

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НАЗЕМНЫХ СРЕДСТВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КАХЕТИИ

<sup>1</sup>Амиранашвили А.Г., <sup>2</sup>Барекчян И.Ю., <sup>2</sup>Двалишвили К.С., <sup>2</sup>Дзодзуашвили У.В.,  
<sup>2</sup>Ломтадзе Дж. Д., <sup>2</sup>Осепашвили А.Р., <sup>2</sup>Саури И.П., <sup>2</sup>Татишвили Г.З.,  
<sup>2</sup>Телия Ш.О., <sup>1</sup>Чихладзе В.А.

<sup>1</sup> Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили, 0160, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1, [avtandilamiranashvili@gmail.com](mailto:avtandilamiranashvili@gmail.com)  
<sup>2</sup>Научно-технический центр «Дельта»

В 1957 году по инициативе и при участии Института геофизики АН ГССР специальными конструкторскими организациями была начата разработка противоградовой ракеты ПГИ, а в августе – сентябре 1958 г. на вершине Циви-Тура Гомборского хребта уже были проведены испытания опытной партии этих ракет (А. И. Карцивадзе, А. В. Бухникашвили, А. М. Окуджава, А. Г. Бичиашвили и др.) [1,2]. По своим тактико-техническим показателям противоградовые турбореактивные снаряды ПГИ в то время были значительно лучше всех существующих технических средств введения реагента в облака. Противоградовая ракета ПГИ нашла широкое применение в практических работах по борьбе с градом в Грузии, Молдавии, в Крыму и других союзных республиках, а также в Болгарии [1].

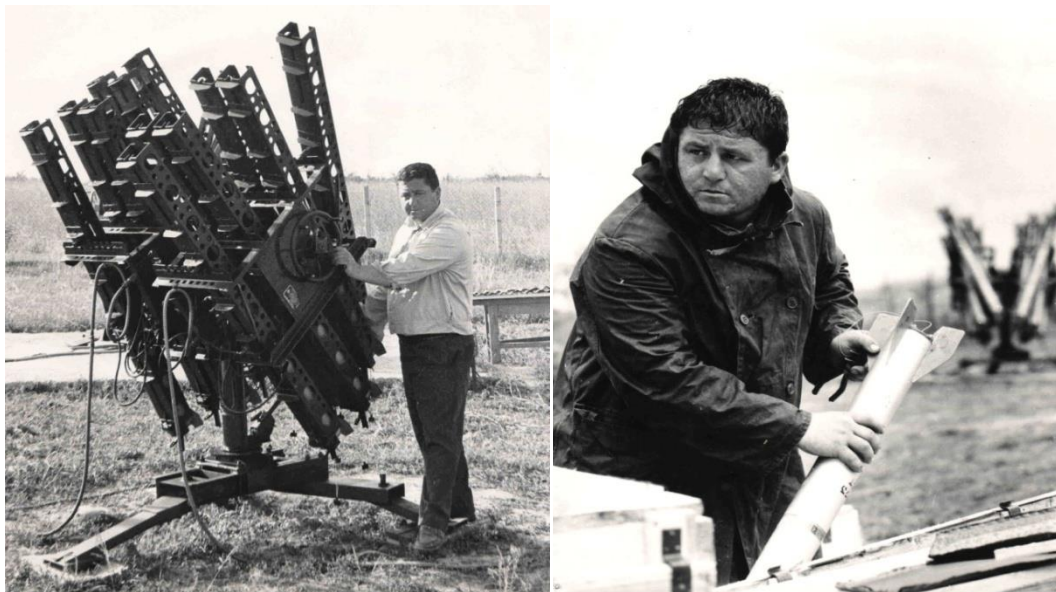


Рис. 1

Стрелок В.Дзамукашвили у пусковой установки ТКБ-040 на Руиспирском пункте воздействия (слева) и при подготовке зарядки этой установки ракетами “Алазани” (справа).

В 1969–1970 гг. была создана новая противогодовая система «Алазани», которая состояла из оперенных реактивных снарядов двух типов («Алазани-1М» с однорежимным двигателем, для обработки облаков в радиусе до 4 км и «Алазани-2М» с двухрежимным двигателем, для обработки облаков в интервале от 3-4 до 8-9 км) и двенадцатиканальной установки ТКБ-040 с веерообразно расположенными направляющими в секторе 40 градусов (Г. Г. Годораж, А. И. Карцивадзе, П. А. Несмеянов, Е. С. Саможенков, А. И. Сидоров, Н. Д. Силин, В. В. Антонова и др.) [1,3-5]. На рис. 1 приведены фотографии установки ТКБ-040 на пункте воздействия в с. Руиспири Телавского района, а также момента подготовки зарядки этой установки ракетами «Алазани». На труднодоступные пункты воздействия ракеты доставлялись с помощью вертолета (рис.2).



