

ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЕЙ ЗЕМЛИ В ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕЙСЯ МЕТЕООБСТАНОВКИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Л.В. Грунская, А.Н. Золотов, С.А. Назаров, И.Д. Нургалиев, С.А. Тряпкин

Владимирский государственный университет имени А.Г. Столетова и Н.Г. Столетова,
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: grunsk@vlsu.ru

Аннотация. Создана уникальная система мониторинга электромагнитного поля Земли инфразвукового диапазона на физическом полигоне ВлГУ. Исследования сориентированы на изучение природных атмосферных процессов, таких как грозы, метеофакторы, сейсмические процессы. Новизна разработанного комплекса: удаленный доступ к базам данных и возможность контролировать параметр системы мониторинга, возможность использования системы на передвижных установках-мобильность, компактность. По сравнению с аналогом, реализуемая система может опрашивать датчики в реальном времени, а это необходимо для дальнейшей математической обработки. Другим отличительным признаком является универсальность, можно подключать любые датчики, предварительно настроив параметры через разработанное программное обеспечение.

Ключевые слова: система мониторинга; атмосферные процессы; сейсмические процессы; электромагнитное поле Земли

VARIATIONS IN THE ELECTRIC AND GEOMAGNETIC FIELDS OF THE EARTH IN THE INFRA-LOW-FREQUENCY RANGE UNDER CONDITIONS OF CHANGING WEATHER CONDITIONS AND SOLAR ACTIVITY

L.V. Grunskaia, A.N. Zolotov, S.A. Nazarov, I.D. Nurgaliev, S.A. Tryapkin

Abstract. A unique system for monitoring the electromagnetic field of the Earth in the infra-low-frequency range has been created at the physical testing ground of VISU. The research is focused on studying both natural atmospheric processes such as thunderstorms, meteorological factors, and seismic processes. The novelty of the developed complex: remote access to databases and the ability to control the parameter of the monitoring system, the ability to use the system on mobile installations - mobility, compactness. Compared with the analogue, the implemented system can poll sensors in real time, and this is necessary for further mathematical processing. Another distinctive feature is versatility, you can connect any sensors, having previously configured the parameters through the developed software.

Keywords: monitoring system; atmospheric processes; seismic processes; electromagnetic field of the Earth

Введение

На физическом экспериментальном полигоне с 1972 года осуществляется мониторинг электромагнитных полей в инфразвуковом диапазоне. Работы связаны с изучением ряда геофизических и астрофизических процессов: явлений атмосферного электричества и их проявлений в электрическом и геомагнитном полях; изучение приливных воздействий со стороны Луны и Солнца и их воздействия на электрическое и геомагнитное поля; исследование воздействия приливных сил гравитационно-волнового происхождения от двойных звездных систем на земной электромагнетизм; влияние меняющейся метеообстановки на характер вариаций электрического и геомагнитного полей; изучение воздействия солнечной активности и метеофакторов на показатели здоровья человека [1-6]. В определенные периоды времени исследования осуществлялись совместно с: ИЗМИРАН (Троицк), ГГО НИЦ ДЗА, МЧС Байкальского поисково-спасательного отряда, Институтом солнечно-земной физики СО РАН; Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН; Научно – производственным объединением «Тайфун» – Обнинск.

Наша научная группа является одним из ведущих разработчиков и производителей устройств измерения электростатических полей Земли. История модификаций наших приборов составляет более 15 лет. В последнее десятилетие на физическом полигоне работает флюксметр, разработанный в созданном нами на базе ВлГУ ООО НПП «Электростатик»

(info@fluxmeter.ru), возглавляемый ктн, доцентом ВлГУ Золотовым А.Н. Создана команда опытных инженеров и технических специалистов, осуществляющая разработку и изготовление приборов; обучение и техническую поддержку для клиентов; предоставляется как гарантийное, так и послегарантийное обслуживание всех наших приборов; идет постоянное инвестирование в исследования и разработки, чтобы совершенствовать приборы и разрабатывать новые инновационные решения.

