

СРЕДСТВА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В КАХЕТИИ

¹Амиранашвили А.Г., ²Дзодзуашвили У.В., ²Ломтадзе Дж. Д.,
²Саури И.П., ¹Чихладзе В.А.

¹Институт геофизики им. М. Нодиа Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили
²Научно-технический центр «Дельта»

В Грузии опытные, затем опытно-производственные и производственные работы по активным воздействиям на атмосферные процессы (борьба с градом, вызывание осадков, регулирование грозовой деятельности конвективных облаков) велись в 1960-1990 годах в районах Кахетии, Тианетском районе и Южной Грузии на общей площади более 1млн. га [1-5].

Почти во всех работах использовались кристаллизующие реагенты (PbI_2 – до 1985 г., AgI) [1-5]. В одном районе воздействие велось комбинированным методом (AgI , $NaCl$) [2]. Для доставки реагента в облака использовались ракеты (“ПГИ”, “Облако”, “Алазани”, “Кристалл”), артиллерийские снаряды (“Эльбрус-4”), самолет [6-14]. Подробная информация о характеристиках современных ракет типа земля-воздух для воздействия на атмосферные процессы представлена в [7,8]. Отличительной особенностью указанных средств доставки реагента в облака, по сравнению с используемыми ранее, является существенное повышение выхода кристаллизующего реагента (AgI) при одновременном уменьшении доли этого реагента в пиротехническом составе, совершенствование баллистических характеристик противораковых ракет, повышение уровня их экологической безопасности и др. [7].

В настоящее время противораковые ракеты производятся в России, Китае, Болгарии, Сербии, Македонии, Хорватии и др. Пусковые установки для запуска противораковых ракет в основном стационарные, как с ручным приводом, так и автоматизированные, угол наклона направляющих и ориентация по азимуту которых проводится дистанционно по команде с центрального пункта управления. Запуск ракет в целях безопасности, только ручной, с выносного пульта управления, питаемого от сети постоянного тока с напряжением 24-27 вольт. В тех странах, где имеется недостаток локационных средств, в частности в Китае, имеются пусковые установки, смонтированные на автомобилях высокой проходимости и на катерах [7,8].

После принятия в 2014 г. решения о возобновлении работ по модификации погоды в Грузии, и, в первую очередь, восстановлению противораковой службы в Кахетии, возникли задачи по приобретению специализированного или приспособленного для противораковых работ метеорологического радиолокатора, выбора места для установки метеорадара и пусковых установок, инфраструктурные вопросы – выделение участков земли, ограждение, противомолниевая защита, подъездные пути, электропитание и т.п., приобретения противораковых ракет для начала противораковых работ, разработка и производство автоматизированных пусковых установок для их запуска, связь – прохождение радиосигнала, необходимость установки ретрансляторов, промежуточных усилителей и др., подготовка и оснащение центрального пункта управления, прокладка коммуникаций и т.п. При этом главный из целого комплекса вопросов – это подготовка кадров.

С учетом экономических и технических причин, а также возможностей дальнейшей модернизации и перспективы налаживания их производства на месте, было решено приобрести противораковые изделия типа SK-6 производства Македонии [15] (рис. 1).

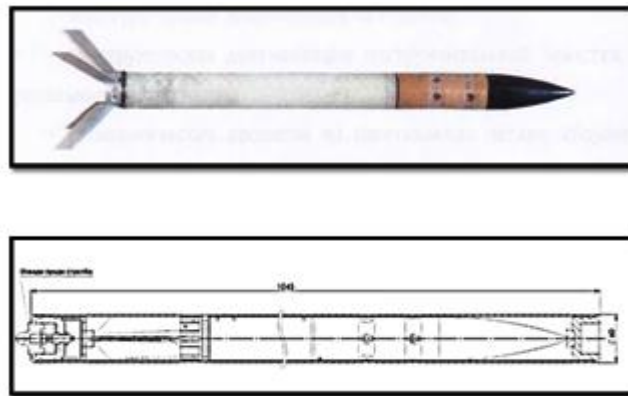


Рис. 1. Противораковая ракета SK-6.