Рис. 2

Доставка противогодовых ракет на труднодоступные пункты воздействия с помощью вертолета.

Эта система была широко внедрена в практические работы по борьбе с градом как в бывшем СССР, так и в Болгарии. По своим тактико-техническим показателям в те времена она являлась наилучшей по сравнению с существующими в мире техническими средствами аналогичного назначения [1,6]. Одной из отличительных особенностей этих ракет было то, что их головные части снаряжались специальными пиротехническими пашками, представляющими собой портативные генераторы аэрозоля кристаллизующего реагента (йодистого серебра, йодистого свинца и др.), обладающих достаточно высокой льдообразующей активностью и выделявшихся по трассе полета ракеты в градоопасном облаке [6,7]. В 1972-1989 гг. в Кахетии при противогодовых работах в среднем в год использовалось около 23000 ракет «Алазани-1/2М» (1972-1984 гг. реагент, содержащий  $PbI_2$ , 1985-1989 гг. – реагент, содержащий  $AgI$ ) [8].

После прекращения в 1990 г. в Грузии работ по активным воздействиям на атмосферные процессы во многих странах мира эти работы были продолжены [9,10]. Была создана новая техника радиолокационных наблюдений за облаками [10,11] и средствами воздействия [6,10]. Было проведено совершенствование методологии диагностики градоопасности облаков, а также стратегии их засева различными реагентами [10].

После принятия в 2014 г. решения о восстановлении Противогодовой службы в Грузии, и в первую очередь в Кахетии, был проведен целый ряд подготовительных работ по осуществлению этого мероприятия [12,13]. Что касается средств воздействия, с учетом экономических и технических причин, а также возможностей дальнейшей модернизации и перспективы организации их производства на месте, для начала было решено приобрести

противоградовые изделия типа SK-6 производства Македонии [14]. Одновременно рассматривался вопрос создания на месте автоматизированных пусковых установок для противоградовых ракет. Было разработано несколько вариантов этих установок, важной особенностью которых является возможность замены количества стволов и их калибра в зависимости от типа применяемых ракет [12,13].

В начале 2015 г. была создана 26-ствольная автоматическая пусковая установка СД-26 производства научно-технического центра “Дельта” и было налажено их производство. Электропитание установки автономное и осуществляется с помощью аккумулятора, подзаряжаемого солнечной батареей (рис. 3,4). В краткий срок были построены более 80 площадок (пунктов воздействия) для этих установок (рис. 5).



Рис. 3

А. Амиранашвили в сборочном цехе пусковых установок СД-26 для противоградовых ракет.



Рис. 4

И. Саури (справа) и В. Чихладзе у солнечной панели пусковых установок СД-26 для противоградовых ракет.



Рис. 5

Строительство одной из площадок для пусковых установок СД-26 в Кахетии.



Рис. 6

Современная стационарная автоматическая пусковая установка СД-26 с дистанционным управлением для противораковых ракет СК-6 производства научно-технического центра “Дельта”.

Управление установкой (рис. 6) осуществляется дистанционно посредством специальной компьютерной программы. С помощью этой программы можно сообщать пусковой установке желаемый азимут и угол возвышения, после чего осуществляется открытие защитной крышки установки и запуск желаемого количества ракет в заданном направлении. Точность перемещения стволов установки СД-26 по вертикали и азимуту около 1 градуса. После пуска ракет защитная крышка закрывается. Указанная установка намного эффективнее, оперативнее и безопаснее, чем зарубежные аналоги, не говоря о применяемой ранее пусковой установке ТКБ-040, также грузинского производства (рис. 1).



Рис. 7

Временный вариант современной мобильной автоматической пусковой установки с дистанционным управлением для противораковых ракет SK-6 производства научно-технического центра “Дельта”.

Имеются и две мобильные пусковые установки, смонтированные на бронетранспортерах «Дидгори» (рис. 7), которые решено использовать временно, до приобретения соответствующих автомобилей высокой проходимости и достаточной грузоподъемности для проведения воздействия с недоступных для обычного транспорта мест. Планируется применение и других транспортных средств для мобильного варианта этих установок.