В данном материале представлена характеристика разработанной в ВлГУ системы мониторинга электромагнитных полей инфразвукового диапазона, анализ разрабатываемых датчиков и устройств, а также анализ некоторых последних результатов исследований воздействия ряда указанных выше факторов на электромагнитное поле Земли в инфразвуковом диапазоне.

Система мониторинга физического экспериментального полигона ВлГУ

В течение 1972-2025 годов система мониторинга неоднократно модернизировалась. Новизна современного разработанного комплекса: удаленный доступ к базам данных и возможность контролировать параметр системы мониторинга, возможность использования системы на передвижных установках – мобильность, компактность. По сравнению с аналогом, реализуемая система может опрашивать датчики в реальном времени, а это необходимо для дальнейшей математической обработки. Другим отличительным признаком является универсальность, можно подключать любые датчики, предварительно настроив параметры через разработанное программное обеспечение. На рисунке 1 представлена блок-схема системы мониторинга.

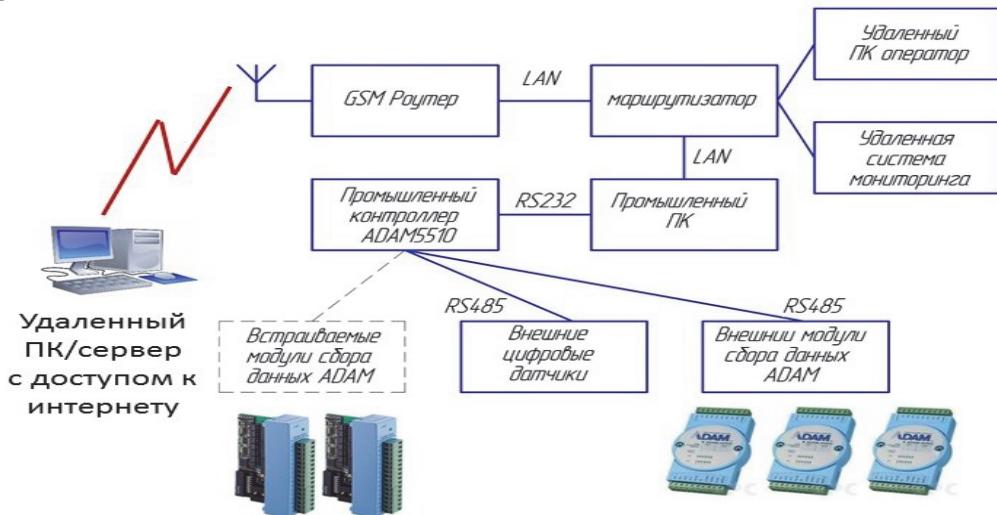


Рис. 1. Структура приемно-регистрирующей системы мониторинга на физическом полигоне ВлГУ с дистанционной передачей данных мониторинга

На рисунке 2 дан внешний вид аналогового всепогодного электростатического флюксметра ПЧЕЛА-А2, предназначенного для измерения напряженности электрических полей широкого диапазона. На рисунке 3 представлен цифровой флюксметр, предназначенный для измерения напряженности электростатических полей Земли с последующей цифровой обработкой и фильтрацией входного сигнала. Разработан цифровой датчик параметров атмосферы (температуры, влажности и давления) NL-3DPAS, который выполняется на основе цифрового датчика температуры и давления MS5611, датчика влажности SHT3. Создано градуировочное устройство для электростатических флюксметров, предназначенное для автоматического определения поправочных переменных цифрового флюксметра, имеющее равномерное распределение электростатического поля.



