



УДК 550.389.5

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ НА ПОЛЕВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БАЗЕ «ЭЛЕКТРОУГЛИ»

Д.Д. Вишняков¹, Д.А. Арутюнян¹, А.Д. Шклярук¹, А.А. Брагина¹, Е.А. Панышин¹

¹Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Федорова, Москва, Россия

В статье приведены графики измерительной информации, полученные при проведении синхронных измерений на территории полевой экспериментальной базы (ПЭБ) ФГБУ «ИПГ» с использованием опытного образца магнитометра собственной разработки. Представлены сравнение измерительной информации с данными магнитовариационной станции (МВС) Кварц-4 и анализ особенностей полученных результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГЕОМАГНИТНАЯ АКТИВНОСТЬ, МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ (МПЗ), МАГНИТОСФЕРА, ВАРИАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, ГЕОМАГНИТНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ, ИНДЕКСЫ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ, КР-ИНДЕКС

DOI 10.5425/2304-7380_2023_41_11

<https://elibrary.ru/pikxfa>

1. СОДЕРЖАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

В сентябре 2023 года сотрудники ФГБУ «ИПГ» (рис. 1) провели эксперимент по сличению измерений опытного образца феррозондового магнитометра и цифровой магнитовариационной станции Кварц-4 [1] на территории полевой экспериментальной базы (ПЭБ) Росгидромета.



Рис. 1. Сотрудники ФГБУ «ИПГ» после проведения точечной градиентной съёмки

Электронная почта авторов для переписки:

Вишняков Дмитрий Дмитриевич, e-mail: d.vish@mail.ru
Арутюнян Давид Артурович, e-mail: david-20.97@mail.ru
Шклярук Алексей Дмитриевич, e-mail: alexsh9898@yandex.ru



Адрес редакции журнала
«Гелиогеофизические исследования»:

ФГБУ «ИПГ»
129128; Россия, Москва
ул. Ростокинская, 9.
e-mail: vestnik@ipg.geospace.ru

Проведены точечные измерения вертикального и горизонтального градиента магнитного поля в непосредственной близости к пункту наблюдений с использованием градиентометра G-858 MagMapper производства компании Geometrics [2] (рис. 1).

Установка феррозондового магнитометра проведена в немагнитном павильоне на бетонном постаменте (рис. 2).

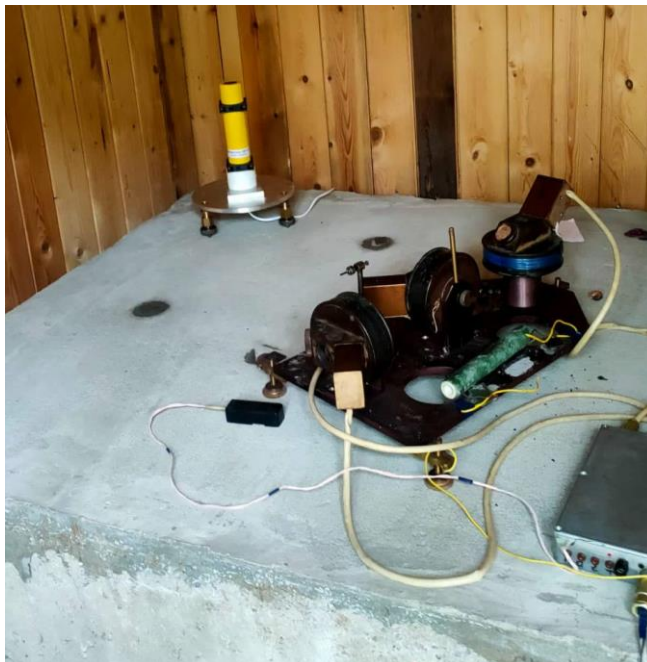


Рис. 2. Экспериментальный образец феррозондового магнитометра ФГБУ «ИПГ» (слева) и цифровая магнитовариационная станция Кварц-4 (справа) в немагнитном павильоне

2. АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Измерения проводились в режиме непрерывных измерений в течение двух циклов – 21 сентября в течение 3-х часов и 25-26 сентября в течение суток.

На рисунке 3 представлено сопоставление графиков измерительной информации за 21 сентября 2023 года на временном интервале с 10:44 до 13:49.