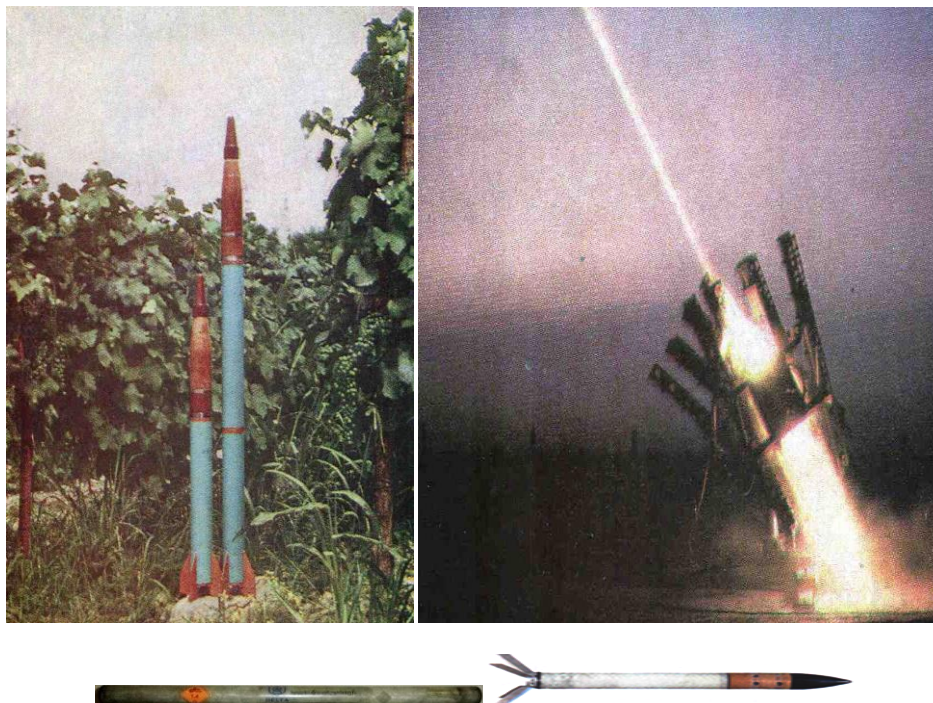


Рис. 8

Противораковые ракеты “Алазани-М” и “Алазани-2М” (слева), пуск ракеты “Алазани” (справа), ракета SK-6 (снизу слева в контейнере, справа – без контейнера).

На рис. 8 представлены фотографии ранее используемых в Кахетии противорадовых ракет “Алазани-М” и “Алазани-2М”, момент их пуска, а также современной ракеты SK-6, применяемой в противорадовых работах в настоящее время. Баллистические характеристики (высота и дальность полета) ракеты SK-6 лучше, чем изделия “Алазани-М”, но уступают ракете “Алазани-2М” (рис. 9). По выходу реагента ракета SK-6 относится к третьему поколению изделий подобного типа и примерно в 4 раза превосходит ракеты “Алазани-1/2М” [14].