Указанное изделие имеет следующие технические характеристики:

- Калибр – 55 мм;
- Длина – 900 мм;
- Стартовая скорость ракеты - 80 м/сек;
- Время работы ракетного двигателя - 4 ± 1 сек;
- Время работы вышибного ракетного двигателя - 2000 ± 50 Ns;
- Начало рассеяния реагента - 7 ± 1.5 сек;
- Время рассеяния реагента 30 ± 2 сек;
- Время самоликвидации 40 ± 3 сек;
- Количество взрывчатого вещества для самоликвидации – 12.5 г;
- Количество капсулей-детонаторов – 4;
- Максимальный вес после самоликвидации – 400 г;
- Температура при эксплуатации -5°C до 50°C ;
- Время работы двигателя - 4 ± 1 сек;
- Вращение ракеты – 1200 оборотов/мин при максимальной скорости движения;
- Длина ракетного двигателя – 355 мм;
- Вес ракетного двигателя - 1019 ± 5 г;
- Вес ракеты - 3445 ± 50 г;
- Вес топлива - 1010 ± 10 г;
- Масса шашки активного дыма (реагент + горючая смесь) – 400 г;
- Масса реагента (AgI) - 50 г;
- Среднее рабочее давление двигателя – макс. 45 Бар;
- Максимальная скорость полета ракеты – 600 м/сек;
- Максимальная высота полета при угле запуска 85° с высоты уровня моря - 6000 м;
- Максимальная горизонтальная длина полета при угле запуска 55° с высоты уровня моря - 7200 м;
- Средний тотальный импульс (сила всего двигателя) – $1950.3 \text{ Ns} \pm 20 \text{ Ns}$;
- Выход реагента с изделия при температуре -10°C - $1.28 \cdot 10^{16}$ частиц.

Оперение ракеты складное, что позволяет разместить изделие в специальных транспортировочно-пусковых герметичных цилиндрических контейнерах, которые

закладываются в пусковую установку. Запуск изделия, после которого складное оперение раскрывается, осуществляется по минометному типу с дальнейшим разгоном ракеты работающим в течение 4 сек двигателем. Затем ракета движется по инерции с выделением реагента. По окончании выделения реагента происходит самоликвидация изделия.

На рис. 2 представлены траектории полета противорадовой ракеты SK-6 при углах запуска 55, 60, 65, 70, 75 и 80 градусов с высоты расположения пусковой установки 550 м над уровнем моря. Сплошными линиями обозначены активные части траектории полета (выделение реагента). Точками и пунктирными линиями – стартовые части траектории и места ликвидации изделий соответственно.

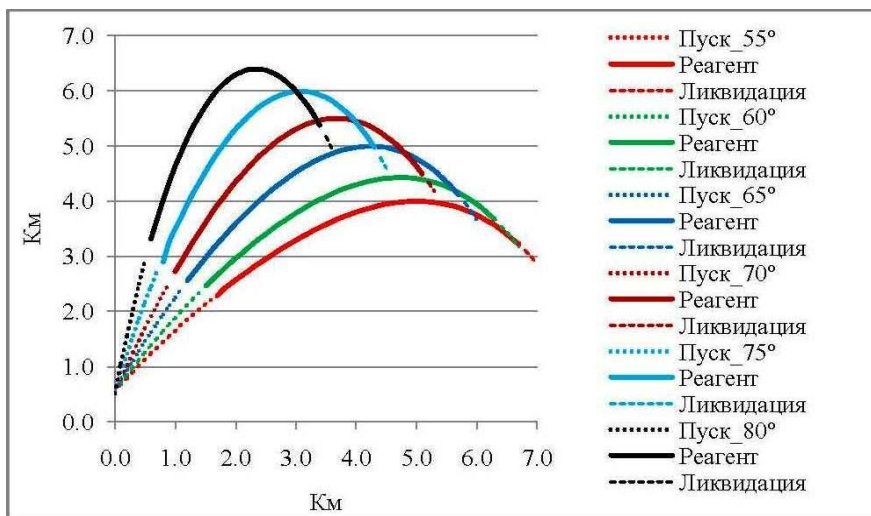


Рис. 2

Траектории полета противорадовой ракеты SK-6 при различных углах запуска с высоты пуска 550 м над уровнем моря.

Как следует из рис. 2, при различных углах запуска ракеты максимальная высота ее подъема над уровнем моря меняется от 4.0 (угол пуска 55°) до 6.4 км (угол пуска 80°). Соответственно, максимальная горизонтальная дальность полета – от 6.7 до 3.4 км.

