УДК 550.388.2

Н. М. САЛИХОВ, В. М. СОМСИКОВ

(ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр
космических исследований и технологий», г. Алматы)

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА ЧАСТОТЫ ИОНОСФЕРНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ НАД ОЧАГАМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Аннотация. Создан аппаратно-программный комплекс, позволяющий регистрировать Доплеровский сдвиг частоты радиосигналов, отраженных от ионосферы, над предполагаемыми очагами землетрясений. Аппаратная часть комплекса основана на принципе синхронно-фазового детектора, в основе которого заложена работа петли фазовой автоподстройки частоты. Программная часть комплекса представляет собой специально написанные программы, предназначенные для автоматизации процессов измерения доплеровских сдвигов частот, хранения данных и их визуализации. С помощью созданного аппаратно-программного комплекса были зарегистрированы аномалии в записях доплеровских сдвигов частот накануне и во время землетрясения магнитудой M=4,3, произошедшего на территории Киргизии 11.09.2013 года в 350 км от точки отражения радиоволны в ионосфере.

Ключевые слова: ионосфера, доплеровский сдвиг частоты, землетрясение.

Тірек сөздер: ионосфера, жиіліктер доплерлік шетке жылжулары, жер сілкінісі.

Keywords: ionosphere, Doppler shift frequency, earthquake.

Введение. Одним из эффективных методов контроля состояния ионосферы над очагами землетрясений является метод регистрации доплеровского сдвига частоты (ДСЧ) коротковолновых радиосигналов с непрерывной квазимонохроматической несущей на слабонаклонных радиотрассах. Суть метода заключается в том, что при распространении радиоволн через ионосферу, благодаря изменчивости во времени электронной концентрации, происходит изменение частоты радиоволны, которое и называется эффектом Доплера. При возрастании скорости изменения электронной концентрации в ионосфере пропорционально увеличивается наблюдаемая величина ДСЧ [1].

Для регистрации динамических процессов в ионосфере, обусловленных процессами в литосфере Земли, программно-аппаратный комплекс ДСЧ должен обеспечить круглосуточный режим записи ДСЧ с высоким уровнем автоматизации измерений. Это требование определяется тем, что временные масштабы волновых процессов в ионосфере очень широки - от десятков секунд до нескольких дней и даже месяцев, ионосферные радиосигналы в большинстве случаев бывают многолучевыми, а землетрясения имеют случайный временной характер.

Вышеперечисленным критериям соответствует метод измерения ДСЧ fd(t), в основе которого лежит принцип работы петли фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Основными достоинствами метода с применением петли ФАПЧ являются сравнительная простота его реализации, высокая чувствительность к малым возмущениям и разрешению по времени, возможность работы в условиях многолучевости, возникающей вследствие пространственно-временной неоднородности ионосферы и особенностей распространения радиоволн коротковолнового диапазона [2,3].

На рисунке 1 представлена функциональная схема приемной части аппаратно-программного комплекса для измерения ДСЧ радиосигнала, отраженного от ионосферы.