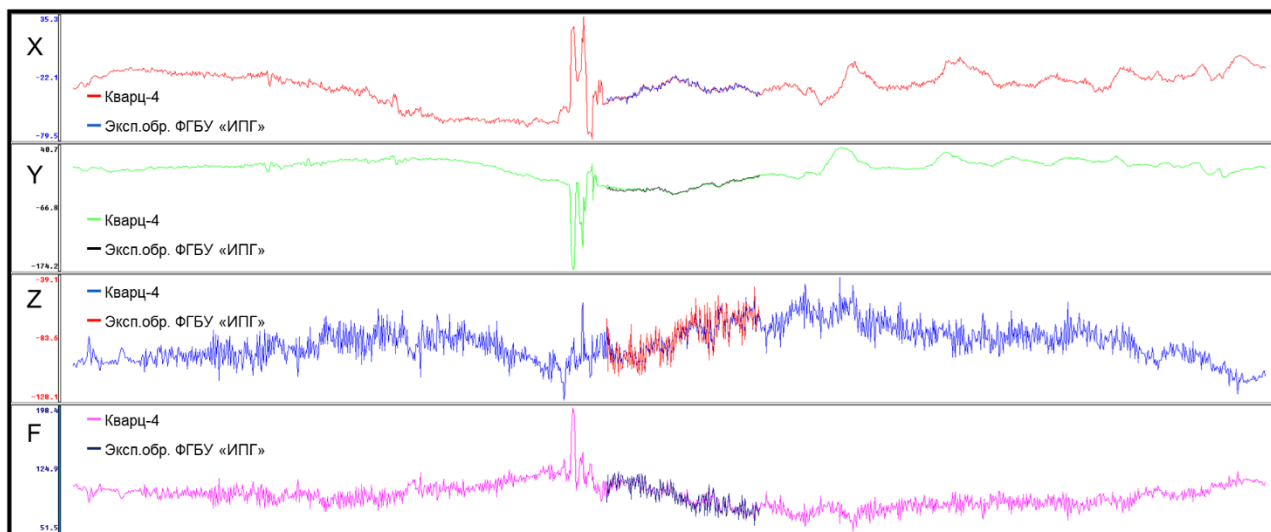


Рис. 3. Сравнение измерительной информации на обсерватории ПЭБ 21 сентября 2023 года

На рисунке 4 представлено сопоставление графиков разности измерений с изменением температуры 21 сентября 2023 года на временном интервале с 10:44 до 13:49.

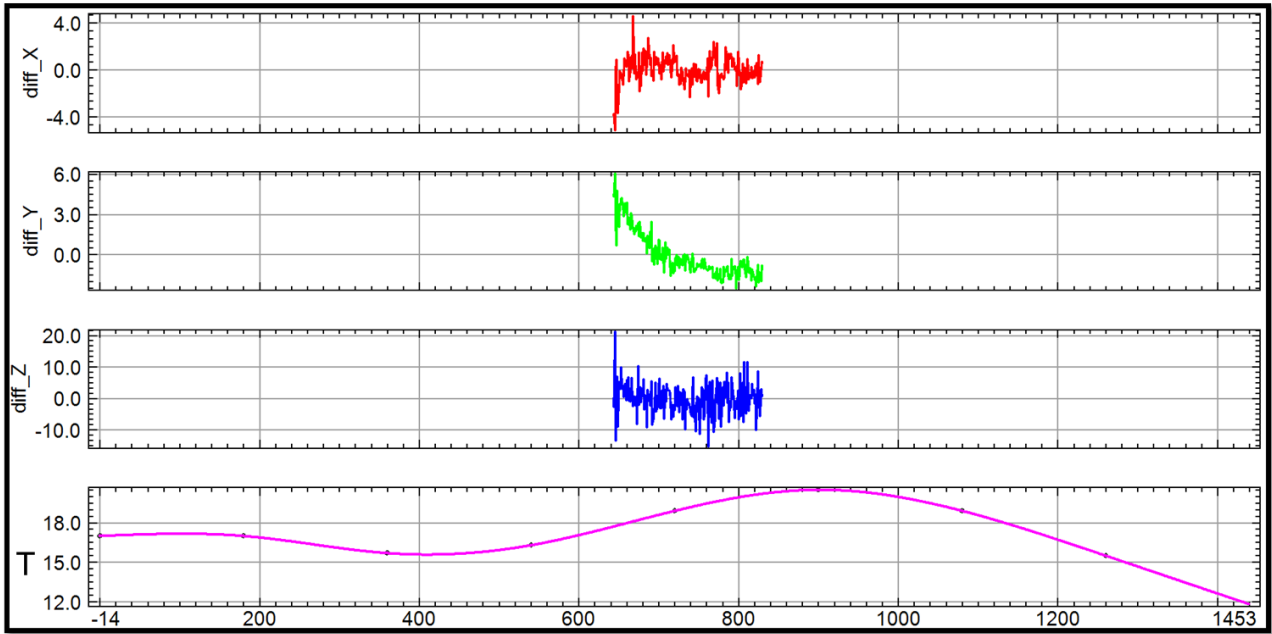


Рис. 4. Сопоставление графиков разности измерений первой итерации с изменением температуры на обсерватории ПЭБ 21 сентября 2023 года

По результатам первой итерации эксперимента на малом периоде получены статистические оценки (минимальное и максимальное отклонение, среднеквадратическое отклонение, представленные в таблице 1. Рассчитаны минимальное отклонение, максимальное отклонение и среднеквадратическое отклонение (СКО).