Что касается выхода кристаллизующего реагента с одного изделия, то, в частности, противорадовая ракета SK-6 примерно в 4 раза превосходит такие ракеты, как "Алазань 2М", "Кристалл- 1М", "Кристалл-2М", в 1.8 раза превосходит ракеты типа "Алазань 5/6/9"; соизмерима с выходом активных частиц у ракет типа "Небо", "Дарг", "Loza-2", "Loza-3", "Алан-2"; примерно в 1.6-4.2 раза ниже, чем у ракет типа "Облако", "АС", "Loza-6" [7,8]. Таким образом, в целом, противорадовую ракету SK-6 по выходу кристаллизующего реагента можно отнести к третьему поколению изделий подобного типа. Недостатком указанной ракеты является меньший, по сравнению с указанными выше, эффективный радиус действия. Однако, этот недостаток планируется исправить при предполагаемой организации производства противорадовых изделий в Грузии.

Достаточно высокий уровень выхода кристаллизующего реагента позволяет создать необходимую начальную концентрацию ледяных частиц в облаке. Для примера на рис. 3 представлены значения концентрации льдообразующего реагента в неподвижном воздухе по трассе полета ракеты SK-6 через 1 сек после рассеивания реагента при различных значениях коэффициента турбулентности. Расчеты проводились в соответствии с методикой, описанной в работах [3,16].

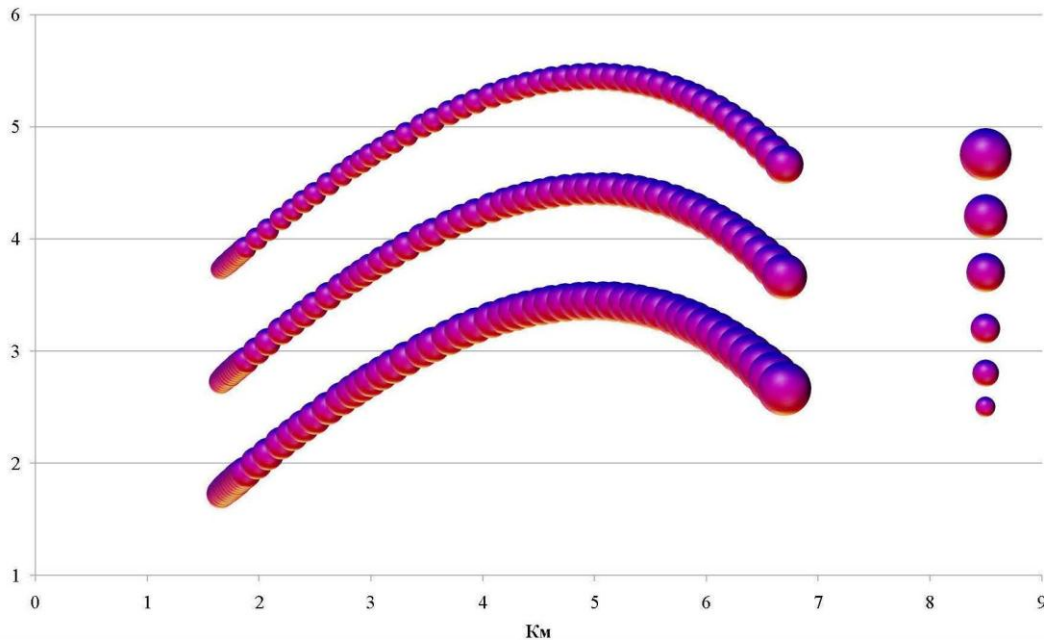


Рис. 3

Концентрация льдообразующего реагента в неподвижном воздухе по трассе полета ракеты SK-6 через 1 сек после рассеивания реагента. Угол запуска - 55° , коэффициент турбулентности - 200, 100 и $50 \text{ м}^2/\text{сек}$ (сверху вниз). Высоты – относительные (км). Справа масштаб, сверху вниз соответственно: $3 \cdot 10^9$, $1 \cdot 10^9$, $5 \cdot 10^8$, $1 \cdot 10^8$, $5 \cdot 10^7$, $1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-3}$.

