

**ПРОДУКТЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА
«METEOR 735CDP10»**

¹Авлохашвили Х.В., ^{1,2}Банеташвили В.Г., ¹Геловани Г.Т., ^{1,2}Джавахишвили Н.Р.,
¹Кайшаური М.Н., ^{1,2}Митин М.Н., ³Самхарадзе И.Н., ^{1,2}Цхведиашвили Г.Н.,
^{1,2}Чаргазия Х.З., ^{1,2}Хурцидзе Г.Т.

¹Научно-технический центр «Дельта», makakatab@gmail.com

²Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета им.
И. Джавахишвили, 0160, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1, banetashvili@yahoo.com

³Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили

В 2015 году в Грузии после 25-летнего перерыва [1-3] восстановлена Противорадовая служба, которая на первом этапе своей деятельности должна обеспечивать защиту сельскохозяйственных культур от градобитий на территории Кахетии [4-5]. Для обеспечения наблюдений за градовыми облаками в этом регионе в селе Чотори Сигнахского муниципалитета в конце апреля 2015 года на высоте около 1090 м над уровнем моря установлен метеорологический радиолокатор (РЛС) С-диапазона (длина волны 5 см) «METEOR 735CDP10» фирмы Selex ES (Германия). Управление радиолокатором дистанционное и осуществляется из противорадового центра, расположенного в Тбилиси на расстоянии около 80 км от места его установки. После тестовых испытаний в конце мая 2015 года, радиолокатор введен в эксплуатацию [5-7]. Помимо наблюдений за градовыми облаками РЛС также можно использовать для слежения и за другими процессами, протекающими в атмосфере.

Радиолокатор позволяет вести эффективное обзорное слежение за перемещением облачных масс в радиусе до 400 км (продукты PPI и CAPPI), общие наблюдения за развитием и перемещением облаков в радиусе до 200 км (территория Восточной Грузии, значительные части территорий Армении, Азербайджана, Дагестана, Чечни, Ингушетии, Северной Осетии). Рабочее расстояние для наблюдений за градовыми процессами с высоким разрешением и радиолокационное обеспечение операций активных воздействий на эти процессы – до 100-120 км. Ниже представлено краткое описание возможностей радиолокатора для проведения этих наблюдений в указанном радиусе [8].

- 1. CAPPI (V) – Constant Altitude PPI** - скорость и направление перемещения воздушных масс и облаков относительно радара на заданной высоте над уровнем моря в пределах -66 м/сек ÷ $+66$ м/сек. Отрицательным считается направление к локатору, а положительным – от радара к периферии. В этом продукте данные всех вертикальных углов сканирований (элеваций) наложены на один слой.
- 2. EHT (Height) - Echo Height** – высота эхо-сигнала, высота облаков по шкале высот 0 ÷ 25 км, нижняя и верхняя границы облаков, высота зоны максимальной отражаемости – выбор любого из трех параметров или их смена по необходимости, выбираемых из Layer по слоям.
- 3. MAX dBZ – Maximum Display** – это горизонтальный разрез облака, который представляет собой суммарное изображение картин всех элеваций с возможностью сделать его вертикальный разрез. Отражаемость от **5.0 dBZ** до **100.0 dBZ**. Этот продукт представляет собой структуру облака и определяет, какое количество осадков может выпасть из этого

облака, от 1-го до 20 км высоты. Можно менять легенду шкалы с соответствующей словесной классификацией. К примеру, показатель качества осадков от слабого Weak до экстремального Extreme и соответственно интенсивность осадков в облаках в диапазоне 0.0 мм/час – 1776 мм/час.