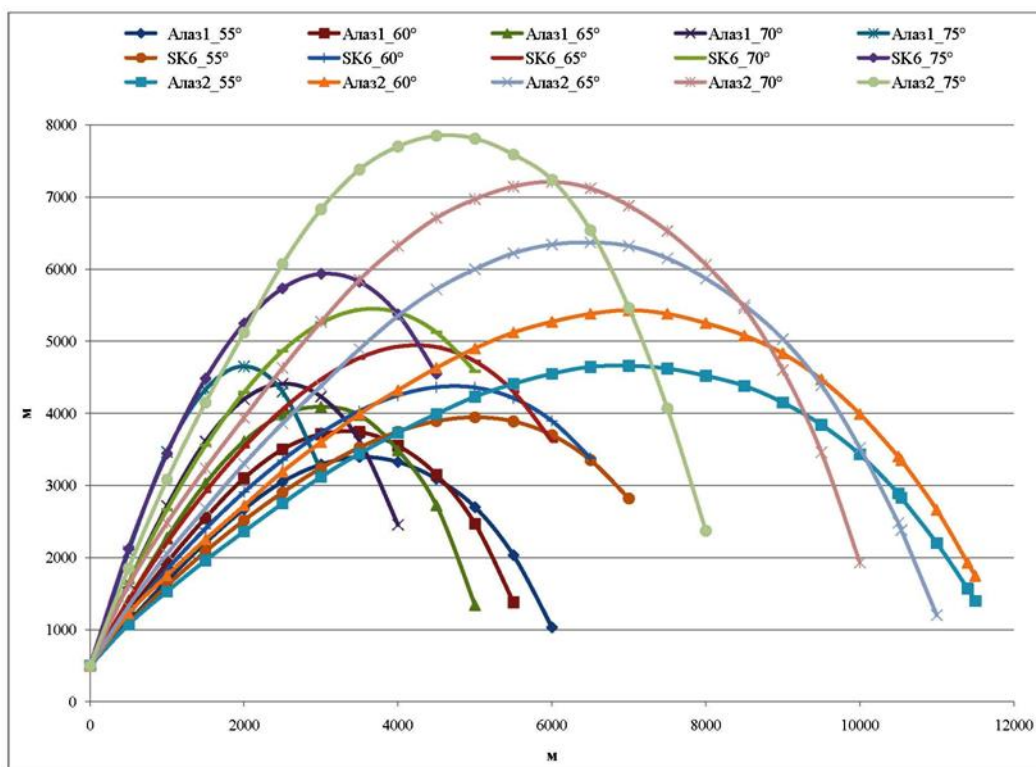


Рис. 9

Сравнительные характеристики траекторий полета противорадовых ракет “Алазани-М”, “Алазани-2М” и SK-6 при запуске с высоты 500 м над ур. моря.

Предполагается организация производства противорадовых ракет в Грузии силами научно-технического центра «Дельта» (для начала - на базе комплектующих SK-6, а впоследствии - и других изделий подобного рода). При этом предусмотрены вопросы дальнейшей модернизации противорадовых изделий как в аспекте улучшения их баллистических характеристик (высота, дальность полета, пологость траектории и др.), так и повышения их безопасности.

На рис. 10-12 для наглядности представлены карты оптимальных площадей засева кристаллизующим реагентом AgI объектов воздействия (градоопасные и градовые облака) на защищаемой территории в Кахетии при высотах изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 3.0, 4.0$  и  $6.0$  км на уровне моря для более 80 пунктов воздействия противорадовыми ракетами SK-6. Пункты воздействия размещены на высотах от 205 до 1775 м над уровнем моря. При этом в диапазоне высот от 205 до 375 м расположено 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 [14].

Соответственно, при расчете оптимальных площадей засева кристаллизующим реагентом объектов воздействия (ОВ) учитывалась высота расположения каждого пункта воздействия, которая, вместе с высотой уровня изотермы  $\text{H}(-6^{\circ}\text{C})$ , обуславливала выбор

оптимального вертикального угла запуска ракеты для наиболее рационального использования рабочей (выделение реагента) траектории полета ракеты в области отрицательных температур, наиболее благоприятных для действия реагента [10].

