

УДК 551.508.85 – 551.509.616

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС «АСУ-МРЛ»

Абшаев М.Т.***, Абшаев А.М.***, Сирота Н.В.***, Котелевич А.Ф.***

*ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик

**Научно-Производственный Центр «Антиград», г. Нальчик

Автоматизированная система управления метеорологическим радиолокатором, обработки радиолокационной информации, управления активными воздействиями на облачные процессы, измерения осадков и штормового оповещения об опасных явлениях погоды (шифр «АСУ-МРЛ») (см. рис. 1) создана на базе 20 летнего опыта разработки и применения систем АСУ «Антиград» и «АСУ-МРЛ» предыдущих модификаций и представляет собой более совершенную их версию с более широким кругом решаемых задач [1-2], а именно:

– управление метеорологическим радиолокатором (включение-выключение, измерение углов положения антенны и скорости вращения двигателей, контроль состояния устройств радиолокатора, прием и обработка СВЧ сигнала, общая синхронизация радиолокатора, программный обзор пространства, работа в режиме Дежурство и др.);

– получение, обработку, отображение и архивирование радиолокационной метеорологической информации об облаках и осадках одновременно на двух каналах ($\lambda_1 = 3,2$ см и $\lambda_2 = 10$ см) двухволновых радиолокаторов типа «МРЛ-5» и «WSR-74», а также информации доплеровских радиолокаторов типа «ДМРЛ-С», «WRM200», «WRC200» ($\lambda_3 = 5,3$ см) и информации трассового радиолокационного комплекса (ТРЛК) «Сопка-2» ($\lambda_4 = 11$ см);

– управление активными воздействиями на облака с целью предотвращения града и искусственного увеличения осадков;

– подготовку и кодирование телеграмм в кодах WMO FM-94 BUFR, FM-20 RADOB, OPERA BALTRAD и передачу пакетов информации в сеть штормоповещения;

– подготовку и передачу радиолокационной информации об опасных явлениях погоды на автоматизированное рабочее место (АРМ) авиадиспетчера и кодирование телеграмм в кодах EUROCONTROL ASTERIX CAT008, «Строка-Ц» и передачу пакетов информации для управления воздушным движением.

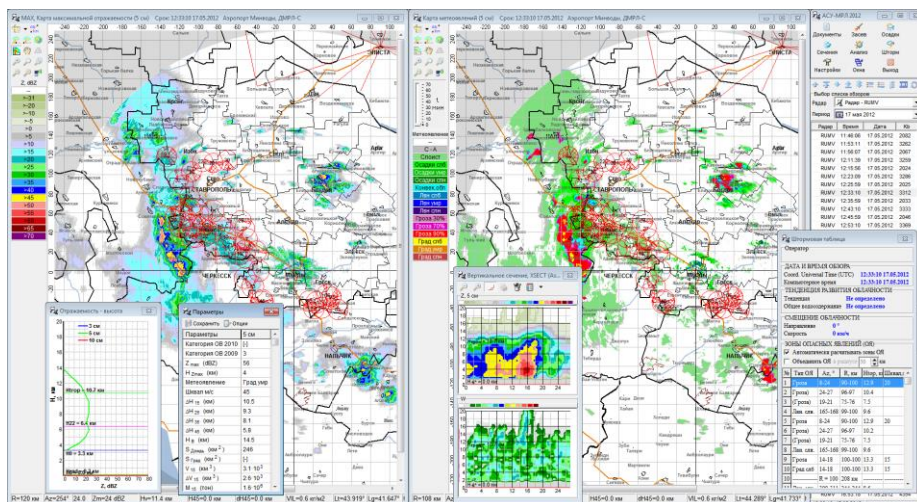


Рис. 1. Главное окно программы вторичной обработки радиолокационной информации «АСУ-МРЛ» с двумя открытыми метеокартами

Для интеграции АСУ-МРЛ с различными современными российскими и зарубежными радиолокационными комплексами (см. рис. 2), имеющими информацию о доплеровской радиальной компоненте скорости движения гидрометеоров и радиолокационную отражаемость двух ортогонально поляризованных каналов в АСУ-МРЛ была встроена поддержка их выходных файлов трехмерного обзора.

