

## **Программно-аппаратный комплекс мониторинга электромагнитного поля Земли**

Л.В. Грунская, А.Н. Золотов, А.С. Бушуев, В.Е. Лукьянов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых", E-mail: grunsk@vlsu.ru*

*Представлены результаты исследований и создания компактного программно-аппаратного комплекса мониторинга характеристик природной среды. С помощью такого комплекса можно производить мониторинг электростатического поля приземного слоя атмосферы, геомагнитного поля, метеоданных путем оперативного перемещения в различные места исследуемой территории.*

*The results of research and the creation of a compact software and hardware complex for monitoring the characteristics of the natural environment are presented. With the help of such a complex, it is possible to monitor the electrostatic field of the surface layer of the atmosphere, the geomagnetic field, weather data by quickly moving to various places in the study area.*

### **Введение**

Целью проводимых исследований является разработка компактного программно-аппаратного комплекса мониторинга характеристик природной среды (электрическое поле приземного слоя атмосферы, геомагнитное поле, метеоданные) на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ, действующем с 1972 года. Осуществляется изучение взаимосвязи электромагнитных полей инфранизкочастотного диапазона с геофизическими и астрофизическими процессами [1-12]. Мобильная система мониторинга создана на основе созданной на физическом полигоне ВлГУ системы для мониторинга характеристик природной среды. Программно-аппаратный комплекс мониторинга позволяет осуществлять сбор экспериментальных данных, их хранение, дистанционный просмотр и обработку. Для контроля работы система имеет возможность удаленного контроля параметров, а также доступ к базам данных по каналу GSM. В отличие от имеющихся систем мониторинга система выполнена в едином коммутационном шкафу с климатическим исполнением и является переносной. В системе применяется промышленный компьютер, программируемый логический контроллер (ПЛК), встроенные и внешние АЦП компании Advantech, метеостанция, роутер, термостат, обогреватель, сетевой коммутатор, источник бесперебойного питания. Все элементы монтируются в герметичный шкаф, который имеет термостатирование. Разработанный комплекс имеет выход в глобальную сеть Интернет и доступ к удаленному рабочему столу, по которому осуществляется просмотр текущих, архивных данных и настройка системы. В отличие от имеющихся систем мониторинга, разработанная система может быть переносной, мобильной.

### **Структура, назначение и основные технические параметры комплекса**

В рамках данной работы планировалось разработать и создать образец компактного программно-аппаратного комплекса мониторинга характеристик природной среды. С помощью такого комплекса можно производить мониторинг электростатического поля приземного слоя атмосферы, геомагнитного поля, метеоданных путем оперативного перемещения в различные места исследуемой территории. Необходимость в такой мобильной системе мониторинга есть на Камчатке в ИФЗ ДВО РАН, осуществляющем мониторинг характеристик природной среды с целью поиска предвестников

сейсмических событий. Совместные исследования с сотрудниками ИФЗ ДВО РАН осуществляются с 2010 года. Датчики электрического поля разработки ВлГУ установлены на Камчатке. С помощью такой мобильной системы мониторинга планируется во всех субъектах Владимирской области произвести мониторинг электрического и геомагнитного полей, с целью исследования воздействия электромагнитных полей Земли на основные показатели здоровья человека, в этом заинтересован Департамент здравоохранения Владимирской области и в частности ДЗ ГБУЗ ВО «Медицинский информационно-аналитический центр». Результаты данной работы позволят оценить наиболее активные техногенные участки Владимирской области, проанализировать, как влияют активно развивающиеся города на электрическое и геомагнитное поле Земли, выявить зависимость основных показателей здоровья человека от вариаций характеристик природной среды.

Актуальность в разработке и создании подобной системы мониторинга связана со следующими реально существующими проблемами в современных системах:

1. Все современные системы мониторинга являются стационарными. Создание стационарной системы мониторинга является сложной задачей, связанной с выделением определенной территории, охраной оборудования в полевых условиях. Задачи мониторинга характеристик природной среды с целью исследования геофизических процессов требуют исследований в различных точках исследуемой территории и только мобильный переносной программно-аппаратный комплекс способен решить такие задачи.

2. Удаленный телеметрический доступ необходим для управления, настройки и оперативного доступа к базам данных мониторинга.

3. Необходимость в такой мобильной системе мониторинга есть на Камчатке в ИФЗ ДВО РАН, осуществляющем мониторинг характеристик природной среды с целью поиска предвестников сейсмических событий. Совместные исследования с сотрудниками ИФЗ ДВО РАН отражены в публикации [12]. С помощью такой мобильной системы мониторинга планируется во всех субъектах Владимирской области произвести мониторинг электрического и геомагнитного полей, с целью исследования воздействия электромагнитных полей Земли на основные показатели здоровья человека, в этом заинтересован Департамент здравоохранения Владимирской области и в частности ДЗ ГБУЗ ВО «Медицинский информационно-аналитический центр». Результаты данной работы позволят оценить наиболее активные техногенные участки Владимирской области, проанализировать как влияют активно развивающиеся города на электрическое и геомагнитное поле Земли, выявить зависимость основных показателей здоровья человека от вариаций характеристик природной среды.