Рис. 2. Электростатический флюксметр



Рис. 3. Флюксметр ПЧЕЛА-Д1

Анализ результатов мониторинга электрического и геомагнитного полей в условиях меняющихся внешних природных факторов

В ходе исследования характера вариаций электрического и геомагнитного полей в инфразвуковом диапазоне необходимо было выяснить изменения в характере записей полей при воздействии метеофакторов и солнечной активности. На рисунках 4, 5, 6 представлены примеры записей электрического и геомагнитного полей при воздействии различных факторов.

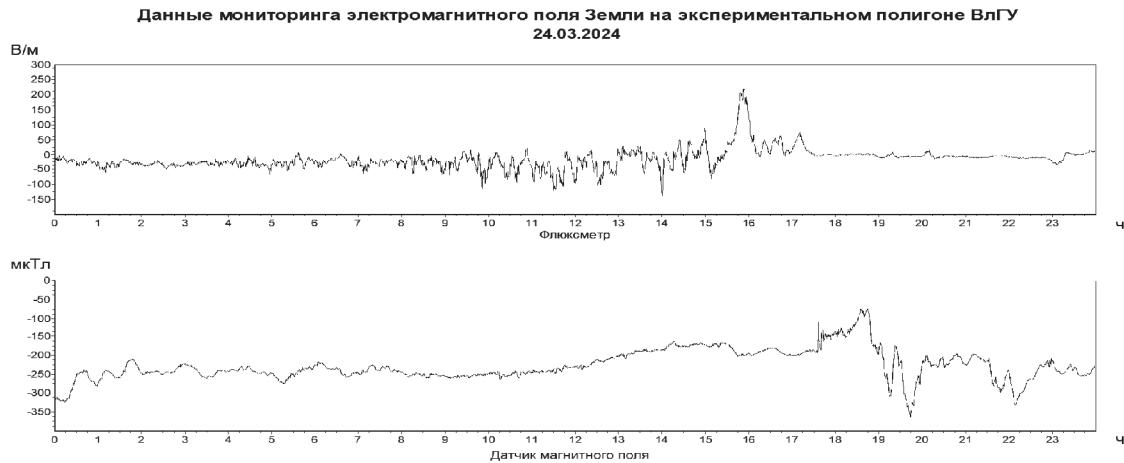


Рис. 4. Запись вариаций электрического и геомагнитного поля, компонента D по данным полигона ВлГУ за 24 марта 2024 г. в период геомагнитной бури уровня G4

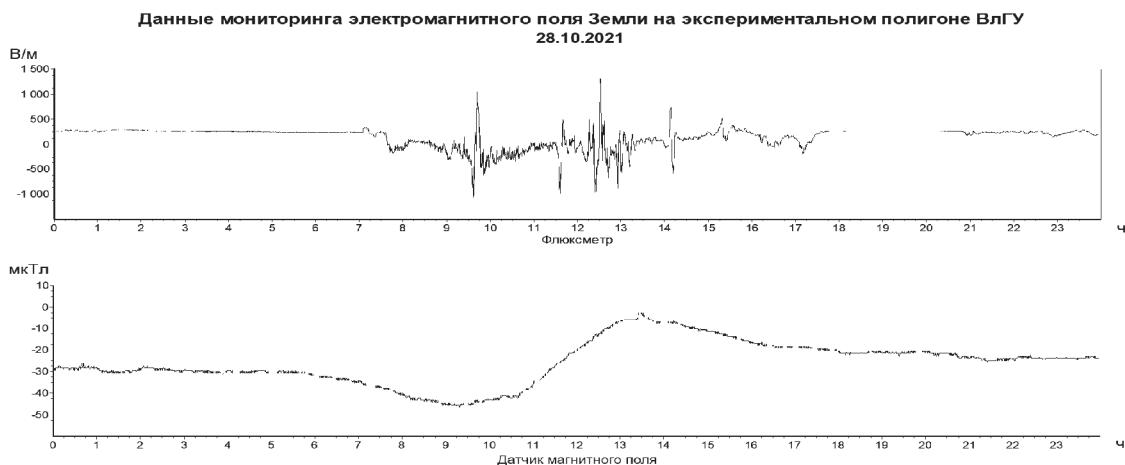


Рис. 5. Запись вариаций электрического и геомагнитного поля, компонента D, по данным полигона ВлГУ за 28 октября 2021 г. в период дождя (с 8ч. до 18ч.)

