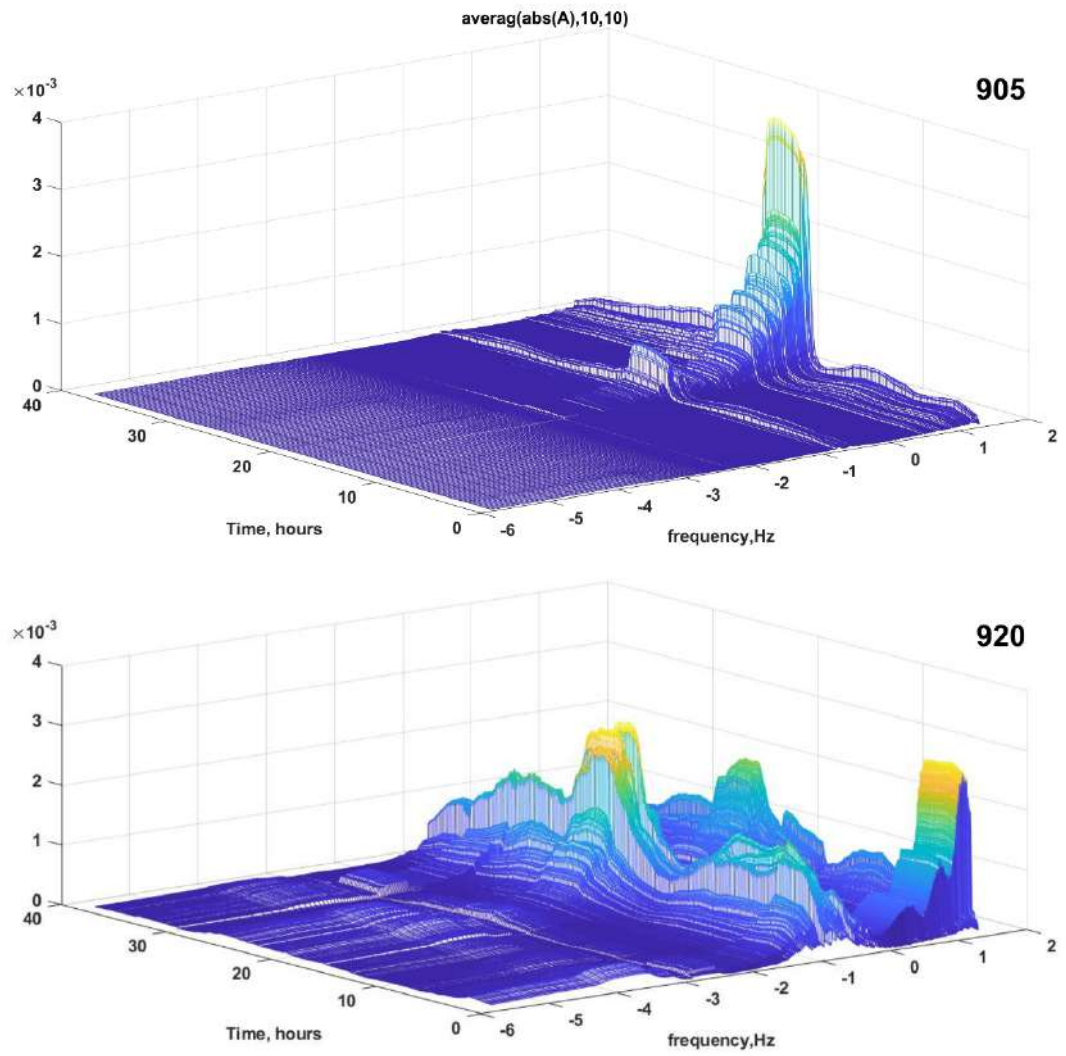


Рис. 1.9. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 905 и 920 в трехмерном представлении.

