

# АНАЛИЗ ДАННЫХ ПАССИВНЫХ ГРОЗОПЕЛЕНГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЦЕЛЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОТ МОЛНИЕВЫХ РАЗРЯДОВ

Д.М. Крутой, И.И. Кононов, И.Е. Юсупов

СПбГУ  
kdm2k@mail.ru

Проанализированы данные двух различных систем пассивной регистрации молниевых вспышек (МВ). Первая система – многопунктовая интерферометрическая УКВ система пассивной радиопеленгации SAFIR (Франция) – далее Система 1 [1]. Данная система регистрирует координаты и время

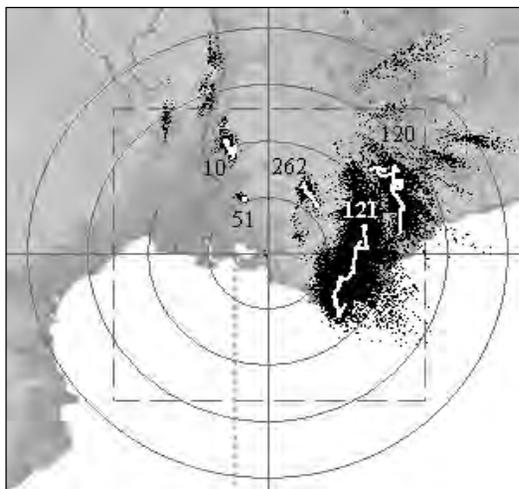


Рис.1. Грозовая активность 28.06.2001.

происхождения МВ, определяет их длительность, протяженность, мультиплисити (количество сильноточных компонент) и ряд других параметров. Другая система – пассивная однопунктовая пеленгационная СДВ система, позволяющая регистрировать сильноточные компоненты МВ – обратные удары (далее – Система 2) [2]. Так, например, на рис. 1 приведен пример регистрации МВ Системой 1 (показаны черными точками) в юго-восточном регионе Франции 28 июня 2001 года. Авторами настоящего сообщения был разработан специальный алгоритм кластеризации (группировки), благодаря которому стало возможным представлять регистрируемые Системой 1 данные в виде треков центров кластеров (объектов, полученных в результате кластеризации). Отдельным преимуществом полученного кластерного представления грозовой активности (ГА) является то, что кластеры сопоставимы с различными грозовыми образованиями - отдельными конвективными ячейками, грозовыми очагами и

целыми грозовыми комплексами. Как следствие, кластеризация позволяет анализировать изменение всего спектра вышеперечисленных регистрируемых Системой 1 параметров в процессе «жизни» грозы в микро- и макро- синоптическом масштабах, в том числе, в режиме реального времени.

В качестве примера, на рис. 2-3 приведены некоторые параметры ГА по данным регистрации Системы 1 относящиеся к выделенному кластеру 121 (рис. 1), а именно интенсивность внутриоблачных разрядов (ВО) и разрядов типа облако-земля (ОЗ) (рис.2) и длительность МВ (рис.3).

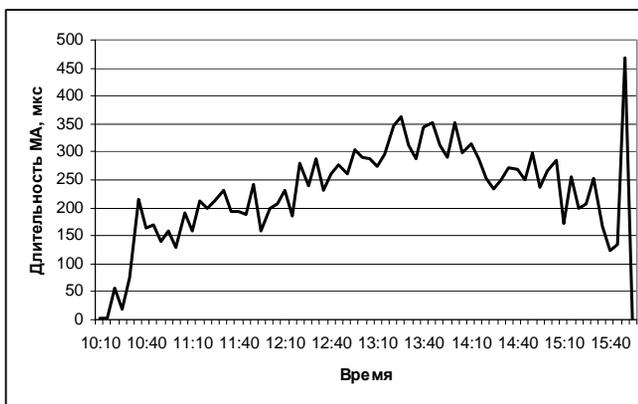
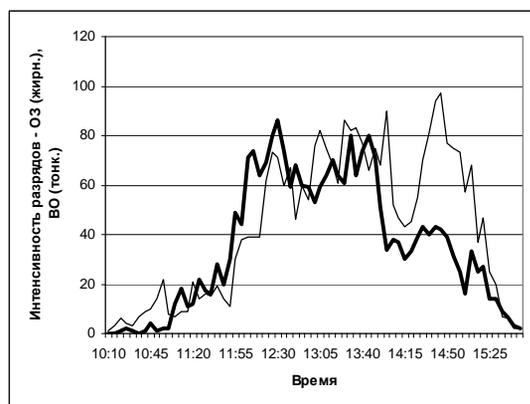


Рис. 2,3. Параметры МВ кластера 121 по данным регистрации Системы 1, 28.06.2001.

Также на уровне отдельных кластеров была проанализирована корреляция между интенсивностью излучения молниевых вспышек (как ВО, так и ОЗ) и интенсивностью осадков, оцениваемой по данным регистрации метеолокатора (локационной отражаемости), взятых за тот же период. Результаты анализа этих и других параметров приведены ниже при сравнении с данными, полученными Системой 2.

Система 2 представляет собой модифицированный (с пониженным порогом срабатывания) рамочный широкополосный импульсный СДВ пеленгатор, оснащенный Е-Н дальномером. Формы регистрируются в ОНЧ диапазоне. Примеры регистрации Системой 2 форм электромагнитного излучения (ЭМИ) обратных ударов приведены на рис. 4.