Отметим, что в начале и в конце траектории полета ракеты, через 1 секунду после окончания рассеивания реагента, ее концентрация меняется от $7.92 \cdot 10^7$ до $3.66 \cdot 10^9 \text{ м}^{-3}$ при значении коэффициента турбулентности $K = 50 \text{ м}^2/\text{сек}$, от $2.8 \cdot 10^7$ до $1.29 \cdot 10^9 \text{ м}^{-3}$ при значении $K = 100 \text{ м}^2/\text{сек}$ и от $9.9 \cdot 10^6$ до $4.57 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}$ при значении $K = 200 \text{ м}^2/\text{сек}$. Средние концентрации реагента соответственно составляют $5.26 \cdot 10^8$, $1.86 \cdot 10^8$ и $6.58 \cdot 10^7 \text{ м}^{-3}$.

Также отметим, что по аналогии с [3,16], в дальнейшем предусмотрено провести расчеты распределения реагента от трасс противораковых ракет по всему объему облака для различных моментов времени после окончания выделения реагента при различных значениях скорости восходящего потока, коэффициента турбулентной диффузии и учетом кривизны траектории полета противоракового изделия.

На рис. 4 представлен пример полезных горизонтальных проекций противораковой ракеты SK-6 при различных горизонтальных углах пуска.

Как следует из рис. 4, для данного примера горизонтальная проекция полезной траектории противораковой ракеты (выпуск реагента в зоне облака с отрицательными температурами ниже -3°C) составляет 1.8-5.1 км (или длина – 3.3 км). Или, иными словами – начальные 1.8 км это так называемая “мертвая” зона, от 1.8 до 5.1 км – рабочая зона. Оптимальная веерность при запуске нескольких ракет для указанного случая составляет примерно 10 градусов (среднее расстояние между трассами около 500-600 м, максимальное – не более 1000 м [7]).

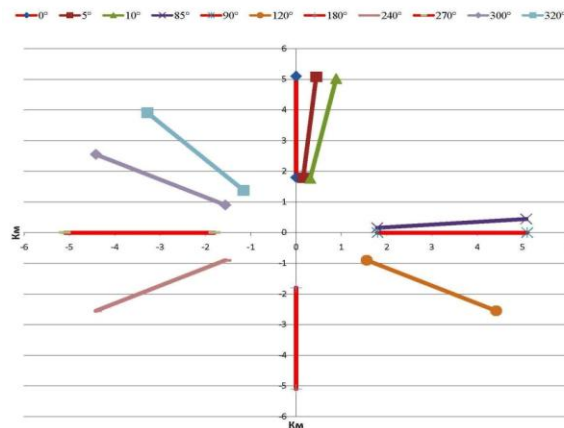


Рис.4

Пример полезных горизонтальных проекций противорадовой ракеты SK-6 при различных горизонтальных углах пуска. Высота пункта воздействия 550 м над уровнем моря. Высота уровня изотермы -6°C – 4600 м. Угол запуска ракеты - 70° .

Отметим, что в дальнейшем предусмотрено проведение расчетов по определению полезных горизонтальных проекций противорадовой ракеты SK-6 и их веерности для всех высот расположения пунктов воздействия и вертикальных углов запуска с учетом различных уровней высоты изотермы -6°C . Эти расчеты необходимы для нормирования оптимального количества ракет при воздействии на градовые процессы.

Учитывая технические характеристики противорадовой ракеты SK-6, в 2014 году в научно-техническом центре «Дельта» был создан опытный образец установки для их запуска (рис. 5).

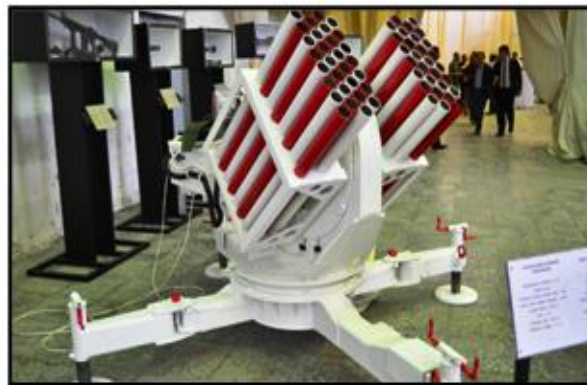


Рис. 5

Опытный образец пусковой установки для противорадовых ракет SK-6.