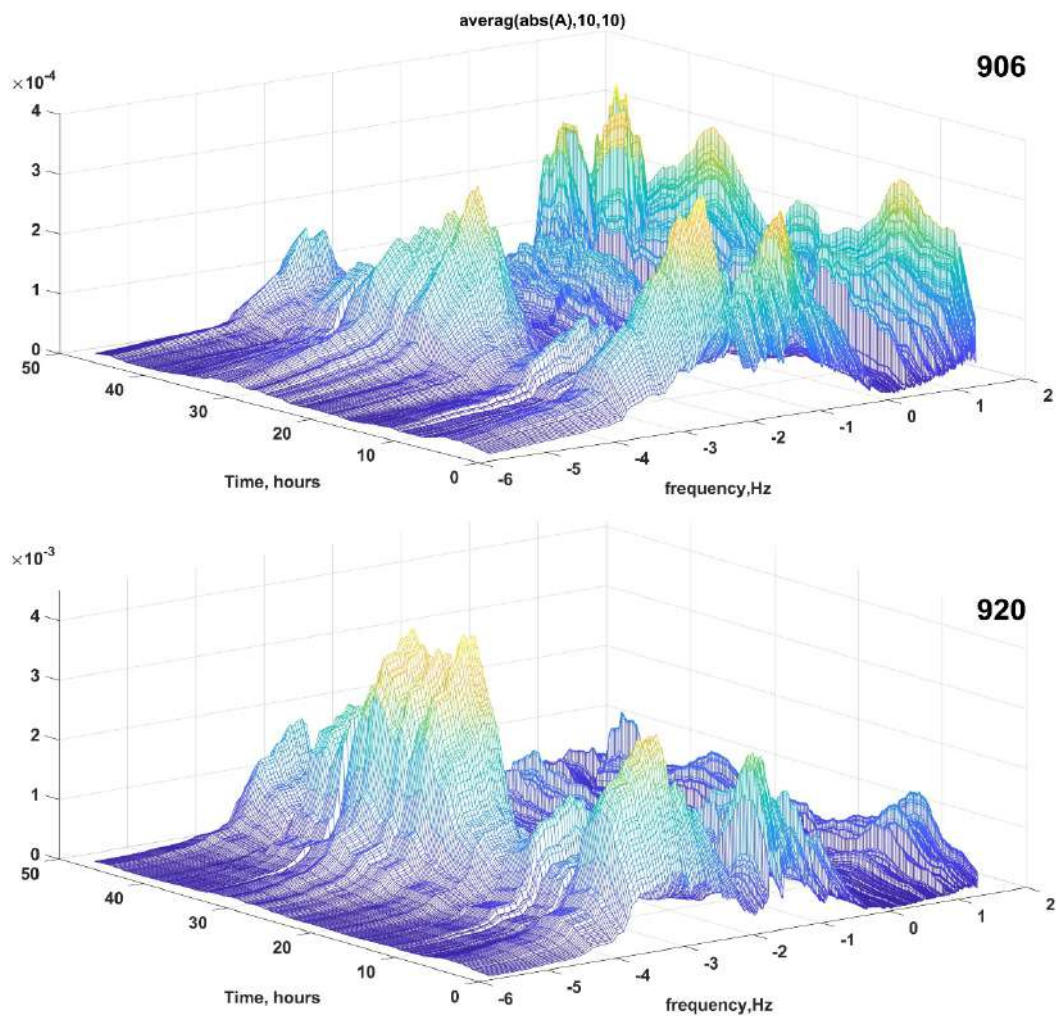


Рис. 1.10. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 906 и 920 в трехмерном представлении.