4. **MCAPPI (dBZ) – Multiple-Layer CAPPI** – продукт слоев сканирования, горизонтальные разрезы облака в соответствие с элевацией на какой угодно высоте от земли, от 0 до 40 км, или сечении облака по высоте с 200-метровым шагом при отражаемости от **5.0 dBZ** до **100.0 dBZ**. Можно менять слои с помощью Layer. Вертикальное сечение слоев на разной высоте можно отобразить (например, показатель качества осадков от слабого Weak до экстремального Extreme) изменением шкалы легенды.
5. **MPPI dBZ** – послойный разрез облаков в соответствие с углом (deg) наклона антенны радара (с элевацией **0.00 – 90.00 deg**) со свободным выбором; отражаемость от **5.0 dBZ** до **100.0 dBZ**, имеется возможность изменения легенды, например словесная классификация показателя качества осадков Weak – Extreme.
6. **MPPI (V)** – скорость и направление облаков и воздушных масс от -66 м/сек до 66 м/сек по углу (**deg**) наклона радара (**0.00 – 90.00 deg** элевации со свободным выбором), т.е. скорость слоев облака, согласно каждому углу сканирования.
7. **MPPI (ZDR)** – отличительный продукт для формы капель. Сравнение соотношения вертикальных и горизонтальных размеров облачных капель. Дождевые капли имеют более эллипсоидальный характер, круглые капли более соответствуют граду, от **-2.0 dB** (зародыши круглой формы, т.е. градины) до **7.0 dB** (уплощенная форма, т.е. дождь). Происходит сравнение горизонтальных и вертикальных размеров для определения различия формы и размеров капель (элевация в пределах **0.00 – 90.00 deg** со свободным выбором).
8. **MPPI (RhoHV)** – продукт коэффициента корреляции в пределах от 0.0 (не метео) до 1.0 (метео). Показывает, является ли принятое радиоэхо метеорологической или неметеорологической информацией (элевация в пределах **0.00 – 90.00 deg** со свободным выбором).
9. **MPPI (ET) – Multiple Layer PPI** – продукт классификации эхо-сигналов, отличительный продукт для классификации облаков, местных объектов и метеорологических явлений. Позволяет получать данные о дожде и граде и фиксирует неметеорологические факторы, которые мешают работе (от **No Data** до **Rain-hail mixture**), (в пределах **0.00 – 90.00 deg** элевации).
10. **PPI (dBZ) 200km - Plan Position Indicator** – продукт общего наблюдения на расстоянии до 200 км от радара. Отражаемость от **0.00 dBZ** до **100.0 dBZ**. Элевация, исходя из местоположения радара, выбрана **1.2 deg**. Однако ее можно изменить алгоритмом. При необходимости имеется возможность изменения легенды, например как показателя качества осадков Weak – Extreme.
11. **HWIND (V) - Horizontal Wind** – горизонтальная позиция ветра, потоки воздушных масс, скорость и направление ветра на заданной высоте от уровня моря. Можно наложить на следующие продукты: **CAPPI (V)**, **MAX (dBZ)**, **MPPI (V)**.
12. **VVP (V) - Volume Velocity Processing** – распределение вертикальных скоростей и направления ветра по высоте в интервале высот от 0.00 км до 40.00 км на удалении до 100 км от радара в течение определенного времени. Данные получаем при элевации в пределах **0.00 – 90.00 deg** со свободным выбором. Прогноз шторма можно определять с помощью вертикальной позиции ветра.

- 13.DPSRI (dBR) – Dual-Pol surface Rainfall Intensity** - количество осадков в час (интенсивность) – от 0.1 мм/час до 100.0 мм/час на заданной высоте над уровнем моря; показывает водность облаков, т.е. количество влаги в облаке. Возможно изменение легенды, словесное разъяснение классификации. Например, соответствующий показатель качества осадков от Weak до Intensive.
- 14.PAC (dBA) – Precipitation Accumulation** – количество осадков в облаке от 0.1мм до 100.0 мм, прогноз осадков. Определяет осадки, которые могут выпасть в течение последующего 1 часа. Для получения информации требуется примерно 10 минут, т.е. минимум 3 скана для сравнения. Это прогностический продукт.
- 15.SRI dBR – Surface Rainfall Intensity**- интенсивность выпадения осадков в данный момент времени на поверхность на указанной высоте в диапазоне от 0.1 до 100 мм/час.
- 16.HAILSZ Size** - размер градин в облаках от 5.0 мм до 30.0 мм и выше по диаметру. Минимальный уровень включения сигнала тревоги от **40 dBZ**, который меняется в зависимости от алгоритма. Имеется возможность изменения легенды, словесное разъяснение – классификация. Например, в указателе качества осадков в диапазоне Small – Giant (малый - гигантский), в Info дана высота нулевой изотермы, которая может меняться по необходимости.
- 17.SWI – Severe Weather Indicator** - совокупность погодных явлений, конвергенция и дивергенция метеорологических параметров, восходящие и нисходящие потоки воздушных масс (показывает перемещение воздушных потоков), штормовые явления, циклоны, область слабого радиоэха, местоположение градовых процессов. Можно наложить на продукт **MAX (dBZ)**.
- 18.ZHAIL (Prob) - Probability** - вероятность выпадения града от 20 до 80% и выше. Минимальный уровень включения сигнала тревоги от **35 dBZ**, который меняется в зависимости от алгоритма. Имеется возможность изменения легенды, словесное разъяснение – классификация. Например, в указателе качества осадков в диапазоне Very Low – Very High (очень низкое – очень высокое), в Info дана высота нулевой изотермы, которая может меняться по необходимости.
- 19.CTR – Cell Centroid Tracking** – продукт показывающий вероятное перемещение (развитие) контуров облачных ячеек. Кратковременная прогностическая программа. Для сравнительной визуализации желательно наложить на продукт **MAX (dBZ)**. Можно определить скорость и направление перемещения облака. Таким образом, в определенном промежутке времени можно увидеть вероятное перемещение воздушных масс.
- 20.RTR (dBZ) – Rain Tracking** – наблюдение за дождевыми облаками, наблюдение за идущим дождем, интенсивность осадков от 0.1 мм/час до 100.0 мм/час; наблюдение за осадками в текущий момент и перемещение облаков через определённое время (10, 20, 30 минут и т.д.) со свободным выбором сроков. Имеется возможность изменения легенды, словесное разъяснение - классификация. Например, соответствующий показатель качества осадков от Weak до Intensive. Это фактический и прогностический продукт.
- 21.WRN – Warning** – предупреждающий продукт, оповещение об опасности для защищаемой территории о критической ситуации. К примеру, на каком расстоянии ожидается град в радиусе 100 км от радара. Сигнал тревоги при появлении града.