Особенностью указанной пусковой установки является возможность изменения количества и диаметра контейнеров (стволов) для противорадовых ракет, а также возможность дистанционной наводки по углу места и по азимуту и поочередного запуска. Установка успешно прошла первые тестовые испытания. В 2015 году планируется осуществить выпуск усовершенствованного варианта этих установок с учетом размещения оптимального количества стволов, защитных кожухов для них от атмосферных осадков, улучшенной программой

дистанционного запуска изделий и др. Предполагается также создать несколько мобильных вариантов пусковых установок.

Учитывая, что в ближайшем будущем намечено производство противораковых ракет с улучшенными баллистическими характеристиками (увеличение эффективного радиуса действия и др.), было решено месторасположение пунктов воздействия сохранить примерно такое же, как было в последние годы работы противораковой службы в Кахетии.

На рис. 6 представлена схема расположения пунктов воздействия в указанном регионе.

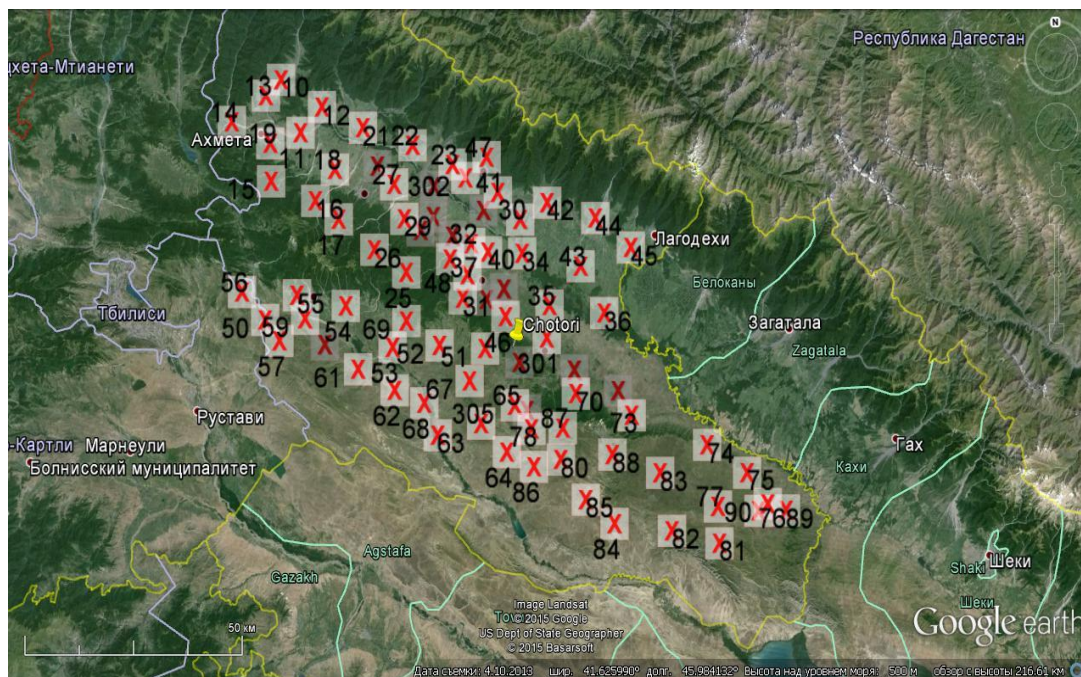


Рис. 6
Схема расположения пунктов воздействия в Кахетии.

Всего предполагается расположить более 80 пунктов воздействия на высотах от 205 до 1775 м над уровнем моря. При этом в диапазоне высот от 205 до 375 м планируется расположить 20 пусковых установок, от 376 до 625 м – 37 установок, от 626 до 875 м – 19 установок, от 876 до 1125 м – 3 установки и от 1275 до 1775 м также 3 установки.

Литература

1. Амираншвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Берадзе Н.И., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Рухадзе Н.П. О возобновлении работ по регулированию осадков в Восточной Грузии. Тр. Института гидрометеорологии, т. 108, ISSN 1512-0902, Тб., 2002, с. 249-260.
2. Амираншвили 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. Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, т.119, ISSN 1512 – 0902, Тб., 2013, с. 144 - 152.
3. Амираншвили А.Г., Гзиришвили Т.Г. Аэрозоли и ледяные кристаллы в атмосфере. Тб., “Мецниереба”, 1991, 113 с.