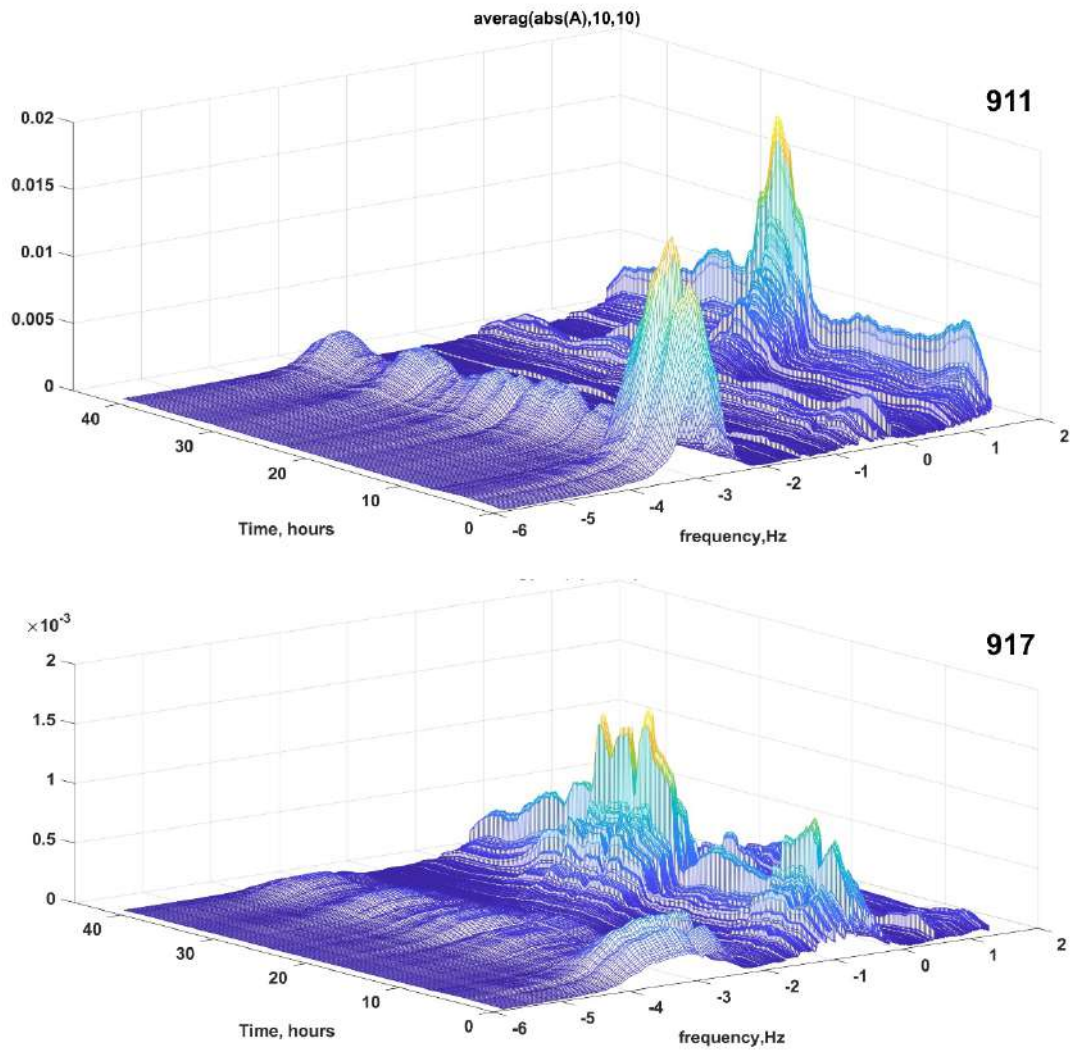


Рис. 1.11. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 911 и 