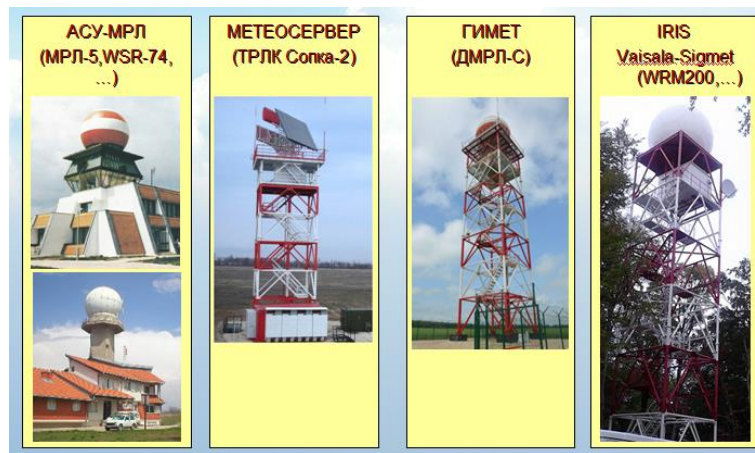


Рис. 2. Интеграция с различными радиолокационными комплексами на основе поддержки их выходных файлов обзора

Алгоритмы, реализованные в программном обеспечении АСУ-МРЛ, позволяют рассчитывать и выводить на экран, в файл или принтер следующие метеорологические карты:

- горизонтальные сечения облачности на любой высоте (CAPPI);
- конические сечения облачности на любом угле сканирования (PPI);
- вертикальные сечения облаков в любом направлении (HSECT);
- максимальная радиолокационная отражаемость (ZMAX);
- высота максимальной отражаемости (HZMAX);
- верхняя и нижняя границы радиоэхо (TOPS, BASE);
- интенсивность и количества осадков (SRI и RAIN) (см. рис. 3);
- размер и кинетическая энергия града (HAIL1);
- степень повреждения и ущерба сельхозкультур от града (HAIL2);
- вертикально интегрированная водность (VIL);
- метеоявления (осадки, ливни, грозы, град, конвект. облачность и т.д.);
- опасные явления погоды (град, гроза, шквал, ливень, дождь);
- контуры опасных явлений погоды (см. рис..4);
- видимость в осадках;
- обледение в облаках;
- карта категорий объектов воздействия на град (SEEDOBJ);
- карта воздействия на градовые процессы (SEED);
- доплеровские характеристики (V и W);
- двухполяризационные характеристики (ZDR, FDR, RDR, LDR,...);
- классы гидрометеоров (HCLASS) (см. рис. 5) и др.;

Система имеет обширный инструментарий, предназначенный для оперативной и научно-исследовательской работы, а именно:

- представление всех перечисленных карт в виде мультфильмов;
- определение направления и скорости перемещения всей облачности и отдельных конвективных ячеек;
- измерение более 50 различных параметров облачности в выбранной точке и выделенном объеме;
- построение графиков временного хода параметров облаков;
- проведение воздействия на облачные процессы с целью подавления града и искусственного увеличения осадков;
- документирование результатов наблюдений, включая архивацию первичной радиолокационной информации и вывод на печать карт погоды;
- может использоваться для диагноза, сверхкраткосрочного и краткосрочного прогноза погоды.

