

Development of data recorder for digital magnetovariational station QUARTZ-3EM

D.V. Kudin, E.O. Uchaikin

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

E-mail: dvkudin@gmail.com

1. Development of a digital recorder for collecting and storing the geomagnetic data

In geophysics is often a problem of accumulation and storage of geophysical data, linked to the UTC time and the coordinates of GPS, for example: magnetic variation station or walking a proton magnetometer for areal photography. Existing devices at this time are closed, which include another magnetometer or GPS-module does not seem possible, and hence there is a need to develop a universal digital system for collecting and storing the geomagnetic data, synchronized to UTC, and GPS coordinates at low temperatures and high humidity.

We have developed a block diagram of a logger (see Fig. 1), taking into account ease of use and ease of use of each item.



Fig. 1. Block diagram of data logger

Board data recorder is based on a 16-bit microcontroller PIC24HJ128GP, which runs at 80MHz, which ensures good performance of the registrar. The board also features a memory expansion slot MMC / SD up to 2 Gb for storage on their geophysical data in binary or file format. In addition, the controller is connected via internal connectors with an external remote GPS antenna, which is used to synchronize time and coordinate GPS, LCD display for displaying information about the measurements. The board also provides registrar 1-Wire connector to support high-precision thermometers DS18B20 accurate determination of the temperature up to 1 / 16 degrees to make the most precise control of the geophysical parameters of the device.

Connected to the recorder module GPS (A1080) and an LCD display (see Fig. 3.5). To connect the GPS rather four separate wires: +, - 3,3 V power supply, TX and RX serial COM. Display TIC32 connected to the bus I²C, which requires 4 wires together with power, it is possible thanks to built-in display itself Controller PCF8535.

The main feature of the developed board recorder is a digital port serves to connect the ADC, a comparator for the removal of data from proton and quantum magnetometers (marked rectangle in Fig. 2). Digital port has 7 independent analog-digital lines to the microcontroller, which allows to organize a SPI serial interface for external ADC or comparator.

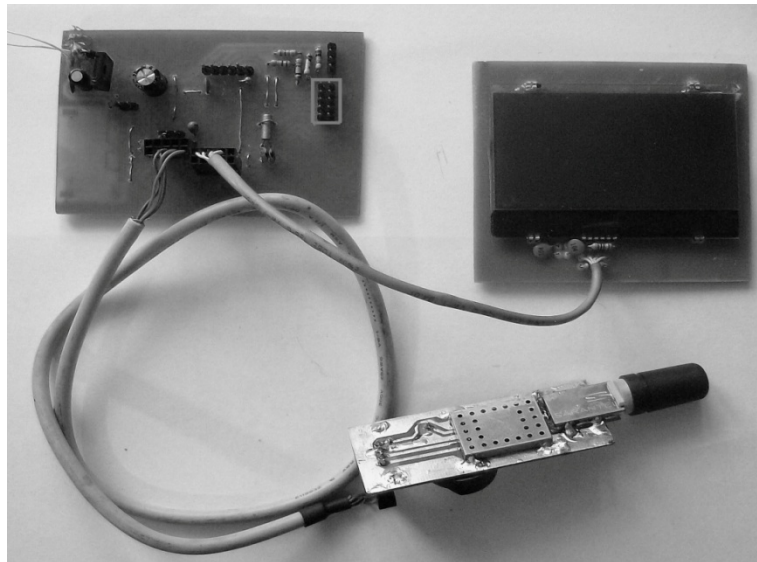


Fig. 2. Fee registrar and attached LCD and a GPS module

2. Development of a digital data recorder for magnetic variation station "Quartz-3EM"

In 2009, the cordon of the Altai Reserve Baygazan "(Lake Teletskoye) was established by the registration point of geomagnetic variations. For his work of the Laboratory Robotics Gorno-Altai State University was developed based on the digital recorder recorder for collecting and storing the geomagnetic data to meet the following requirements:

- Accuracy of the order of 0.01 nT with a dynamic range of ± 1000 nT;
- The frequency of registration - 5 times per second;
- Low power consumption (less than 2 watts);
- Continuous recording of data on digital media for six months without change;
- Use in the construction of non-magnetic materials;
- Stable operation at low temperatures (down to -40°C).