917 в трехмерном представлении.

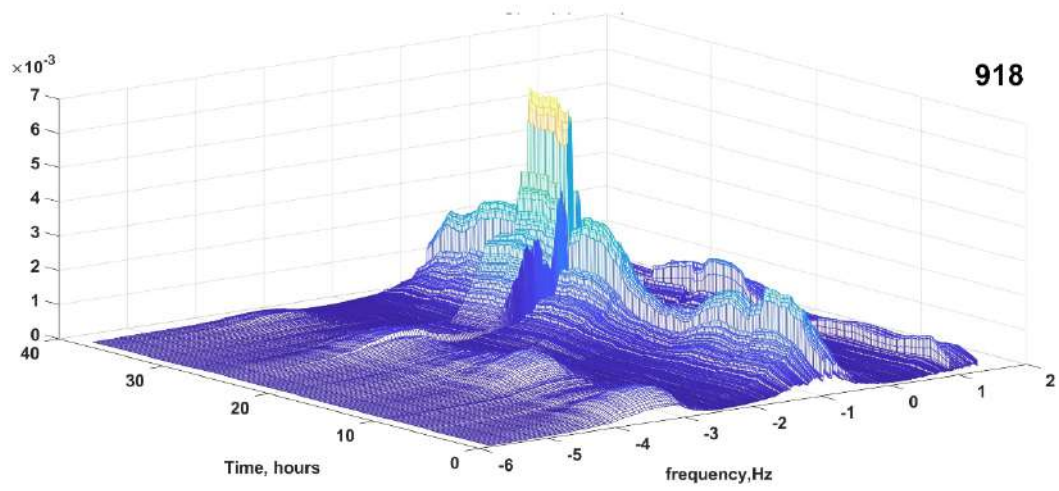
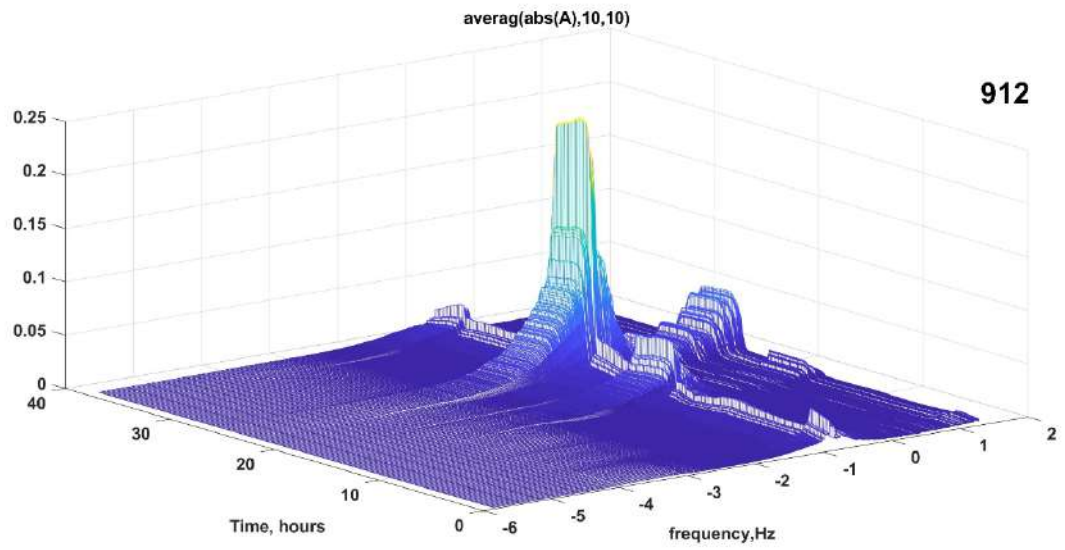