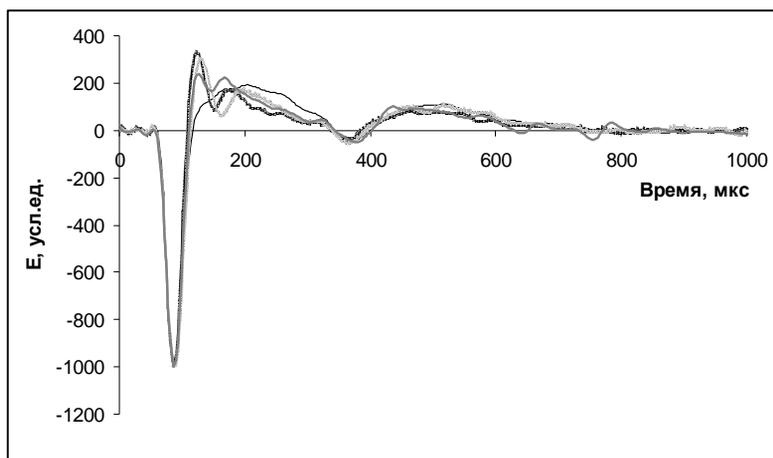


Рис. 4. Примеры регистрации форм ЭМИ обратных ударов, регистрируемых Системой 2, 28.06.2012 (формы нормированы по первой полуволне).

В результате анализа данных, полученных от систем были сделаны следующие выводы:

1. Количество регистрируемых Системой 1 МВ (эффективность обнаружения) в некоторых случаях на порядок превышает соответствующий показатель Системы 2. Данных Системы 1 достаточно для проведения статистически значимых оценок даже за довольно короткие промежутки времени – до 5 минут. Основной недостаток Системы 1 – малый радиус действия – зависит от количества пунктов регистрации и ограничен видимой областью, в связи с особенностями распространения УКВ сигнала. Вместе с тем, в

некоторых случаях, число синхронных (зарегистрированных обеими системами) МВ достигало 70%. Анализ синхронных данных позволил оценить величину поляризационных ошибок (ПО) пеленгования Системы 2. Величина ПО сильно зависит от расстояния до источника (МВ). Так, на расстоянии до 20 км величина ПО не превышает 10-15°, что в пересчете к пространственным координатам составляет единицы км; на расстояниях свыше 50 км величина ПО составляет 1-2° и при достаточно высоком пороге срабатывания (более 0,5 В/м) сохраняется на этом уровне при нахождении от источника до 1000-1500 км, что свидетельствует о возможности работы Системы 2 вплоть до этих расстояний с приемлемой для большинства случаев практического применения точностью.

2. Благодаря конструктивным особенностям и рабочему диапазону регистрации (УКВ) Система 1 обладает более высокими показателями точности местоопределения, а также определения иных вышеперечисленных параметров МВ. В работе сделаны выводы о закономерностях пространственно-временной изменчивости регистрируемых Системой 1 параметров как для разного типа гроз (благодаря проведенной кластеризации), так и для отдельных стадий развития грозы. Выполненная селекция форм (Система 2), соответствующих отдельным кластерам, позволила создать основу для перспективного рассмотрения особенностей их трансформации в процессе пространственно-временного развития гроз разного типа.

3. В укрупненном синоптическом масштабе при использовании общедоступных синоптических карт ([www.metoffice.com](http://www.metoffice.com)) обнаружено, что большая часть относительно длительных и протяженных гроз возникали в областях низкого давления «в присутствии» холодных атмосферных фронтов. При этом линии движения кластеров находились под некоторым углом к линиям атмосферных фронтов.

4. Наличие локационных данных за аналогичный период позволило произвести сопоставление данных об интенсивности МВ (по данным системы 1) и интенсивности осадков. Полученные значения коэффициентов корреляции, находящиеся в пределах 0,7-0,9, подтверждают общеизвестный факт о возможности оценки интенсивности осадков по данным об интенсивности ГА и наоборот. Следует отметить, что в 30% случаев обработанных данных максимальный коэффициент корреляции достигался путем сдвига (по сути - запаздывания по времени) графика интенсивности осадков относительно графика интенсивности МВ в интервале от 5 до 10 минут.

Результаты работы могут быть использованы при построении как глобальных систем мониторинга ГА, так и для локальных оперативных и научно-исследовательских систем обнаружения, требующих оценки состояния ГА в микро-синоптическом масштабе. Также возможно краткосрочное прогнозирование опасных быстроразвивающихся гроз, и, как следствие, сопутствующих им разрушительных явлений (сильный ветер, интенсивные осадки, град и т. д.). Построение систем с использованием результатов данной работы рассматривается как уместное дополнение к распространенным в настоящее время активным системам мониторинга в целях их совершенствования и повышения безопасности.

## Литература

1. Кононов И.И., Юсупов И.Е. Кластеризация грозových очагов. «Радиотехника и электроника», 2004, т.43, №3, с.283-291.
2. Кононов И.И., Петренко И.А., Снегуров В.С. Радиотехнические методы местоопределения грозových очагов, 1986, Л., Гидрометеиздат, 220с.