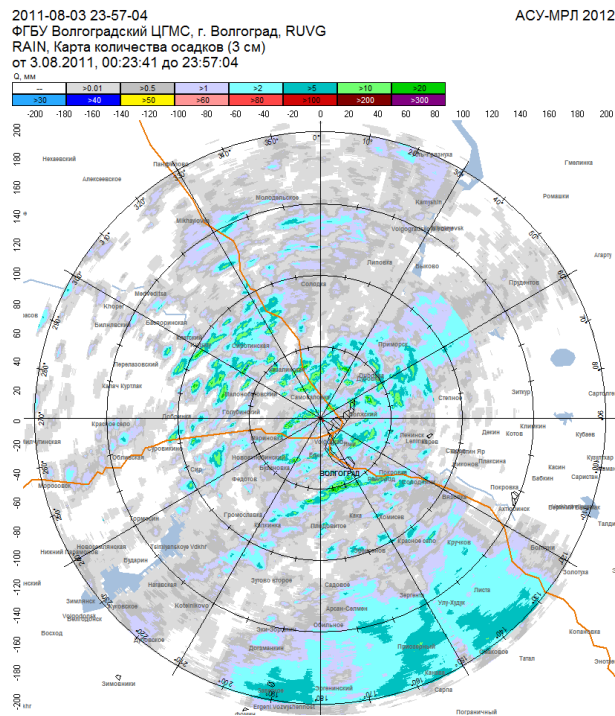


Рис. 3. Карта количества осадков за заданный промежуток времени

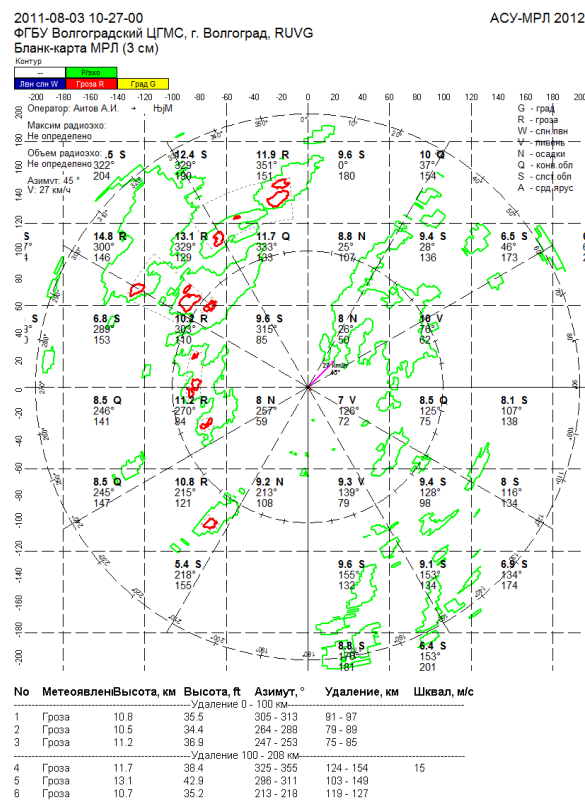


Рис. 4. Бланк-карта МРЛ с контурами облачности и опасных явлений погоды (град, гроза, ливень, шквал) и штормовой таблицей очагов опасных явлений.

Для отображения маски местности на фоне карт метеоинформации предусмотрена интеграция с ГИС технологиями:

- цифровые карты местности в формате Antigrad (*.map);
- цифровые карты местности в международном формате ESRI SHAPES (*.shp, *.dbf, *.shx);

- ციფრირე რარეფა ვ მეჯუაროიფორმატე SRTM (*.hgt) (სმ. რის. 5).