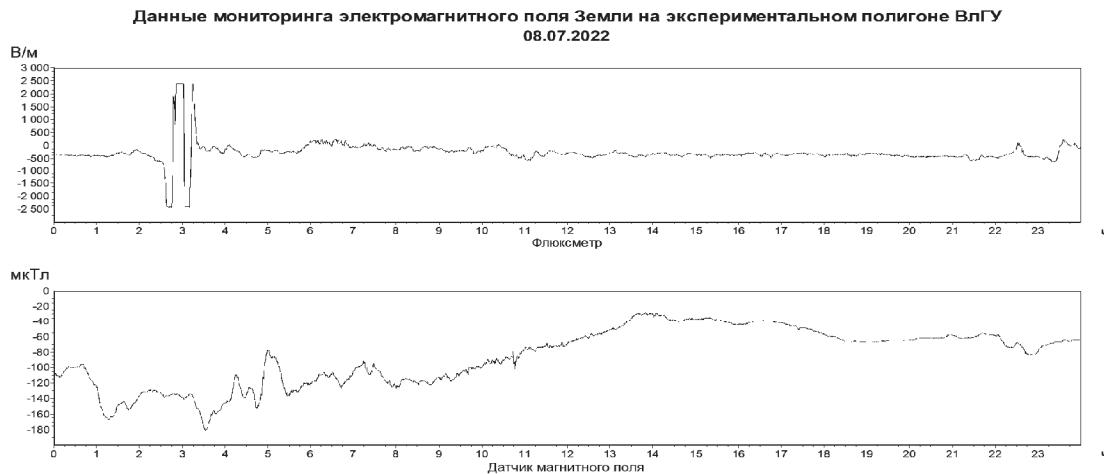


Рис. 6. Запись вариаций электрического и геомагнитного поля, компонента D, по данным полигона ВлГУ за 8 июля 2022 г. в период грозовой активности (с 2ч. до 6ч.)

Заключение

Одна из задач – привлечь внимание специалистов, занимающихся мониторингом электрических природных полей, заинтересовать в наших технических разработках. Наряду с воздействием метеопараметров, один важнейших факторов окружающей среды, влияющий на показания электрического и геомагнитного полей оказалась солнечная активность. Коэффициент корреляции между солнечной активностью (по числу Вольфа) и электрическим полем Земли за период 2004 – 2007 гг. составил «+» 0,9 ($p=0,01$), что говорит о прямой, положительной зависимости между этими факторами.

Список литературы

- Грунская Л.В., Золотов А.Н., Бушуев А.С., Лукьянов В.Е. Программно-аппаратный комплекс мониторинга электромагнитного поля Земли // Труды Всероссийской открытой научной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн». – Муром 2020. – С. 428–433.
- Грунская Л.В., Золотов А.Н., Хакимов М.Ф., Тихомиров С.М. Система мониторинга электрического и геомагнитного поля Земли в инфракрасочастотном диапазоне // Материалы IX Всероссийской научной конференции по атмосферному электричеству, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2023, Санкт-Петербург, 26–28 сентября 2023. – С. 341–352.
- Грунская, Л.В. Оценка параметров электрического поля приземного слоя атмосферы на основе метода корреляционного приема: Монография / Л.В. Грунская. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2010. – 123 с.
- Грунская Л.В., Золотов А.Н., Бушуев А.С., Сныгина И.А., Лукьянов В.Е. Универсальная система удаленного сбора данных для мониторинга характеристик природной среды // Динамика сложных систем – XXI век, Изд. Радиотехника. – 2018. – № 4. – С. 4–10.