The input to the registrar to submit three differential analog signal amplitude up to ± 10 V with magnetic sensors Burtseva-Belova magnetovariational station (MVS), "Quartz-3EM» (D, H, Z-components of the geomagnetic field), which are digitized by a 2-s precision 24-bit ADC AD7732BRU (reading accuracy of 0.0001 nT). For noise suppression used optical isolation digital SPI interface between the board and the registrar of the ADC. This configuration allows you to connect to the power amplification MFR through the free (alarm) land, which ensured a high signal to noise ratio. Write data (time, three components of the magnetic field, temperature) in the buffer controller is 5 times per second, each record component of the magnetic field is obtained by averaging 10 measurements ADC. When the buffer is full (about once every 10 s) data of 512 bytes written into a single cluster of flash cards such as MMC / SD (use cards up to 2 GB). Such a recording system in comparison with the FAT16 can not lose data during an unexpected power outage and to save space on the flash card. To read data written a special application under Windows. Logger mounted in an aluminum casing. Time, the results of measurements on three channels (in volts) and temperature once per second are displayed on the LCD display.

Experience of operation (the system operates in continuous mode 03.12.2009) showed that the width of the coring system is 0.02 nT (0.1 nT in high humidity conditions), and the spectrum exhibits components with a frequency of 1 and 2 Hz, presumably associated with the magnetic signal created by the work of the registrar at a distance of about 3 m from the unit of magnetic sensors. Note that the current requirements of the international network INTERMAGNET the

accuracy of measurements of variations are 0.1 nT, - thus, the recording quality is achieved even slightly exceed those requirements. Developed by us, the registrar has improved the options MBC compared with serial samples (accuracy of 0.1 nT, the frequency of registration of 1 Hz)

References

1. Nechaev, SA Guide for stationary geomagnetic observations. [Text] / S. Nechaev - Irkutsk: Izd Institute of Geography. VB Sochava, 2006. - 140 ° C.

Разработка регистратора данных для цифровой магнитовариационной станции “Кварц-ЗЕМ”

Д.В. Кудин, Е.О. Учайкин

Горно-Алтайский государственный университет, Россия

E-mail: dvkudin@gmail.com

1. Разработка цифрового регистратора сбора и хранения геомагнитных данных

В геофизике часто возникает задача накопления и хранения геофизических данных, привязанных ко времени UTC и координатам GPS, например: магнитовариационная станция или пешеходный протонный магнитометр для площадной съёмки. Существующие устройства являются закрытыми, и не позволяют подключить другой магнитометр или GPS-модуль, а значит, существует потребность в разработке цифровой универсальной системы сбора и хранения геомагнитных данных, синхронизированных по UTC и координатам GPS в условиях низких температур и высокой влажности.

Нами была разработана блок-схема регистратора (см. рис. 1) с учетом удобства использования и удобства применения каждого элемента.



Рис. 1. Блок-схема регистратора данных

Плата регистратора данных построена на основе 16-битного микроконтроллера PIC24HJ128GP, который работает на частоте 80МГц, что обеспечивает регистратору хорошее быстродействие. На плате также имеется разъем для карт памяти MMC/SD до 2 Gb для хранения на них геофизических данных в бинарном или файловом виде. Кроме того, к контроллеру подключены через внутренние разъемы GPS с внешней выносной антенной, используемый для синхронизации времени и геодезических координат, и ЖК-дисплей для отображения информации об измерениях. Также на плате регистратора предусмотрен разъем 1-Wire для поддержки прецизионных термометров DS18B20 с точностью определения температуры до 1/16 градуса, чтобы максимально точно контролировать параметры геофизического прибора.

К регистратору подключаются модульный GPS (A1080) и ЖК-дисплей (см. рис. 3.5). Для подключения GPS достаточно четырёх независимых проводов: +, - питания 3,3В, TX и RX последовательного интерфейса COM. Дисплей PIC32 подключается по шине I²C, которая требует 4 провода вместе с питанием, это возможно благодаря встроенному в сам дисплей контроллеру PCF8535.

Основной отличительной чертой разработанной платы регистратора является наличие цифрового порта служащего для подключения АЦП, либо компаратора для снятия данных с протонных и квантовых магнитометров (выделен прямоугольником на рис. 2). Цифровой порт имеет 7 независимых аналогово-цифровых линий к микроконтроллеру,

которые позволяют организовать последовательный интерфейс SPI для внешних АЦП или компаратор.

