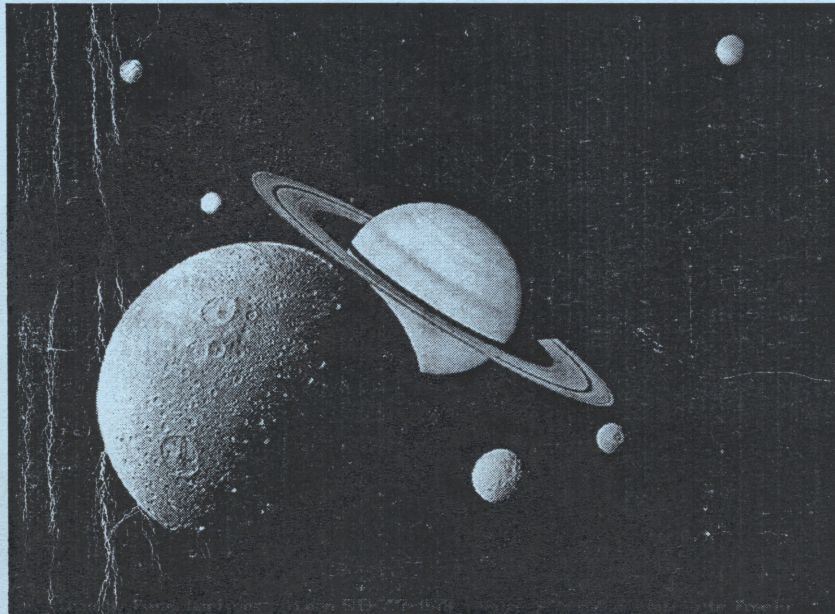


Міністерство освіти і науки України
Миколаївська астрономічна обсерваторія



**ЗАСТОСУВАННЯ ПЗЗ-МЕТОДІВ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТІЛ
СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ**

РОЗДІЛ III

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОХВИЛЬ КВ І СДВ ДІАПАЗОНУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕО- ТА БІОФІЗИЧНИХ ЯВИЩ

Бушуев Ф.И., Калужный Н.А., Сливинский А.П. Николаевская астрономическая обсерватория, Украинский радиотехнический институт (УРТИ)

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРЕДВЕСТНИКОВ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО ВОЗМУЩЕНИЯМ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ КВ И СДВ ДИАПАЗОНОВ РАДИОВОЛН

Многочисленные экспериментальные и теоретические работы по исследованиям возмущений ионосферы над очагами подготовки землетрясений показали, что на высотах F2-слоя ионосферы (высоты 200-300 км), отмечалось увеличение концентрации плазмы ночной ионосферы (до 40 %) за несколько суток до сильных землетрясений, магнитуда (M) которых превышала $M > 5$. Подобные явления отмечались и для нижней ионосферы на высотах D-слоя (высоты 50-80 км) [2], по результатам обработки сигнальной информации станций сверхдлинноволнового (СДВ) диапазона на частотах 10...100 кГц.

Так как в вышеуказанных работах не исследовалась степень соответствия и достоверность выделенных возмущений ионосферы как предвестников землетрясений, то в УРТИ с 1989 года проводились целенаправленные поисковые работы по разработке методов, аппаратных комплексов, алгоритмов и программ обработки сигнальной информации коротковолновых (КВ) и СДВ радиостанций и селекции возмущений ионосферы над очагами подготовки землетрясений, а также оценки статистических характеристик алгоритмов.

Работа проводилась по трём направлениям: обработка и анализ сигнальной информации станций вертикального зондирования (ВЗ), расположенных вблизи сейсмоопасных районов Средней Азии; обработка и анализ сигнальной информации станции возвратно-наклонного зондирования (ВНЗ), расположенной вблизи Курило-Камчатского сейсмоактивного района и СДВ радиостанций применительно к радиотрассам Омск-Режуньон, Омск-Либерия для сейсмоактивных районов Ирана, Афганистана, Памира, Карпат и Альп.

В алгоритме селекции ионосферных предвестников сильных землетрясений (ИПЗ) по сигнальной информации станций вертикального зондирования в качестве исходных данных использовались 15-минутные отсчеты критической частоты слоя F2, полученные после первичной обработки апостериорной сигнальной информации с помощью широко применяе-

мых автоматических ионосферных станций (ВЗ) ионосферы, в коротковолновом радиодиапазоне, расположенных в городах Алма-Ата и Ашхабад.