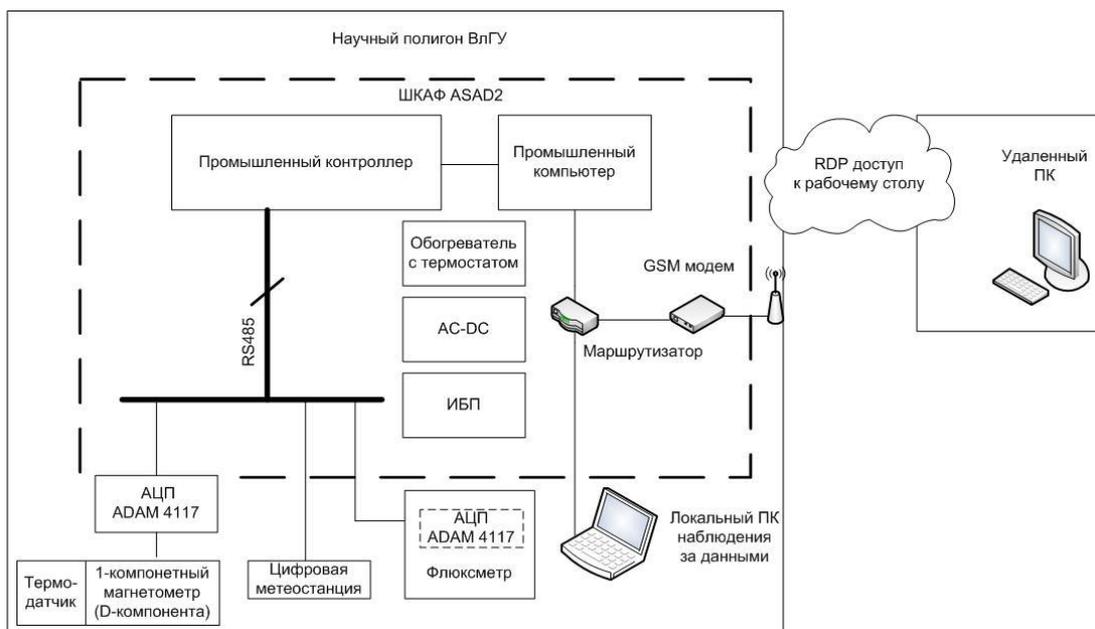
Разрабатываемая система поддерживает подключение трех различных типов устройств, которые могут объединяться в сеть. Это аналоговые датчики, подключаемые через встраиваемые модули серии ADAM5017 (всего 2 модуля по 8 каналов), находящиеся на значительном удалении аналоговые датчики, подключаемые через модули удаленного сбора ADAM4117(максимальное подключение 256 модулей по 8 каналов) и устройства, управляемые по сети RS485 до 256 устройств. Система является переносной и размещается в стандартный распределительный шкаф и имеет вес 10 кг. Имеет возможность питания от автомобильного аккумулятора 12В и поэтому может быть перемещена на другое место регистрации. Отличительным признаком является низкая стоимость, порядка 100 тысяч рублей, без стоимости подключенных датчиков. Система является универсальной, и к ней подключается различный набор датчиков, необходимый под конкретную решаемую задачу мониторинга любого параметра или характеристики природной среды.

Программно-аппаратный комплекс телемеханики «Мегаполис-ТМ» является аналогом разрабатываемого комплекса. Изготовитель ОАО «Владимироблгаз» (600017, г. Владимир, ул. Краснознаменная, 3), сертификат соответствия ОС ООО «ТЕХЭКСПЕРТИЗА) № РООС RU.АИ48.Н03714 от 14.01.2008г., Свидетельства об официальной регистрации Программного комплекса «Мегаполис-ТМ» № 2007610578 от 23 марта 2007 года.