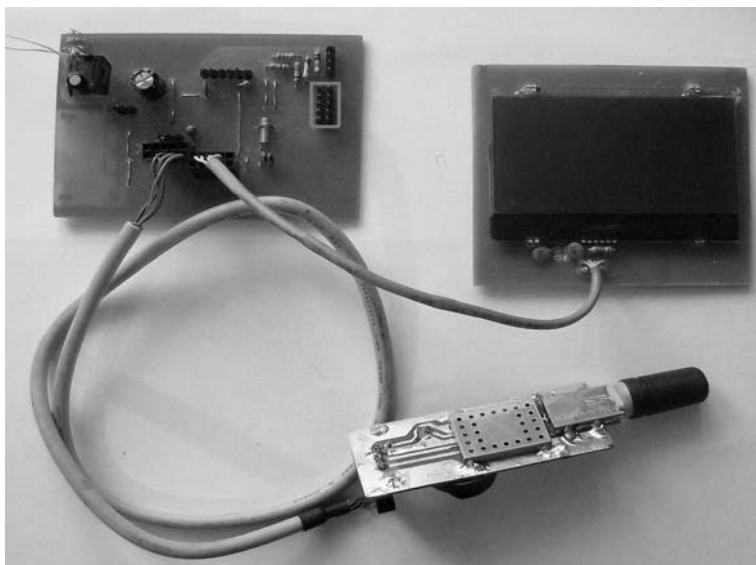


Рис. 2. Плата регистратора и подключенные к нему LCD и GPS модуль

2. Разработка регистратора данных для цифровой магнитовариационной станции «Кварц-ЗЕМ»

В 2009 году на кордоне Алтайского заповедника «Байгазан» (оз. Телецкое) был создан пункт регистрации геомагнитных вариаций¹. Для его работы лабораторией робототехники Горно-Алтайского госуниверситета был разработан самописец на основе цифрового регистратора сбора и хранения геомагнитных данных, удовлетворяющий следующим требованиям:

- точность измерений порядка 0.01 нТл при динамическом диапазоне ± 1000 нТл;
- частота регистрации – 5 раз в секунду;
- низкое энергопотребление (не более 2 Вт);
- непрерывная запись данных на цифровой носитель в течение полугода без его смены;
- использование в конструкции немагнитных материалов;
- устойчивая работа при низких температурах (до -40°C).

На вход регистратора подаётся три дифференцированных аналоговых сигнала амплитудой до ± 10 В с магнитных датчиков Бурцева-Белова магнитовариационной станции (МВС) «Кварц-ЗЕМ» (D, H, Z-компоненты геомагнитного поля), которые оцифровываются при помощи 2-х прецизионных 24-битных АЦП AD7732BRU (отсчётная точность 0.0001 нТл). Для подавления шумов использована оптическая развязка цифрового интерфейса SPI между платой регистратора и АЦП. Эта конфигурация позволяет подключиться к блоку усиления МВС через свободную (сигнальную) землю, что обеспечило высокое отношение сигнала к шуму. Запись данных (время, три компоненты магнитного поля, температура) в буфер контроллера производится 5 раз в секунду, каждая запись компонент магнитного поля получается в результате усреднения 10 измерений АЦП. При заполнении буфера (примерно раз в 10 с) данные объёмом 512 байт записываются в отдельный кластер флеш-карты типа MMC/SD (используются карты объёмом до 2 Гб). Такая система записи по сравнению с FAT16 позволяет не терять данные при неожиданном отключении питания и

¹ Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-98014_p_сибирь_a

экономить место на флеш-карте. Для считывания данных написано специальное приложение под ОС Windows. Регистратор смонтирован в алюминиевом корпусе. Время, результаты измерений по трём каналам (в вольтах) и температура раз в секунду выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Опыт эксплуатации (система работает в непрерывном режиме с 03.12.2009) показал, что ширина шумовой дорожки системы составляет 0.02 нТл (до 0.1 нТл в условиях высокой влажности), причём в спектре наблюдаются составляющие с частотой 1 и 2 Гц, предположительно связанные с магнитным сигналом, создаваемым работой регистратора на расстоянии около 3 м от блока магнитных датчиков. Заметим, что в настоящее время требования международной сети INTERMAGNET к точности измерения вариаций составляют 0.1 нТл, - таким образом, достигнутое качество записи даже несколько превышает эти требования. Разработанный нами регистратор позволил улучшить параметры МВС по сравнению с серийными образцами (точность 0.1 нТл, частота регистрации 1 Гц).

Литература

1. Нечаев, С.А. Руководство для стационарных геомагнитных наблюдений. [Текст] / С. А. Нечаев – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2006. – 140с.