Таблица 1. Оценки статистических характеристик кривой разности наблюдаемых значений в ходе проведения первой итерации эксперимента 21 сентября 2023 года

Составляющая вектора магнитной индукции	Минимальное	Максимальное	СКО
X	-5.2	4.6	1.2
Y	-2.5	6.0	1.7
Z	-15.1	21.2	5.1
F	-18.1	14.2	4.6

Влияние температурного фактора установить достоверно не удалось по причине малой продолжительности интервала проведения измерений. Частично прослеживается обратная корреляция для низкочастотной составляющей Y-компоненты.

Вторая итерация эксперимента проводилась с 25 по 26 сентября 2023 года. Сравнение измерительной информации на обсерватории представлено на рис. 5.

На рисунке 6 представлено сопоставление графиков разности измерений с изменением температуры 25-26 сентября 2023 года.

По результатам второй итерации эксперимента на суточном периоде получены статистические оценки, представленные в табл. 2.

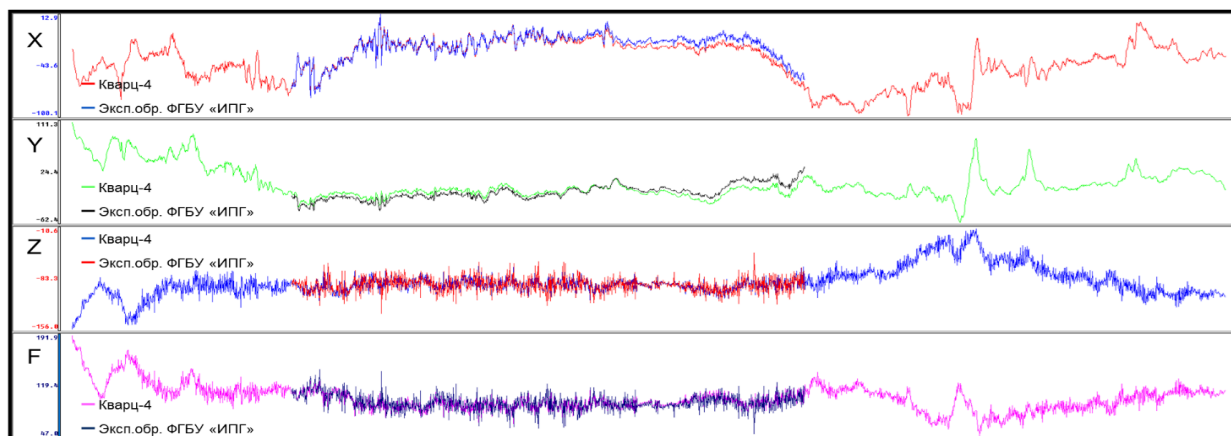


Рис. 5. Сравнение измерительной информации на обсерватории ПЭБ 25-26 сентября 2023 года

Таблица 2. Оценки статистических характеристик кривой разности наблюденных значений в ходе проведения второй итерации эксперимента 21 сентября 2023 года

Составляющая вектора магнитной индукции	Минимальное	Максимальное	СКО
X	-15.7	9.8	4.1
Y	-23.5	22.1	8.2
Z	-39.8	43.9	11.3
F	-42.0	38.9	10.9