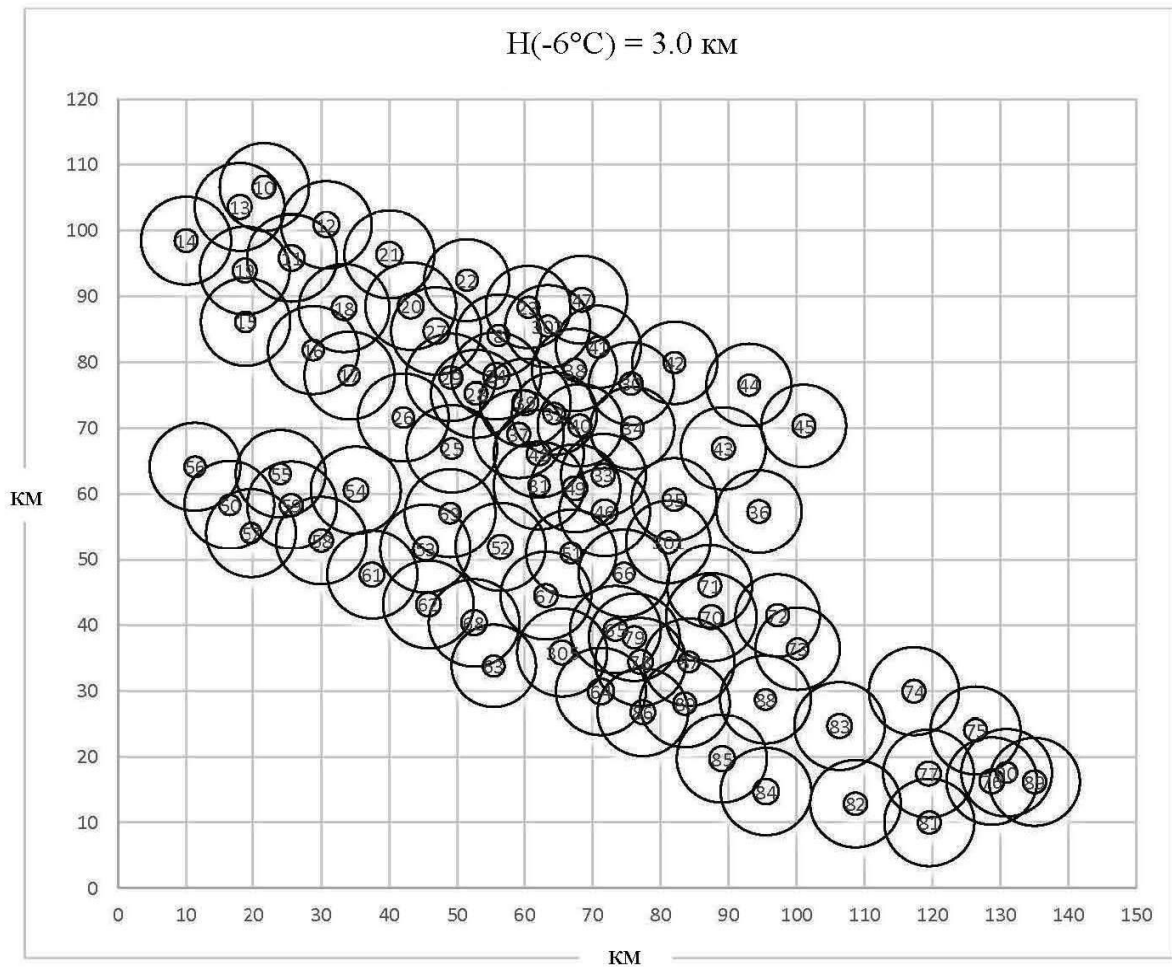


Рис. 10

Оптимальные площади засева кристаллизующим реагентом ОВ для пунктов воздействия противорадовыми ракетами SK-6 на защищаемой территории в Кахетии при высоте изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 3.0$  км. В центре окружности – номер пункта воздействия.

Табл. 1

Статистические характеристики оптимальных горизонтальных проекций трасс засева кристаллизующего реагента противорадовой ракеты SK-6 на защищаемой территории в Кахетии для высоты изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 3.0$  км.

Параметры	Начало проекции траектории трассы, км	Конец проекции траектории трассы, км	Длина проекции траектории трассы, км
Минимум	1.7	6.3	4.5
Максимум	2.0	6.7	5.0
Среднее	1.8	6.6	4.8
Станд. откл.	0.1	0.2	0.2
Козфф. вар., %	6.2	2.7	3.7