Рис. 1.12. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 912 и 918 в трехмерном представлении.

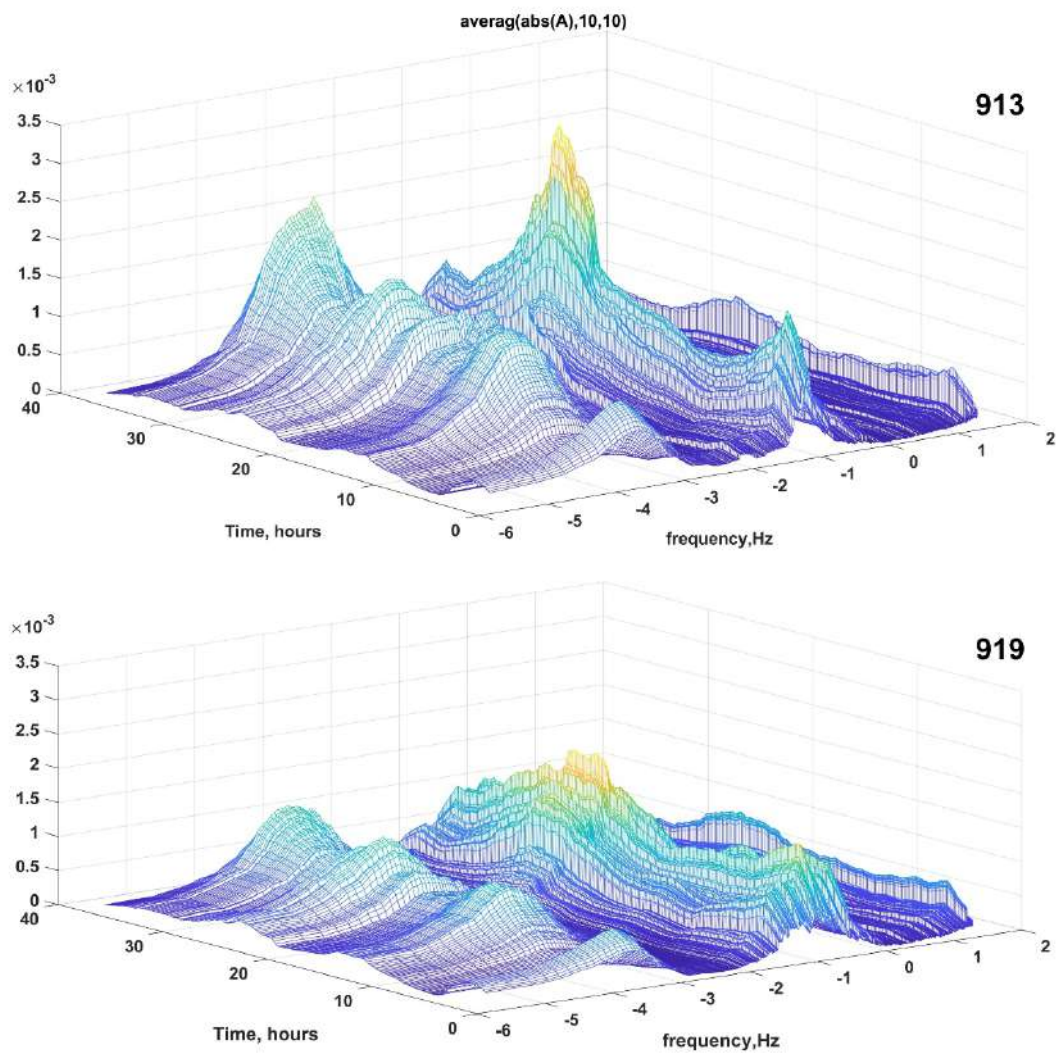


Рис. 1.13. Сравнение энергии электромагнитного поля эндогенного происхождения для пунктов 913 и 919 в трехмерном представлении.

2-3. Проведена оценка динамики поведения электромагнитного и сейсмического полей эндогенного происхождения и определена характеристика причинно-следственных связей между поведением эндогенных компонент электромагнитного и сейсмического полей и деформацией лунно-солнечных приливов.

Сравнительный анализ динамики поведения сейсмического поля эндогенного происхождения, параметров электромагнитного поля эндогенного происхождения и лунно-солнечных приливов был проведен на основе материалов, полученных при проведении полевого эксперимента на мониторинговом пункте зондирования в Кочкорской впадине (2018 и 2019 гг.). Эксперимент заключался в одновременной непрерывной регистрации сейсмического поля с помощью градиентной установки и магнитотеллурического поля станцией Феникс MTU-5.

Для расчета лунно-солнечных приливов использовалась программа TIDE_3.exe, с помощью которой можно построить временные ряды параметров «твердых» приливов с учетом заданных координат и с определенным шагом дискретизации. В связи с тем, что градиентной установкой записываются файлы длительностью 1 час, то этот же отрезок времени брался для построения частотно-временных рядов кажущегося сопротивления и расчета лунно-солнечных приливов. В результате работы программы в файле TIDEALL.txt (лунно-суточные вариации) для каждого часа получаются четыре значения для кривой приливов: восточная компонента (A_u), северная компонента (A_v), вертикальная составляющая (A_n), модуль полного вектора (A). В основном рассчитываются полусуточные и суточные приливные волны для Земли с океаном и для твердой Земли (без учета океана).

В годовом отчете 2018 года были представлены результаты обработки полевых записей электромагнитного и сейсмического полей, полученные в ходе выполнения Кочкорского эксперимента. В 2019 году совместные полевые измерения магнитотеллурического и сейсмического полей в районе южного борта Кочкорской впадины были продолжены. На рисунке 2.1 показаны результаты обработки полевых электромагнитных и сейсмических данных для режимного пункта наблюдений магнитотеллурического профиля Укок. Полученные результаты подтверждают выводы, сделанные ранее (см. годовой отчет 2018 г.) о том, что одной из причин изменения энергетической характеристики электромагнитного и сейсмического полей эндогенного происхождения являются деформации, связанные с лунно-солнечными приливами. Таким образом, мы говорим о присутствии причинно-следственной связи между лунно-солнечными приливами и энергетической характеристикой электромагнитного и сейсмического полей эндогенного происхождения. При этом присутствует временная задержка между лунно-солнечными приливами и изменением энергии эндогенного поля: сначала меняется величина лунно-солнечных приливов, а затем с интервалом порядка нескольких часов меняется энергетическая характеристика эндогенного происхождения.

Яркий пример взаимосвязи эндогенного электромагнитного поля с лунно-солнечными приливами приведен на рисунке 2.2, где представлены результаты обработки полевых записей МТЗ в пункте 901 и их сопоставление с «твердыми» приливами.

Также на рисунке 2.1 наблюдается четкое соответствие аномального поведения энергетической характеристики сейсмического поля эндогенного происхождения с вариациями анизотропии кажущегося сопротивления. Это можно объяснить тем, что увеличение количества микротрещин в геологической среде, отчетливо «регистрируемое» эндогенным сейсмическим полем, приводит к уменьшению кажущегося сопротивления и наоборот. Аналогичную взаимосвязь можно отметить и для электромагнитного поля эндогенного происхождения. Это вполне укладывается в концепцию геофизического мониторинга современных геодинамических процессов, когда в процессе деформаций горной породы не только генерируются источники электромагнитного и сейсмического полей, но и изменяются физические параметры геологической среды.