Для станций ВЗ и ВНЗ проводилась спектральная обработка сигнальной информации с целью выявления волновых возмущений ионосферы в качестве возможных ИПЗ. В результате обработки апостериорной сигнальной информации, по особенностям волновых возмущений ночной ионосферы, предшествующим за несколько суток избранным землетрясениям, удалось построить алгоритм, позволяющий выделять ионосферные предвестники сильных землетрясений с $M > 6$. Обработке подвергался ежесуточный объем исходных экспериментальных данных, для отклонений текущих значений квадратов плазменных частот в ночное время суток от их предсуточных значений. При этом оценивались скользящие спектральные плотности со сдвигом на каждый такт. Смещение прямоугольного (во временной области) окна приводило к тому, что локализованные во времени волновые возмущения медленно захватывались окном и также медленно уходили из окна. Такая, принятая согласно экспериментальным данным, модель волновых возмущений представляет собой плавное смещение высокочастотной границы их спектральной плотности, колоколообразного ее вида во времени, от своего максимального значения в область высоких частот и обратно, в ночное время суток, как в случае обработки сигнальной информации при ВЗ, так и при ВНЗ зондировании ионосферы, на расстояниях от очагов подготовки сильных землетрясений не более 1000 км (в случае станции ВНЗ такое расстояние отсчитывалось от проекции на землю F2-области ионосферы, где формируется отраженный от ионосферы сигнал ВНЗ). Анализу подвергались массивы апостериорной сигнальной информации длиной по несколько лет.

Согласно полученным ранее экспериментальным данным, ИПЗ по сигнальной информации СДВ радиостанций характеризуется уменьшением задержки и амплитуды сигнала станции СДВ за счёт увеличения концентрации плазмы в волноводном канале земля-ионосфера в ночное время суток, по отношению к её невозмущенным значениям. В связи с этим обработке подвергались усредненные на 10-минутных интервалах времени — одновременно амплитуда и фаза сигналов по трем азимутальным направлениям: Омск-Реюньон, Омск-Либерия и Омск-Норвегия, — по трем частотным каналам в каждом и по массиву сигнальной информации за 12 месяцев 1990 года.

На основании этого разработан аппаратный комплекс, алгоритмы и программы, позволяющие выделять ионосферные предвестники землетрясений по сигнальной информации станций ВЗ и ВНЗ среднеширотной ионосферы в диапазоне коротких радиоволн, а также по сигнальной информации станций фазово-радионавигационной системы "Омега", "Лоран-С", СЭВ в диапазоне сверхдлинных радиоволн.

На основании результатов обработки апостериорной сигнальной информации оказалось, что в рамках предложенных методов выделяются ИПЗ,

предшествующие только сильным землетрясениям, магнитуда которых $M > 6$. На высотах F2-слоя ионосферы ИПЗ носят квазиволновой характер, а на высотах D-слоя — квазистатический. При этом масштабы ионосферных возмущений над очагами подготовки землетрясений как квазиволновых, так и квазистатических лежат в пределах 1000 км.

Кроме того, было обнаружено, что вблизи очагов подготовки землетрясений, за несколько суток перед сильными румынским, калифорнийским и сахалинским землетрясениями, происходило существенное длительное уменьшение уровней сигналов СДВ и изменение помеховой обстановки в коротковолновом диапазоне радиочастот. Обнаруженные особенности позволяют создать достаточно простой и экономичный аппаратурно-программный исследовательский комплекс для краткосрочного прогноза сильных землетрясений.

В Николаевской астрономической обсерватории для этой цели на базе комплекса аппаратуры эталона времени и частоты была создана служба непрерывного контроля состояния ионосферы, основанная на методике наклонного зондирования ионосферы сигналами СДВ-навигационных радиостанций и станций служб точного времени и навигации. Комплект оборудования для контроля ионосферы был установлен также на метеостанции Южно-Украинской АЭС, где НАО проводит синхронный мониторинг ионосферы в рамках проекта "Предупреждение".

Литература

1. Электромагнитные предвестники землетрясений // Под ред. М.А. Садовского. — Наука, 1984.

2. Гуфельд И.Л., Маренко В.Ф., Пономарев Е.А., Ямпольский В.С. Исследование D-области ионосферы методом наклонного зондирования на сверхдлинных волнах // Поиск электромагнитных предвестников землетрясений: Сб. — М.: ИФЗ, 1988.

* * *

Бушуев Ф.И. Николаевская астрономическая обсерватория
Сливинский А.П. Украинский радиотехнический институт

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В РЕНТГЕНОВСКОЙ И ГАММА ОБЛАСТЯХ СПЕКТРА С ПОМОЩЬЮ НАЗЕМНЫХ РАДИОСРЕДСТВ

Как известно, концентрация ионов и электронов плазмы в нижних слоях ионосферы (D-слой, высоты 30...80 км) существенно зависит от рентгеновского потока излучения Солнца. Например, в спокойных условиях величина этого потока, согласно спутниковым измерениям в диапазоне 2...8 А, составляет E-05...E-06 Вт/м². При импульсных выбросах солнечной плазмы величина солнечного рентгеновского потока может кратковременно (от десятков минут до нескольких часов) увеличиться на несколько по-