

ПОЛЕВОЙ АВТОНОМНЫЙ ОНЧ-ПРИЁМНИК VLF-RECEIVER WITH AUTONOMOUS SUPPLY FOR FIELD MEASUREMENTS

Ю.М.Михайлов¹, В.Б.Рожков², О.В.Капустина¹

¹ Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В.Пушкова, yumikh@izmiran.ru

² Особое конструкторское бюро МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная, д.4

*Description of VLF-receiver for registration VLF signals and noises in field conditions.
Frequency range from 10 to 20000 Hz. Sensitivity near $10^{-14}T/\sqrt{\text{Hz}}$ on magnetic component and 10^{-7}
 $V/m\sqrt{\text{Hz}}$ on electric component.*

Приводится описание приемника, разработанного совместно ОКБ МЭИ и ИЗМИРАН и предназначенного для регистрации магнитной и электрической компонент ОНЧ-волн в диапазоне частот от 10 до 20000 Гц.

Комплекс аппаратуры регистрации ОНЧ [1] состоит из трех связанных частей (Рис.1): 1) аналоговая: АНЧ-2МЕ с датчиками и системой питания; 2) внешний модуль E330 (новая версия E14-440) фирмы LCARD; 3) портативный компьютер NoteBook.

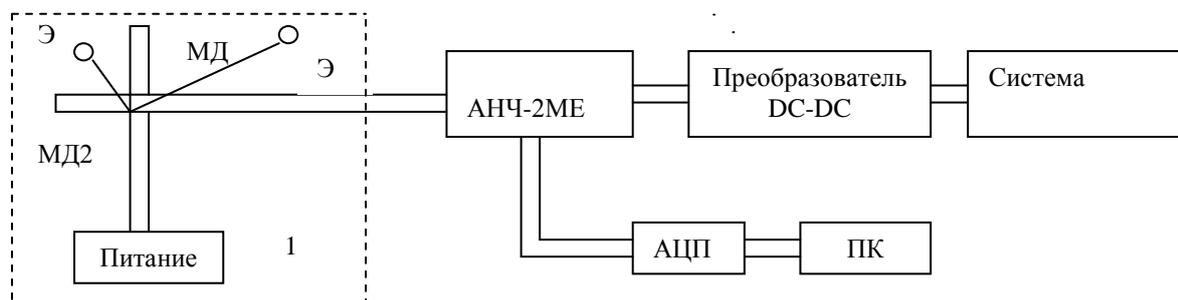


Рис.1. Схема автономного ОНЧ-приемника-регистратора: 1 - система датчиков; 2 - приемник АНЧ-2МЕ; 3 – преобразователь DC-DC; 4 – система питания; 5 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП); 6 - переносной компьютер (ПК) типа NoteBook (NB)

Магнитный датчик LEM1 106 HS, разработки ЛЦ ИКИ НКАУ и НАНУ (Львов) проходил испытания в ИЗМИРАН, электрические датчики БВУ1, БВУ2 разработаны в ИЗМИРАН.

Динамический диапазон прибора АНЧ-2МЕ разработки ОКБ МЭИ-ИЗМИРАН составляет ~60 дБ. В систему питания комплекса входят аккумуляторные батареи и, для их подзарядки, солнечный модуль ФСМ 50-12 разработки Томского НИИП [2]. Во избежание влияния системы питания на датчики расстояние между датчиками и регистрирующей аппаратурой должно быть 50-100 м. Питание датчиков организовано от собственных аккумуляторов длительного пользования. Потребление тока для магнитных датчиков порядка 20 мкА

На модуле E330 с цифровым процессором ADSP-2105 имеется один АЦП, на вход которого при помощи коммутатора может быть подан один из 16 или 32 аналоговых каналов с внешнего разъема модуля. Переносной компьютер (NB) работает под управлением системы MS-DOS (в новой версии - под Windows XP). Программа ввода написана на языке Турбо-Паскаль с использованием библиотеки, поставляемой для работы с модулем фирмой LCARD (новая версия на DELPHI). Программы обработки написаны в основном на языке Турбо-Паскаль (частично и в перспективе - DELPHI).

Комплекс прошел проверку при измерениях на Камчатке, при регистрации ракетных пусков в Архангельской области, при наблюдениях естественных ОНЧ-излучений в Северном Вьетнаме.

При включении NB с MS-DOS автоматически запускается пакетный файл тестирования. Сначала осуществляется ввод данных в двухканальном режиме в течение 6 сек и запись в файл. Затем программа обработки считывает эти данные из файла и выводит на дисплей синхронно два динамических спектра (сонограммы): слева – 1 канал, справа – второй канал. Над сонограммой выводится график временной формы: половина – с уничтожением предыдущего, половина – с наложением. Это позволяет хорошо видеть как детали записи, так и превышение верхней границы динамического диапазона. Процедуру ввода и последующей обработки можно повторять многократно в процессе наладки и тестирования комплекса.