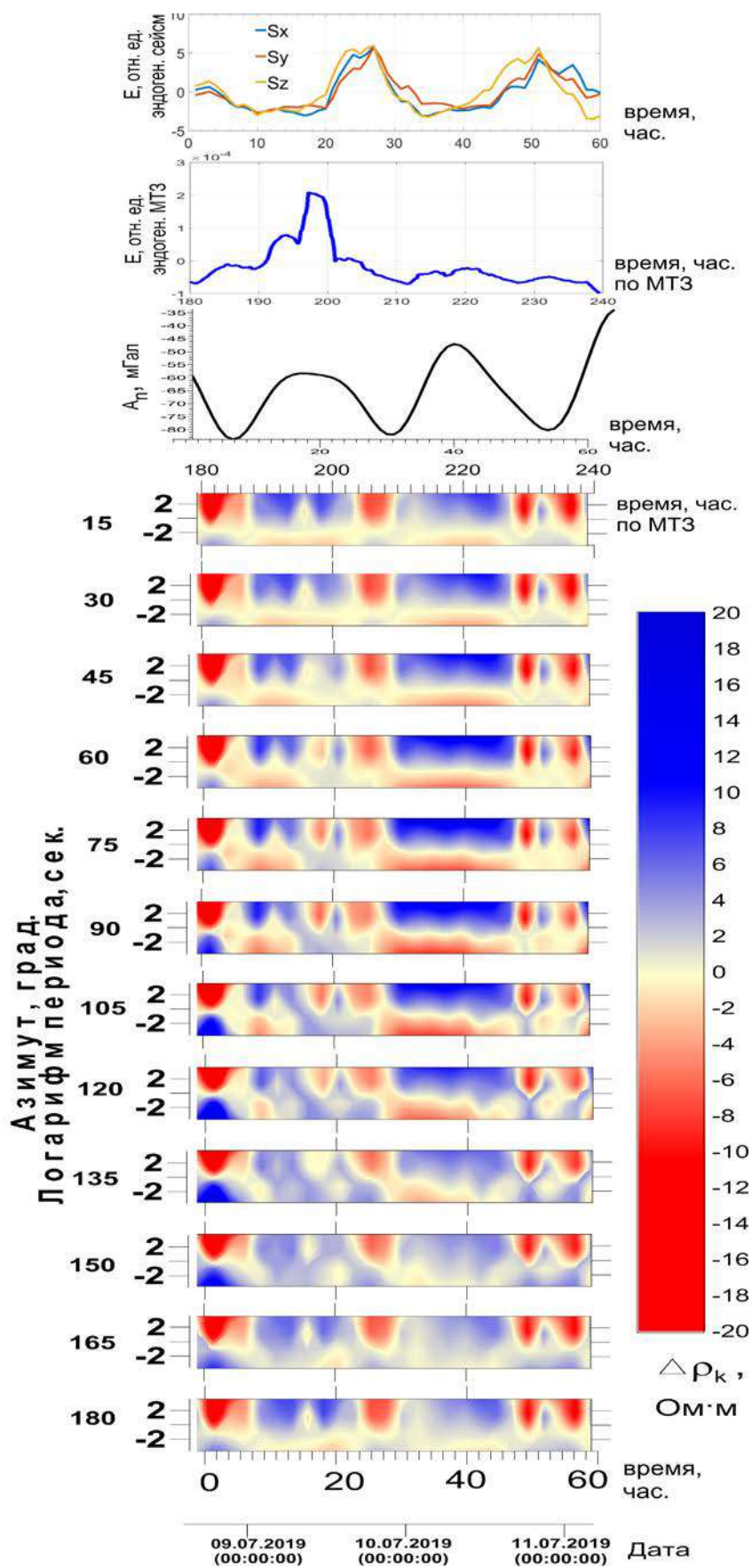


Рис. 2.1. Результат наблюдений на пункте Укок-2 09.07.2019-11.07.2019. а – энергетическая характеристика сейсмического поля эндогенного источника, б - энергетическая характеристика магнитотеллурического поля эндогенного источника, в – вертикальная компонента лунно-солнечных приливов, г – частотно-временные ряды, построенные с шагом 15°.