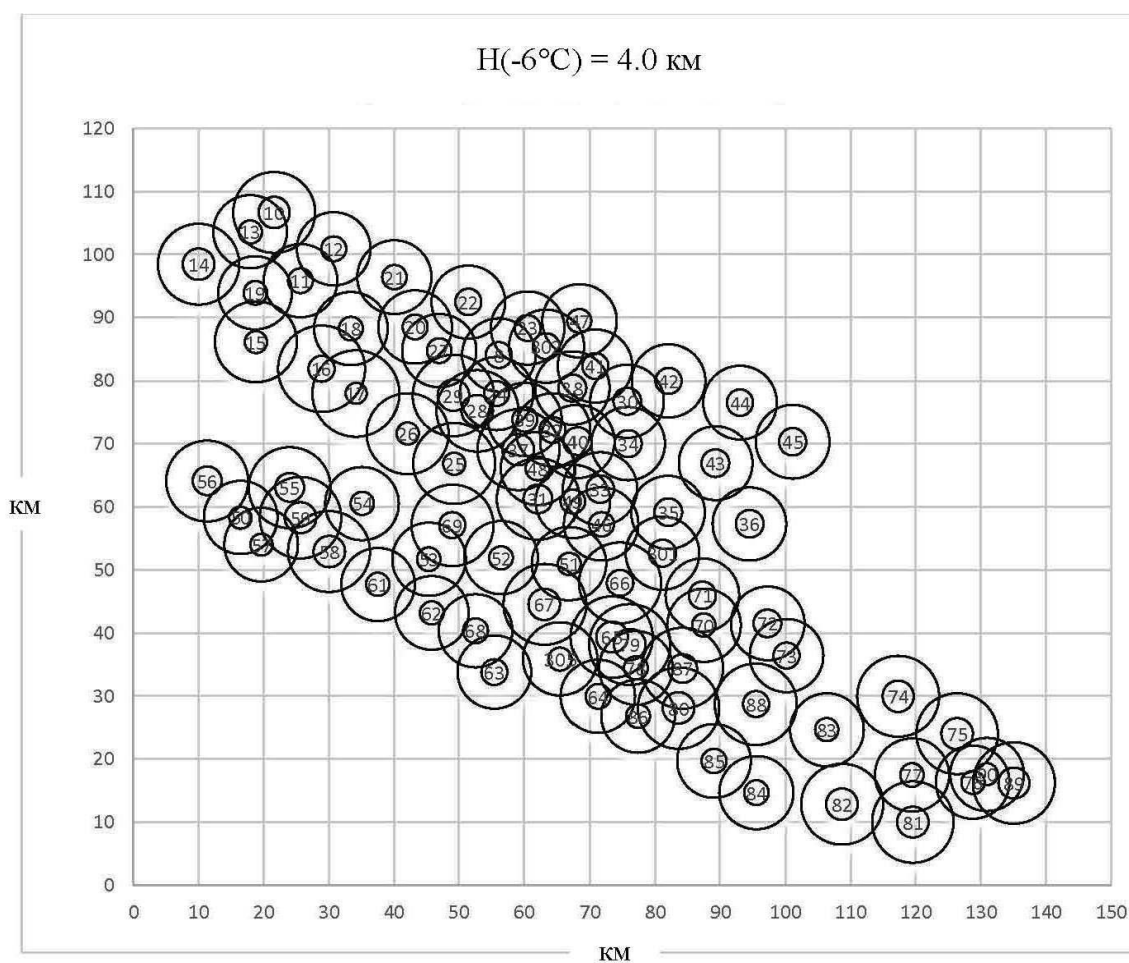


Рис. 11

Оптимальные площади засева кристаллизующим реагентом ОВ для пунктов воздействия противорадовыми ракетами SK-6 на защищаемой территории в Кахетии при высоте изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 4.0 \text{ км}$ .

Табл. 2

Статистические характеристики оптимальных горизонтальных проекций трасс засева кристаллизующего реагента противорадовой ракеты SK-6 на защищаемой территории в Кахетии для высоты изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 4.0 \text{ км}$ . В центре окружности – номер пункта воздействия.

Параметры	Начало проекции траектории трассы, км	Конец проекции траектории трассы, км	Длина проекции траектории трассы, км
Минимум	1.7	5.7	3.5
Максимум	2.5	6.7	5.0
Среднее	2.1	5.9	3.8
Станд. откл.	0.2	0.3	0.3
Кoeff. вар., %	11.0	5.1	7.0