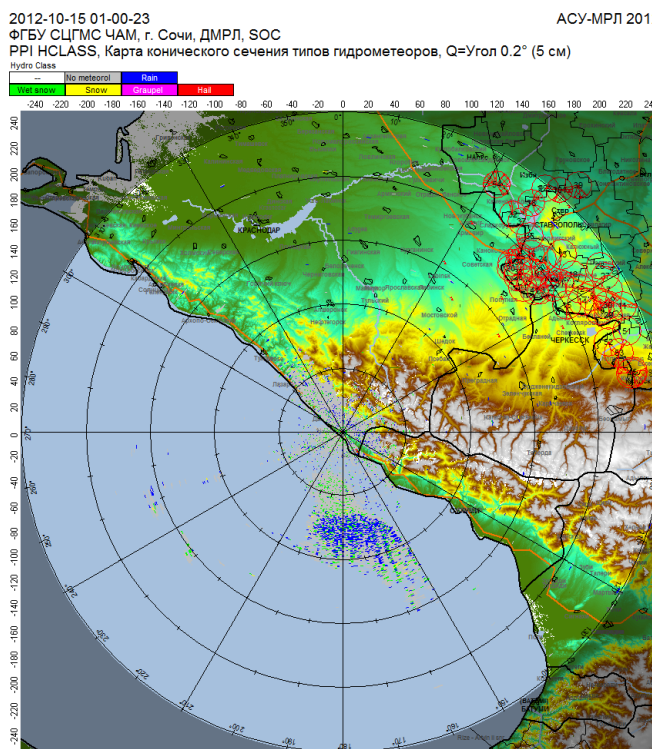


Рис. 5. Карта классов гидрометеоров финского радара WRM200 (г. Сочи) на фоне цифровой карты местности и рельефа

Для проведения исследований грозовой активности и ее связи с пространственным распределением и мощностью радиолокационной отражаемости облаков [4], а также отображения на радиолокационной карте пеленгов грозовых разрядов (типа облако-облако и облако-земля) предусмотрена интеграция с грозопеленгационной системой LS8000 (Vaisala) (см. рис. 6).

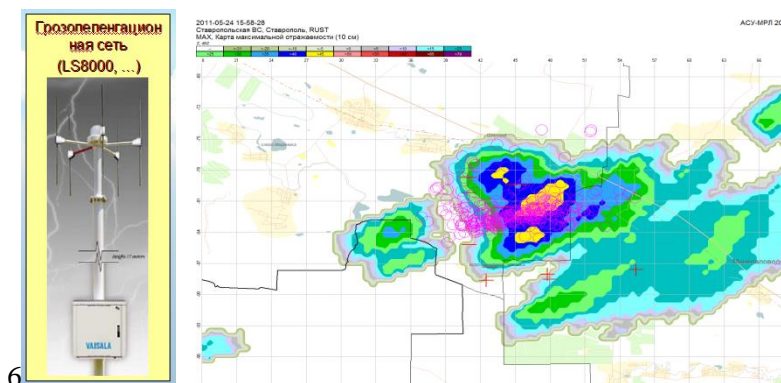


Рис. 6. Синтезированная карта радиолокационной отражаемости и пеленгов грозовых разрядов, где O - внутриаоблачные грозовые разряды, + разряды облако-земля положительной полярности, – разряды облако-земля отрицательной полярности.

Для проведения активных воздействий на градовые процессы и искусственного увеличения осадков проведена интеграция с автоматизированной системой управления удаленными пунктами воздействия (шифр АСУ-Элия) на основе автоматических противорадовых установок ПУ Элия-2 (см. рис. 7). Это позволяет оператору по воздействию выдавать команды на засев облаков непосредственно с рабочего места оператора АСУ-МРЛ, и далее система по каналам сотовой связи передает пакеты с командами на безлюдный пункт воздействия, установка обрабатывает команды и отдает отчет о их выполнении.