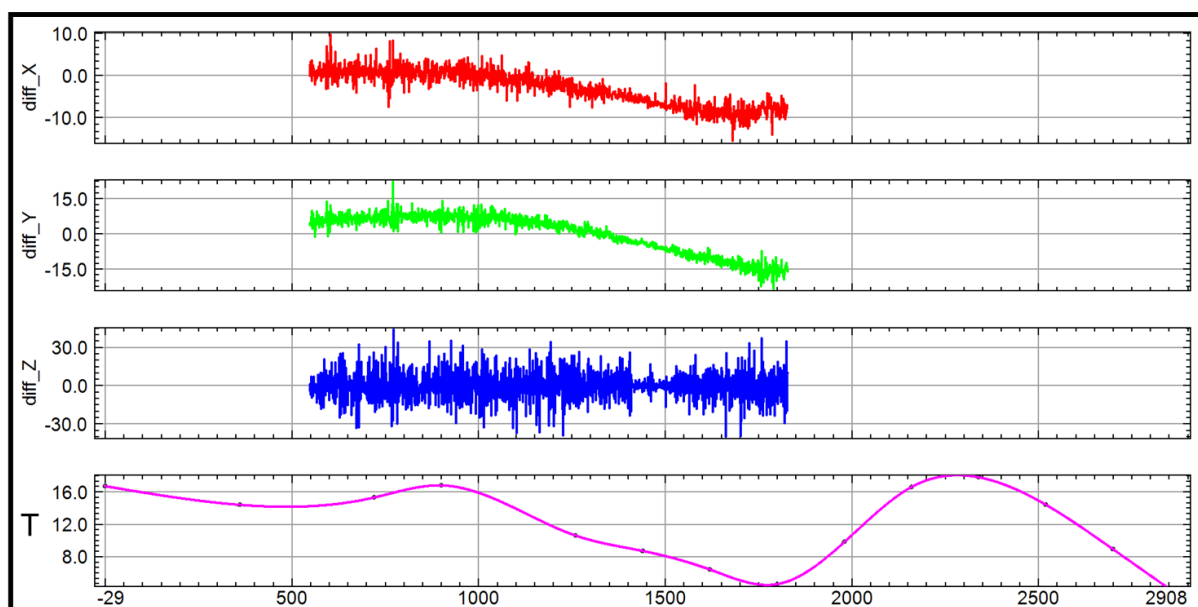


Рис. 6. Сопоставление графиков разности измерений второй итерации с изменением температуры на обсерватории ПЭБ 25-26 сентября 2023 года

Заметно повышение амплитуды разностного сигнала, а также повышение величины среднеквадратического отклонения измерений опытного образца феррозондового магнитометра и

цифровой магнитовариационной станции Кварц-4 (рис. 6). Ключевую роль в формировании отклонения играет повышенный относительно 1 итерации температурный градиент – изменение температуры в период проведения эксперимента составило 12.5 °С.

Прослеживается сильная прямая корреляция разностей X- и Y-компонент вектора магнитной индукции – понижение температуры приводит к квазилинейному увеличению по модулю низкочастотной составляющей графиков разности измерений.

3. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА И КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ

По результатам двух итераций проведения эксперимента сделаны получены выводы:

1. Необходимо термостатирование феррозондового датчика для минимизации влияния температурного фактора;
2. Опытный образец феррозондового магнитометра работает на высоком уровне. На малых периодах измерений, для которых влияние температурного фактора незначительное, среднеквадратическое отклонение по компоненте X составляет 1.2 нТл, а для Y – 1.7 нТл. Компонента Z на станции является непоказательной, так как она зашумлена техногенными помехами. Данный фактор не мешает применять показания станции Кварц-4 и созданной МВС для решения задач оценки индексов геомагнитной активности, однако не позволяет с достаточной точностью проводить длиннопериодные наблюдения за динамикой параметров магнитного поля Земли.
3. Необходимо сличение с эталонными геомагнитными обсерваториями российского сегмента международной сети INTERMAGNET [3] для оценки погрешности относительно более высокоточной аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание типа средства измерений. Станция трёхкомпонентная магнитовариационная «КВАРЦ - 4АС» [Электронный ресурс] // URL: https://sapr.d.ru/grsi/63306-16/ot_edit.html (дата обращения: 11.11.2023)
2. G-858 MagMapper [Электронный ресурс] // URL: <https://www.geomatrix.co.uk/land-products/magnetic/g-858/> (дата обращения: 11.11.2023)
3. Международная сеть магнитных обсерваторий реального времени INTERMAGNET [Электронный ресурс] // URL: <https://intermagnet.org/> (дата обращения: 11.11.2023)

COMPARISON OF MEASUREMENT INFORMATION OF MAGNETOMETER EQUIPMENT AT THE FIELD EXPERIMENTAL BASE "ELEKTROUGLI"

Vishnyakov D.D., Arutyunyan D.A., Shklyaruk A.D., Bragina A.A., Panshin E.A.

The article presents graphs of measurement data obtained during synchronous measurements at the territory of the Field Experimental Base (FEB) of FSBI «IPG» using a prototype magnetometer of own design. Comparison of the measurement information with the data of the Kvars-4 magnetovariation station and analysis of the features of the obtained results are presented.

KEYWORDS: GEOMAGNETIC ACTIVITY, EARTH MAGNETIC FIELD (EMF), MAGNETOSPHERE, MAGNETIC FIELD VARIATIONS, GEOMAGNETIC DISTURBANCES, GEOMAGNETIC ACTIVITY INDICES, KP-INDEX