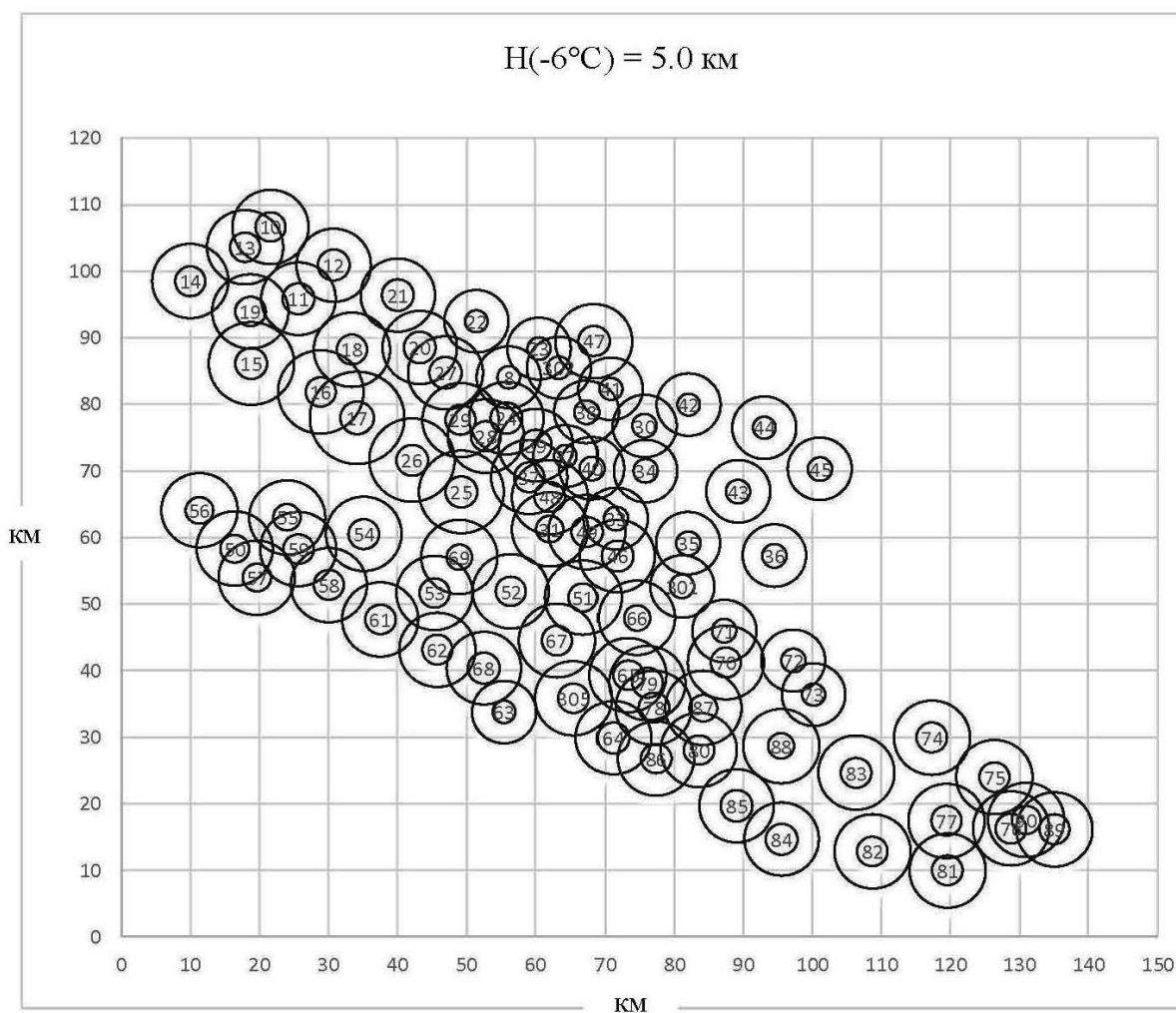


Рис. 12

Оптимальные площади засева кристаллизующим реагентом ОВ для пунктов воздействия противоголодными ракетами SK-6 на защищаемой территории в Кахетии при высоте изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 5.0 \text{ км}$ . В центре окружности – номер пункта воздействия.

Табл. 3

Статистические характеристики оптимальных горизонтальных проекций трасс засева кристаллизующего реагента противоголодной ракеты SK-6 на защищаемой территории в Кахетии для высоты изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 5.0 \text{ км}$ .

Параметры	Начало проекции траектории трассы, км	Конец проекции траектории трассы, км	Длина проекции траектории трассы, км
Минимум	1.6	4.3	2.6
Максимум	2.3	6.3	4.0
Среднее	2.0	4.9	2.9
Станд. откл.	0.2	0.4	0.3
Козфф. вар., %	10.9	8.4	8.8

Оптимальная горизонтальная площадь засева соответствует площади кольца вокруг окружности с номером пункта воздействия. Площадь круга с номером пункта воздействия – так называемая «мертвая зона засева», с областью положительных или отрицательных температур выше  $-3^{\circ}\text{C}$ , где действие реагента либо отсутствует, либо оно мало эффективно.

В табл. 1-3 представлены статистические характеристики оптимальных горизонтальных проекций трасс засева кристаллизующего реагента противорадовой ракеты SK-6 на защищаемой территории в Кахетии для высот изотермы  $-6^{\circ}\text{C} = 3.0, 4.0$  и  $5.0$  км.

Как следует из рис. 10-12 и табл. 1-3 оптимальные площади засева реагентом ОВ существенно зависят как от месторасположения пунктов воздействия, так и от высоты изотермы  $-6^{\circ}\text{C}$ . В частности, сравнение рис. 10 - 12 наглядно демонстрирует существенную разницу в перекрытиях оптимальных площадей засева реагентов ОВ соседними пунктами воздействия. С увеличением высоты  $H(-6^{\circ}\text{C})$  уменьшается и оптимальная площадь засева для пунктов воздействия. Так, например, средняя для всех пунктов воздействия длина оптимальной проекции трассы засева реагентом уменьшается от  $4.8$  км при  $H(-6^{\circ}\text{C})=3.0$  км до  $2.9$  км при  $H(-6^{\circ}\text{C})=5.0$  км.

Полезная площадь засева одним изделием типа SK-6 для уровней высоты изотермы от  $H(-6^{\circ}\text{C})=3.0$  км до  $H(-6^{\circ}\text{C})=6.0$  км меняется соответственно от  $4.8$  км<sup>2</sup> до  $1.9$  км<sup>2</sup>, при среднем значении  $3.4$  км<sup>2</sup>. Это примерно в  $1.75$  раз меньше эффективной площади засева противорадовых ракет “Алазани-6” и “Алазани-9”, часто применяемых в России [10].

Отметим, что в Северо-Кавказской военизированной службе (ВС) борьбы с градом в 2007-2014 гг. средний расход противорадовых изделий “Алазани-6” на  $100$  тыс. га составлял примерно  $200$  ракет в сезон (диапазон изменения от  $106$  до  $355$ ) против  $1264$  менее эффективных ракет в  $1981 - 1991$  гг. (площади защищаемой территории соответственно составляли около  $800$  и  $1260$  тыс. га). Среднее количество обработанных зон в  $2007-2014$  гг. составляло около  $15$  на  $100$  тыс. га против  $53$  на  $100$  тыс. га в  $1981-1990$  гг. (примерно в  $3.5$  раза меньше). При этом эффективность противорадовых работ возросла приблизительно с  $70\%$  в  $1981-1990$  гг. до  $92\%$  в  $2007-2014$  гг. [10].