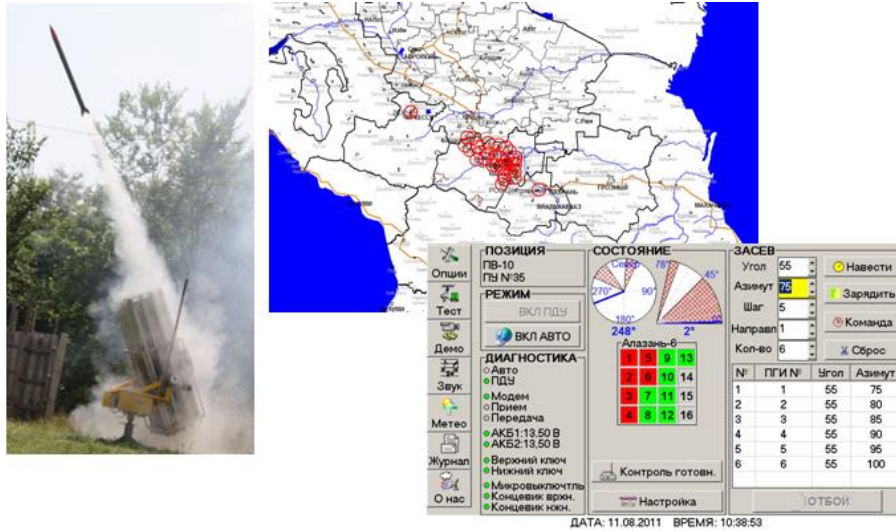


Рис. 7. Интеграция с автоматизированной системой управления активными воздействиями на облака АСУ-Элия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Создана многоцелевая автоматизированная радиолокационная система АСУ-МРЛ, предназначенная для управления метеорологическим радиолокатором, измерения количества и интенсивности осадков, штормового оповещения и управления воздействием на градовые процессы и искусственного увеличения осадков.
2. АСУ-МРЛ может быть программно и аппаратно встроена в любые типы известных метеорологических радиолокаторов (МРЛ-5, WSR74, ДМРЛ-С, ТРЛК Сопка-2, WRM200, WRC200, и др.).
3. Осуществлена интеграция с ГИС технологиями (географические карты, рельеф).
4. Осуществлена интеграция с автоматизированной системой управления ракетного засева облаков АСУ-Элия с целью защиты от градобитий и искусственного увеличения осадков на базе автоматических противоградовых установок "ПУ Элия-2".
5. Встроена возможность приема, обработки и отображения информации о грозовых разрядах с грозо-пелнегационной сети типа LS8000 (Vaisala).
6. В дальнейшем планируется интеграция с данными спутниковых наблюдений и наземными метеорологическими сетями.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Котелевич А.Ф., Сирота Н.В. Автоматизированная система управления противоградовыми операциями «АСУ-МРЛ» // Труды научно-практической конференции, посвященной 40-летию начала производственных работ по защите сельхозкультур от градобитий, Нальчик, 2011. С. 211 - 225.
2. Абшаев М.Т., Абшаев А.М. Возможности и ограничения радиолокационных метеорологических измерений // Тр. II Всерос.конф. «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды», Военно-Космическая Академия им. А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, 2012. – Т. 1 – С. 276 – 289.
3. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Аджиев А.Х., Стасенко Д.В., Кулиев Д.Д., Акимова И.И. О влиянии засева кристаллизующими реагентами на электрическую активность градовых облаков // Труды VII Всероссийской конференции по атмосферному электричеству, Санкт-Петербург, 2012. С. 10 - 12.
4. Ефремов В.С., Вылегжанин И.С., Соловьев А.Е., Оприков Е.М., Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Малкарова А.М., Тезадов С.М. Метеорологический канал трехкоординатного трассового радиолокационного комплекса двойного назначения «Сопка-2» // Тр. II Всерос.конф. «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды», Военно-Космическая Академия им. А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, 2012. – Т. 1 – С. 381 – 387.

UDC 551.509.9

ANOMAL RADIOECHO AT SUPER REFRACTION OF RADIO WAVES. /Abshaev M.T., Abshaev A.M., Gergokov A.Kh./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2013. - т.119. – pp.136-141 - Russ.; Summ. Eng.; Russ.

The problem of nonlinear radio beam propagation at anomaly atmosphere refraction is considered. Its dependence from dielectric refractive index is represented. The methods of filtration false radio echo in automated weather radars successfully passed tests in different geographical area are suggested.

УДК 551.509.9

АНОМАЛЬНОЕ РАДИОЭХО ПРИ СУПЕРРЕФРАКЦИИ РАДИОВОЛН. М.Т. Абшаев, А.М. Абшаев, А.Х. Гергоков / Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2013. – т.119. – с.136-141. – Рус.; Рез. Англ.,Рус.

Рассматривается проблема непрямолинейного распространения радиолуча при аномальной атмосферной рефракции. Приведена ее связь с диэлектрическим коэффициентом преломления. Предложены методы фильтрации ложного радиоэха в автоматизированных метеорологических радиолокаторах, прошедшие успешную апробацию в различных физико-географических регионах.