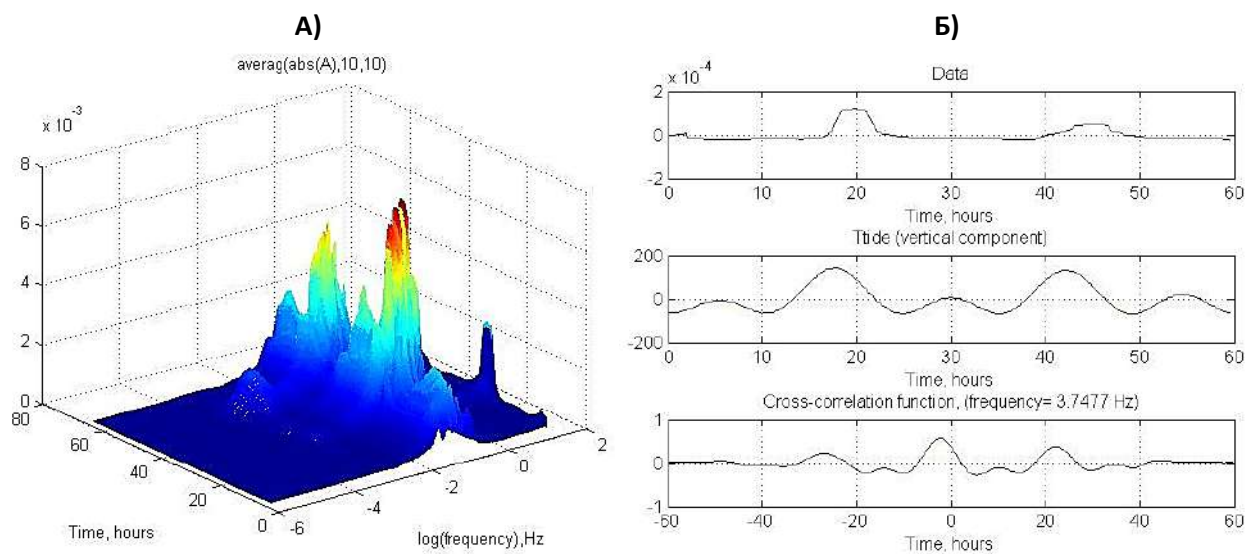


Рис. 2.2. А) Пункт МТЗ 901. Расчет энергетической характеристики электромагнитного поля эндогенного происхождения. Б) Результаты сопоставления энергетической характеристики эндогенного электромагнитного поля (верхний график) и лунно-солнечных приливов (средний график) на частоте 3.7477 Гц. Внизу – функция взаимной корреляции верхней и средней кривых.

4. Проведено сопоставление данных электромагнитного и сейсмического мониторинга с геолого-геофизической информацией Тяньшанского региона

Рассмотрим результаты синхронной регистрации электромагнитного и сейсмического полей для стационарных пунктов наблюдений Аксу и Чон-Курчак (рис.4.1).

После обработки этих записей получены энергетические характеристики электромагнитного и сейсмического поля эндогенного происхождения (рис. 4.2 и 4.3). Из анализа этих рисунков следует различное поведение эндогенного электромагнитного поля для пунктов МТ-мониторинга Аксу и Чон-Курчак. По-видимому, это связано не только с различием в помеховой обстановке вблизи этих пунктов, но и с особенностями их геолого-тектонического строения и геоэлектрической структуры.

По геологическим данным [Геология кайнозоя Чуйской впадины..., 1976; Миколайчук и др., 2003] определено, что типы и возраст коренных пород для рассматриваемых пунктов практически не отличаются. Основными разрывными нарушениями на данной территории хребта [Лемзин, 2005] являются активные разломы: Чон-Курчакский разлом, в непосредственной близости от которого находятся пункты МТ-мониторинга Аксу и Чон-Курчак; крупно амплитудный Шамси-Тюндюкский разлом взбросового характера и Иссык-Атинский краевой разлом, который под острым углом сечет синклинальную структуру Предкиргизского прогиба и отделяет равнинную часть Чуйской впадины от зоны предгорий Киргизского хребта (рис. 4.1).

Ранее в ходе проведения магнитотеллурического мониторинга, на основе анализа корреляционных полярных диаграмм основных и дополнительных импедансов, выявлено, что азимут простирания глубинных геоэлектрических структур, отражающих поведение активных разломов на глубине вблизи пунктов Аксу и Чон-Курчак, отличается примерно на 90° [Баталева и др., 2015]. Этим можно объяснить различное поведение энергетической характеристики эндогенного магнитотеллурического поля для пунктов Аксу и Чон-Курчак.