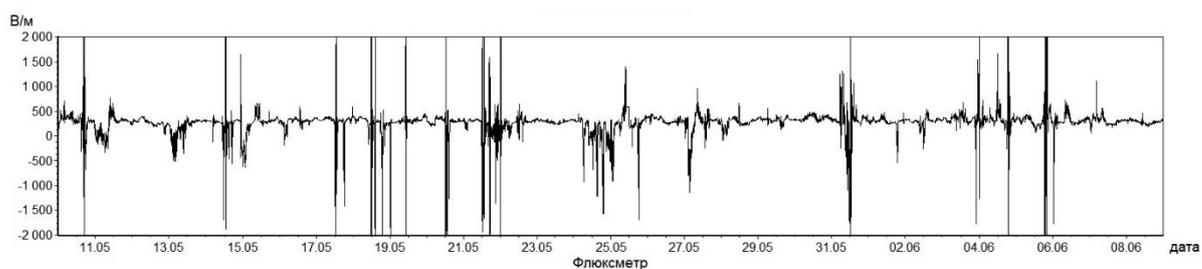
По сравнению с аналогами, разработанная и действующая на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ система мониторинга может опрашивать датчики в реальном времени, а это необходимо для дальнейшей математической обработки. Другим отличительным признаком является универсальность, можно подключать любые датчики, предварительно настроив параметры через разработанное ПО. Получено свидетельство на программное обеспечение программируемого контроллера программно-аппаратного комплекса мониторинга характеристик природной среды [13] и на программное обеспечение промышленного компьютера (ПК) для сбора данных мониторинга [14].

В рамках данной работы предполагается создание компактного программно-аппаратного комплекса мониторинга характеристик природной среды. С помощью этой системой можно производить мониторинг электростатического поля приземного слоя атмосферы, геомагнитного поля, метеоданных путем оперативного перемещения в различные места исследуемой территории.

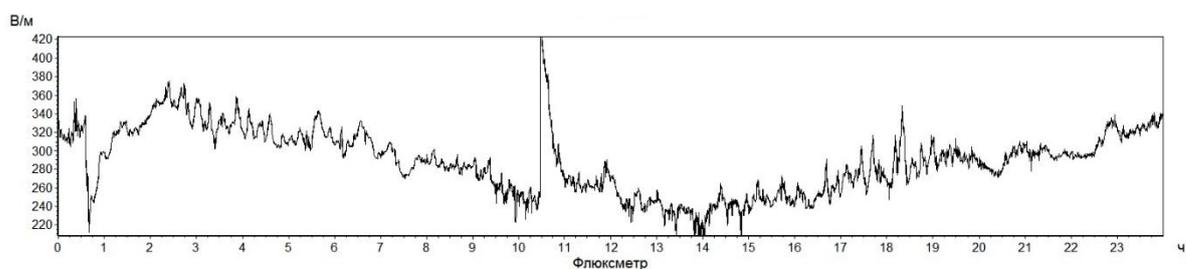
Комплекс предназначен для сбора и регистрации измеренной информации, поступающей с датчиков в виде стандартных аналоговых сигналов напряжения и силы постоянного тока, дискретных и цифровых сигналов; выдачи управляющих воздействий в аналоговой и дискретной форме; реализации алгоритмов управления; передачи данных как в пределах контролируемого объекта, так и в систему более высокого уровня. Комплекс технических средств (КТС) автоматизации системы образован серийными покупными изделиями (отечественного и импортного производства), используемыми без дополнительных настроек и доработок. В состав КТС автоматизации входит программно-аппаратный комплекс, разворачиваемый в непосредственной близости контролируемых объектов. Его аппаратная часть нижнего уровня комплекса содержит следующие модули: программируемый логический контроллер, модули ввода первичных сигналов, модули нормализации сигналов от первичных датчиков, GSM модем, источник основного и резервного гарантированного питания, устанавливаемых в герметизированном корпусе, к которым подключаются первичные датчики технологических параметров в соответствии с проектом на систему телемеханики. Аппаратная часть верхнего уровня комплекса – распределенная Система Сбора Информации (ССИ), состоит из единого, либо разнесенного сервера сбора и архивирования данных и распределенной сети клиентских станций. Аппаратные средства верхнего уровня включают в себя: стандартные IBM-PC-совместимые ПК, коммуникационные оборудования сетей Ethernet. Электропитание устройств сбора и передачи информации на КП производится от промышленных источников питания (220В, 50Гц), а в случае аварийного или планового отключения - от источника бесперебойного питания (ИБП). На рисунке 1 представлена структура программно-аппаратного комплекса мониторинга электромагнитного поля Земли на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ. На рисунке 2 даны примеры записи электрического поля приземного слоя атмосферы.



**Рис. 1. Структура программно-аппаратного комплекса мониторинга электромагнитного поля Земли на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ**



а.



б.

**Рис. 2. Показания электростатического флюксметра: а) за период 10.05.2020 – 08.06.2020; б) за 08.06.2020**

## Выводы

Разработан и создан компактный программно-аппаратный комплекс мониторинга различных характеристик природной среды. Комплекс предназначен для сбора и регистрации измеренной информации, поступающей с датчиков в виде стандартных аналоговых сигналов напряжения и силы постоянного тока, дискретных и цифровых сигналов; выдачи управляющих воздействий в аналоговой и дискретной форме.