На данный момент идет более детальное изучение алгоритмов сканирования, процедур фильтрации вычислений и обработки продуктов для будущего их улучшения применительно к противоградовым работам. Также ведутся практические работы по улучшению разрешения радарных наблюдений с целью получения более детальных картин сканирования и более четкой визуальной информации. Проводятся работы по совершенствованию применения продуктов сканирования радара с целью увеличения скорости реагирования на градоопасные ситуации. Отдельно ведется научная работа для улучшения функционирования радара применительно к работам по борьбе с градом и мониторингу опасных метеорологических процессов на территории Восточной Грузии и прилегающих к ней указанных выше территорий соседних стран.

Литература

1. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Читанава Р.Б. – О необходимости возобновления работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии, Межд. научно-техн. конф. «Проблемы гидрометеорологии и экологии», посвящ. 60-летию со дня основания института и 100-летию со дня рождения его первого директора В.П. Ломинадзе, Тбилиси, 28-30 мая 2013, Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, ISSN 1512 – 0902, т.119, Тбилиси, 2013, с. 144 - 152.
2. Амиранашвили А., Глonti Н., Дзодзуашвили У., Ломтадзе Дж., Чихладзе В. О возобновлении противоградовых работ в Грузии. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тбилиси, 2014, с. 208-212.
3. Амиранашвили А.Г., Глonti Н.Я., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж.Д., Чихладзе В.А. О восстановлении службы борьбы с градом в Кахетинском регионе Грузии. Доклады Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвященной 80-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР, 7-9 октября 2014 г., часть 2, ФГБУ «Высокогорный Геофизический Институт», Нальчик, 2015, с. 132-139.
4. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Dzodzuashvili U.V., Ghlonti N.Ya., Sauri I.P. Reconstruction of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue V. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.18B, 2015, pp. 92-106.
5. Амиранашвили А.Г., Бурнадзе А.С., Двалишвили К.С., Геловани Г.Т., Глonti Н.Я., Дзодзуашвили У.В., Кайшаури М.Н., Квеселава Н.С., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Чаргазия Х.З., Чихладзе В.А. Возобновление работ по борьбе с градом в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 14-27.
6. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Метеорологические радары и радиолокационное обеспечение активных воздействий на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с.101-112.
7. Абаиадзе О.А., Авлохашвили Х.В., Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Кирия Дж.К., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Хеташвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А. Радиолокационное обеспечение противоградской службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.
8. Selex ES GmbH · Gematronik Weather Radar Systems. Rainbow®5 User Guide, 464 p., www.gematronik.com

«METEOR 735CDP10» მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორის პროდუქტები

ავლოხაშვილი ხ., ბანეთაშვილი ვ., გელოვანი გ., ჯავახიშვილი ნ., კაიშაური მ.,
მიტინი მ., სამხარაძე ი., ცხვედიაშვილი გ., ჩარგაზია ხ., ხურციძე გ.