Широкополосная регистрация в двухканальном режиме (основной) проводится с частотой квантования по времени ~50 кГц ($\Delta t \sim 0,00002$ с) по каждому каналу в течение 1 минуты в начале

каждого часа. Данные записываются блоками по 4096 байт в формате двубайтных целых чисел: 2 байта – 1-й канал, 2 байта – 2-й канал, 2 байта – 1-й канал... В конце файла записывается блок, в начале которого содержатся данные о режиме записи: число каналов, средний за время регистрации интервал оцифровки Δt , длительность записи в файл. Эти данные используются в программах обработки. Имена файлов составляются по принципу: mmddhhXX.YYа, где 'mm' – месяц; 'dd' – день; 'hh' – час; 'XX' – минута; 'YYа' – признак файла широкополосной записи (YY – две последние цифры года регистрации).

Во время работы основного режима в любое время можно задать переход в режим одиночного ввода одномоментной записи и квазинепрерывного ввода по 5 мин (или другое в зависимости от задачи).

Программы обработки данных написаны с использованием алгоритмов спектрального и спектро-временного анализа [3].

Данные регистрации использованы для решения задач исследования электромагнитной обстановки в сейсмоактивных регионах [4,5]. На рис.2 приведен пример анализа данных регистрации на пункте Левая Авача (Камчатка).

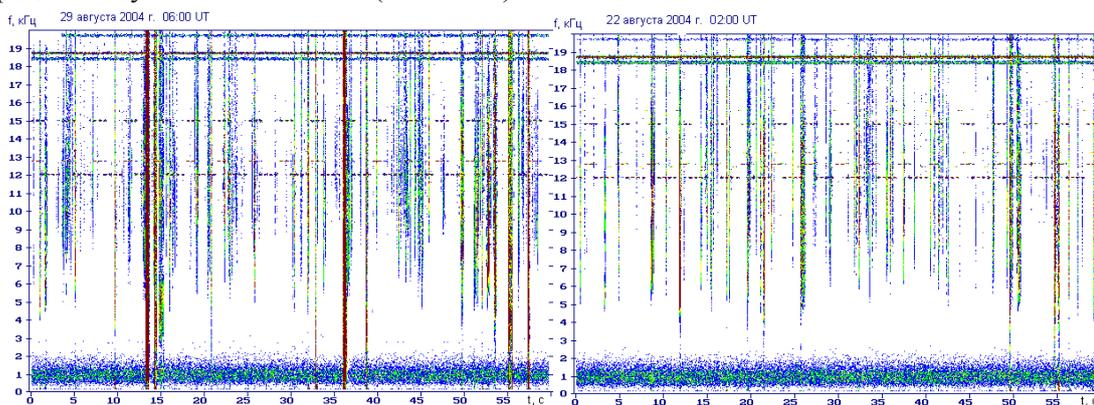


Рис.2. Цифровая сонограмма записи на пункте Левая Авача (Камчатка) за сутки до землетрясения слева и в сейсмически спокойный период (справа) [4].

Литература

1. Воробьев О.В., Коробовкин В.В., Лихтер Я.И., Михайлов Ю.М., Соболев Я.П., Войта Я., Хорват И. Аппаратура для низкочастотных волновых исследований на ИСЗ // Сб. Дифракционные эффекты коротких радиоволн / Под ред. Черкашина Ю.Н. С.173-194. М.: ИЗМИРАН. 1981.
2. Солнечные модули. ОАО НИИП. <http://www.niip.ru/>.
3. Михайлова Г.А., Капустина О.В. Цифровой спектрально-временной анализ КНЧ и ОНЧ пакетов волн частотным и временным "окном" // Сб. Распространение радиоволн в ионосфере / Под ред. Черкашина Ю.Н. С.114-121. М.: ИЗМИРАН.1983.
4. Михайлов Ю.М., Михайлова Г.А., Капустина О.В., Дружин Г.И., Смирнов С.Э. Электрические и электромагнитные процессы в приземной атмосфере перед землетрясениями на Камчатке // Геомагнетизм и аэронавигация. Т.46. №6. С.839-852. 2006.
5. К.Х.Труонг, Т.С.Во, Ю.М.Михайлов, А.Л.Харитонов, О.В.Капустина. ОНЧ-электромагнитный фон в сейсмоактивном регионе Северного Вьетнама // Геомагнетизм и аэронавигация. Т.50. №5-6. 2010 (в печати).