## Литература

1. Грунская Л.В., Золотов А.А. Лукьянов В.Е., Рубай Д.В., Лещев И.А., Сныгина И.А., Антонова М.А. / Мониторинг электромагнитных полей инфранизкочастотного диапазона // Труды XII Международной научно-технической конференции “Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии” ФРЭМЭ’2016, ISBN:978-5-905527-13-5, 04 - 07 июля 2016 г., Владимир – Суздаль.-с.209-213.
2. Грунская, Л.В. Приемно-регистрирующая аппаратура для исследования взаимосвязи электрического поля приземного слоя атмосферы с геофизическими процессами / Л.В. Грунская, В.А. Ефимов // Проектирование и технология электронных средств. – 2006. – № 1. – С. 69 – 74.
3. Грунская, Л.В. Мобильный приемно-регистрирующий комплекс для мониторинга электромагнитного поля приземного слоя атмосферы / Л.В. Грунская [и др.] // Проектирование и технология электронных средств. – 2005. – № 2. – С. 69 – 74.
4. Грунская, Л.В. Система многоканального синхронного мониторинга электромагнитных полей КНЧ диапазона приземного слоя / Л.В. Грунская [и др.] // Проектирование и технология электронных средств. – 2004. – Спец. вып. – С. 38 – 45.
5. 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. - ISBN 978-5-9984-0054-4.
6. Л.В.Грунская, В.В. Исакевич, В.А. Ефимов, Л.Т. Сушкова, А.А. Закиров, Д.В. Рубай Решение задачи обнаружения лунных приливов в электрическом поле пограничного слоя атмосферы //Электромагнитные волны. Изд. Радиотехника.2012.- №3.- С. 45-50.
7. Л.В. Грунская, Экспериментальные и теоретические исследования вариаций напряженности электрического поля, обусловленных солнечными и лунными приливами в приземном слое атмосферы / Л. В. Грунская, В. Н. Морозов //Известия вузов. Физика. – 2005. – № 8. – С. 33 – 39.
8. Л.В.Грунская, В.В.Исакевич, Д.В.Исакевич, Рубай Д.В., Золотов А.Н. Исследование воздействия лунных приливов на электромагнитное поле пограничного слоя атмосферы с помощью метода собственных векторов/ Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т. 56. № 4. С. 65-70.
9. Грунская Л.В., Морозов В. Н., Ефимов В. А., Золотов А.Н., Рубай Д. В., Закиров А. А. Мониторинг электромагнитных полей пограничного слоя атмосферы Земли// Монография Издатель: Germany, LAP LAMBERT AcademicPublishing. – ISBN: 978-3-659-32919-7. -2013 г, 192 с.
10. Л.В.Грунская, В.В. Исакевич, Д.В. Исакевич, Д.В. Рубай, А.Н. Золотов /Оценка амплитуды и исследование свойств составляющих электрического поля пограничного слоя атмосферы земли, спектрально локализованных на частотах лунно-солнечных приливов// Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 5. С.118-124.
11. Л.В. Грунская, В.В.Исакевич, Д.В. Исакевич, Д.В. Рубай, И.А. Лещев, В.Е.Лукьянов, А.Н.Золотов, А.А.Кулиш /Айгеноскопия в исследовании электромагнитных полей пограничного слоя атмосферы Земли //Труды VII Всероссийской научной конференции «Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред. Армандовские чтения», 31.05-2.06.2016, ISSN 2304-0297 (CD-ROM).- г.Муром, Муромский институт Владимирского государственного университета,-с.139-146.
12. П.П. Фирстов, В.В. Исакевич, Е.О. Макаров, Д.В. Исакевич, Л.В. Грунская/ Апробация методики айгеноскопии для поиска предвестников сильных землетрясений в поле почвенного радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) на Камчатке (август 2012 – август 2013 гг.) // Сейсмические приборы. Изд. Институт физики Земли РАН, 2014.Т.50,№3,с.63-75.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018664675. Рос. Федерация. Встраиваемое программное обеспечение системы мониторинга электромагнитных полей и параметров атмосферы / А. Н. Золотов, А. С. Бушуев, Л. В. Грунская; правообладатель ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». — № 2018661816; заявл. 26.10.2018; зарегистр. 20.11.2018, Бюл. № 1. — 1 с.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018663059. Рос. Федерация. Программа автоматизированного сбора данных ASAD2 / А. Н. Золотов, А. С. Бушуев; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «АЗМоторс» — № 2018617855; заявл. 24.07.2018; зарегистр. 19.10.2018; Бюл. № 1. -1 с.