რეზიუმე

მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორი „METEOR 735CDP10“, რომელიც გამოიყენება კახეთში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოებში, საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ ეფექტური მიმოხილვითი დაკვირვება 400 კილომეტრ რადიუსში საღრუბლო მასების გადაადგილებაზე (PPI და CAPPI პროდუქტები), ხოლო 200 კილომეტრ რადიუსში ვაწარმოოთ ზოგადი დაკვირვება ღრუბლების განვითარებასა და გადაადგილებაზე (აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია, სომხეთის, აზერბაიჯანის, დაღესტანის, ჩეჩნეთის, ინგუშეთისა და ჩრდილო ოსეთის ტერიტორიების მნიშვნელოვანი ნაწილი). სამუშაო მანძილი მაღალი გარჩევადობით სეტყვის პროცესებზე დაკვირვებისათვის და ამ პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების ოპერაციების რადიოლოკაციური უზრუნველყოფა 100 – 120 კილომეტრია. მოყვანილია ხსენებულ რადიუსში ამ დაკვირვებების ჩასატარებლად რადიოლოკატორის შესაძლებლობების მოკლე აღწერილობა (20-ზე მეტი პროდუქტი). აღინიშნება, რომ სკანირების უფრო დეტალური სურათების და უფრო მკაფიო ვიზუალური ინფორმაციის მიღების მიზნით ტარდება პრაქტიკული სამუშაოები რადარული დაკვირვებების გარჩევადობის გაუმჯობესებისათვის. ტარდება სამუშაოები სეტყვასაშიმ სიტუაციებში რეაგირების სიჩქარის გაზრდის მიზნით რადარის სკანირების პროდუქტების სრულყოფილად გამოსაყენებლად. ცალკე ტარდება სამეცნიერო სამუშაოები რადარის აღმოსავლეთ საქართველოს და მეზობელი ქვეყნების მიმდებარე ტერიტორიებზე სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების და საშიში მეტეოროლოგიური პროცესების მონიტორინგის საკითხებისათვის ფუნქციონირების გასაუმჯობესებლად.

PRODUCTS OF METEOROLOGICAL RADAR «METEOR 735CDP10»

Avlokhavili Kh., Banetashvili V., Gelovani G., Javakhishvili N., Kaishauri M., Mitin M., Samkharadze I., Tskhvediasvili G., Chargazia Kh., Khurtsidze G.

Abstract

The radar «METEOR 735CDP10», utilized in the work on the fight with the hail in Kakheti, makes it possible to conduct effective survey tracking of the movement of cloud masses in a radius to 400 km (products PPI and CAPPI), general observations of development and movement of clouds in a radius to 200 km (territory of eastern Georgia, the significant parts of the territories of Armenia, Azerbaijan, Daghestan, Chechen, Ingusheti, northern Oseti). Distance for the observations of the hail processes with the high resolution is working and radar of the support of operations of active actions on these processes - to 100-120 km is represented the brief description of the possibilities of radar for conducting these observations in the radius indicated (more than 20 products). It is noted that the practical work on an improvement in the permission of radar observations for the purpose of obtaining the more detailed pictures of scanning and clearer visual information is conducted. Work on the

improvement of the application of products of scanning radar for the purpose of an increase in speed of response by the hail-dangerous situations is conducted. Separately, scientific work for an improvement in the functioning of radar in connection with works on the fight with the hail and monitoring of dangerous meteorological processes is led in the territory of eastern Georgia and adjacent to it above-indicated territories of the adjacent countries.

ПРОДУКТЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА «METEOR 735CDP10»

**Авлохашвили Х.В., Банеташвили В.Г., Геловани Г.Т., Джавахишвили Н.Р.,
Кайшаури М.Н., Митин М.Н., Самхарадзе И.Н., Цхведиашвили Г.Н., Чаргазия
Х.З., Хурцидзе Г.Т.**

Реферат

Радиолокатор «METEOR 735CDP10», используемый в работе по борьбе с градом в Кахетии, позволяет вести эффективное обзорное слежение за перемещением облачных масс в радиусе до 400 км (продукты PPI и CAPPI), общие наблюдения за развитием и перемещением облаков в радиусе до 200 км (территория Восточной Грузии, значительные части территорий Армении, Азербайджана, Дагестана, Чечни, Ингушетии, Северной Осетии). Рабочее расстояние для наблюдений за градовыми процессами с высоким разрешением и радиолокационное обеспечение операций активных воздействий на эти процессы – до 100-120 км. Представлено краткое описание возможностей радиолокатора для проведения этих наблюдений в указанном радиусе (более 20 продуктов). Отмечается, что проводятся практические работы по улучшению разрешения радарных наблюдений с целью получения более детальных картин сканирования и более четкой визуальной информации. Проводятся работы по совершенствованию применения продуктов сканирования радара с целью увеличения скорости реагирования на градоопасные ситуации. Отдельно ведется научная работа для улучшения функционирования радара применительно к работам по борьбе с градом и мониторингу опасных метеорологических процессов на территории Восточной Грузии и прилегающих к ней указанных выше территорий соседних стран.