Рис. 4.1. Карта-схема Северного Тянь-Шаня. 1 – Научная станция РАН; 2– крупные города; 3 – пункты магнитотеллурического и электромагнитного мониторинга; 4 – разломы; 5– флексуно-разрывная зона.

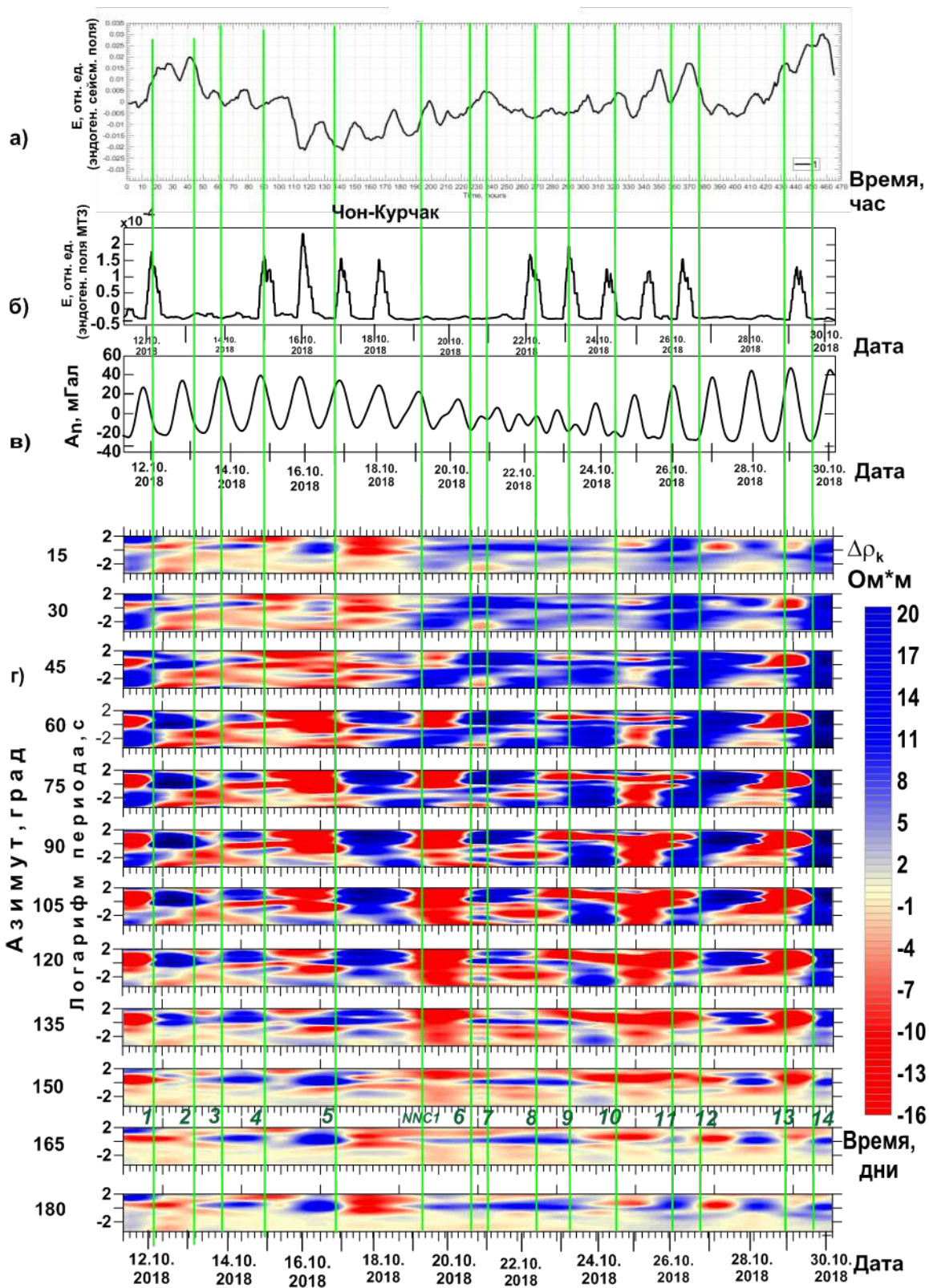


Рис. 4.3. Результат сопоставления (а) энергетической характеристики сейсмического поля эндогенного происхождения, (б) энергетической характеристики магнитотеллурического поля эндогенного происхождения, (в) лунно-солнечных приливов и (г) частотно-временных рядов на стационарном пункте Чон-Курчак 12.10.2018-30.10.2018.