4. Амиранашвили А., Глонти 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. Тб.:, 2014, с. 208-212.
5. Амиранашвили А.Г., Глонти 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.
6. სეტყვა და მასთან ბრძოლა. ჰიდრომეტეოროლოგებზე აქტიური ზემოქმედების სამსახურის 1967-1989 წწ. მუშაობის ძირითადი შედეგები. თბ.:, 1990, 15 გვ.
7. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Нальчик:, “Печатный двор”, 2014, 508 с.
8. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противоградовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 64, ISSN 1512-1135, Тб.:, 2013, с. 151-159.
9. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинкас В.А. Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы “Алазани”. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 26, Тб.:, ”Мецниереба”, 1975, с. 13-27.
10. Бартишвили И.Т., Надибаидзе Г.А., Бегалишвили Н.А., Гудушаури Ш.Л. К физическим основам метода ЗаКНИГМИ борьбы с градом. Тр. ЗаКНИГМИ «Физика облаков и активных воздействий», вып. 67(73), Л.:, Гидрометеоиздат, 1978, с.73-82.
11. Степаненко В.Д., Имянитов И.М., Богачук В.С., Карцивадзе А.И., Амиранашвили А.Г., Салуквадзе Т.Г., Гзиришвили Т.Г., Бохашвили В.Х., Саркисова Л.С., Качурин Л.Г., Дивинский Л.И., Иванов Б.Д., Осипов Ю.Г. Предварительные результаты опытов по воздействию на грозовые процессы льдообразующим реагентом. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т.49, Тб.:, ”Мецниереба”, 1982, с. 13-44.
12. Амиранашвили А.Г., Гзиришвили Т.Г., Нодия А.Г. – Влияние кристаллизующих реагентов и ПАВ на электрическое состояние кучевых облаков, Тез. Докл. 3-го Всесоюзн. Симп. по атмосферному электричеству, Тарту, Эстония, 28-31 октября 1986, с. 116-116.
13. Amiranashvili A.G., Gzirishvili T.G., Chumburidze Z.A. On the role of artificial ice forming reagents and radioactive intermixtures in the variation of convective clouds thunderstorm and hail activity. Proc. 12th Int. Conf. on Clouds and Precipitations, Zurich, Switzerland, August 19-23, vol. 1, 1996, pp. 267-270.
14. Аджиев А.Х., Амиранашвили А.Г., Чаргазия Х.З. Влияние аэрозольного загрязнения атмосферы на эффективность противоградовых работ в Кахетии и на Северном Кавказе. 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. 387-395.
15. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, складированию и транспортированию противоградовой ракеты SK-6. Скопье:, Македония, 2012, 57 с.
16. Амиранашвили А., Маградзе Г., Гамхиташвили Л. Распространение льдообразующего реагента от трасс противоградовых изделий “Алазань” и “Кристалл” в восходящем турбулентном потоке воздуха. Тр. Всес.конф. “Активн. возд. на гидрометеорологические процессы”, Нальчик, 22-25 октября 1991, Санкт-Петербург:, Гидрометеоиздат, книга 2, 1995, с. 152-155.

კახეთში ატმოსფერულ პროცესებზე ზემოქმედების საშუალებები

ამირანაშვილი ა., ძოდუაშვილი უ., ლომთაძე ჯ., საური ი., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

მოყვანილია მონაცემები SK-6 ტიპის სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტის შესახებ, რომლის გამოყენება დაგეგმილია სეტყვასთან ბრძოლის საქმეში კახეთის რეგიონში 2015 წელს. წარმოდგენილია სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ „დელტა“-ში შექმნილი ამ რაკეტების გამშვები დანადგარის საცდელი ნიმუშის მოკლე აღწერა. მოცემულია კახეთში სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების პუნქტების განლაგების რუკა.

MEANS OF ACTION ON ATMOSPHERIC PROCESSES IN KAKHETI

Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Sauri I., Chikhladze V.

Abstract

The data about the anti-hail rocket SK-6 which is planned to use in the works on the fight with the hail in Kakheti in 2015 are presented. The brief description of created in the scientific and technical center "Delta" of prototype launcher for these rockets is represented. The map of the layout of the points of action on the hail processes in Kakheti is given.