В Краснодарской и Ставропольской ВС в  $2007-2014$  гг. в связи с более детализированным разделением зон по необходимости воздействия на них, годовой расход ракет был выше, чем в Северо-Кавказской ВС (соответственно, в среднем  $710$  изделий при диапазоне изменения от  $510$  до  $920$  на  $100$  тыс. га, и в среднем  $700$  изделий при диапазоне изменения от  $556$  до  $925$  на  $100$  тыс. га защищаемой территории). Тем не менее, этот расход в Краснодарской ВС уменьшился по сравнению с  $1981-1990$  гг. почти в  $1.9$  раз (Ставропольская ВС была создана в  $1995$  г.) [10].

Учитывая, что эффективная площадь засева кристаллизующим реагентом объектов воздействия у ракет SK-6 ниже, чем у ракет “Алазани-6” и “Алазани-9”, в Кахетии максимальный расход изделий SK-6 до модернизации их баллистических характеристик, или приобретения или производства ракет с лучшими полетными данными, в зависимости от применяемой технологии не должен превышать  $1620$  ракет в сезон на  $100$  тыс. га защищаемой территории, а по методологии воздействия Северо-Кавказской ВС –  $620$  ракет в сезон на  $100$  тыс. га. Учитывая стоимость ракет SK-6 в ближайшем будущем в Кахетии на защищаемой территории  $600$  тыс. га предполагается использовать от  $1100$  до  $3700$  ракет в сезон при среднем показателе около  $2100$  изделий. Этот расход примерно соответствует нормальному режиму засева (засев, предусматривающий покрытие трассами реагента основной части обрабатываемой зоны с коэффициентом засева от  $50$  до  $80\%$ ). В режиме массивованного засева (засев с покрытием трассами реагента всей обрабатываемой зоны с коэффициентом засева от  $80$  до  $100\%$ ) расход ракет увеличивается в среднем примерно в  $1.4$  раза, а в режиме экономичного засева (засев с покрытием трассами засева обрабатываемой зоны с коэффициентом засева от  $30$  до  $50\%$ ) расход ракет уменьшается в среднем примерно в  $1.65$  раз по сравнению с режимом нормального засева. Эти показатели соответственно равны примерно  $1550$  (минимум),  $5200$  (максимум) и  $2950$  (среднее) в режиме массивованного засева, и  $670$  (минимум),  $2240$  (максимум) и  $1270$  (среднее) в режиме экономичного засева.

Отметим, что режимы засева зависят от категории объектов воздействия. Если в сезон в подавляющем большинстве случаев преобладают градовые облака 3-ей и 4-ой категории, в основном используется режим массированного засева. При преобладании в сезон облаков 1-ой и 2-ой категорий, в основном используется экономичный режим засева. При преобладании в сезон облаков 3-ей категории средней и слабой интенсивности, в основном используется режим нормального засева. Реально в сезон воздействие производится на облака всех категорий, и планирование годового количества расхода противорадовых изделий достаточно затруднительно. Поэтому, до получения необходимой статистической информации о категориях объектов воздействия в Кахетии, как было отмечено выше, по аналогии с Северо-Кавказской ВС с учетом параметров используемой нами противорадовой ракеты SK-6 и финансовыми возможностями, годовой расход этих изделий в ближайшей перспективе предположительно может варьировать от 1100 до 3700 при среднем значении 2100 ракет.

Эти цифры подтверждаются также следующими соображениями. В 1985-1989 гг. расход ракет в Кахетии составлял примерно 3200 штук на 100 тыс. га (минимум - 2800, максимум - 3600). Количество объектов воздействия на этой площади в среднем составляло около 143 (минимум - 100, максимум - 195). На одну обрабатываемую зону расходовалось в среднем около 24 ракет "Алазани-2М" (минимум - 18, максимум - 33). Учитывая новые технологии индикации градоопасности облаков по аналогии с Северо-Кавказской ВС к настоящему времени количество объектов воздействия предположительно должно сократиться в среднем в 3.5 раза и составить примерно 41 на 100 тыс. га (минимум - 29, максимум - 56), или 244 на 600 тыс. га (минимум - 170, максимум - 335) защищаемой территории. Эффективность ракеты SK-6 по выходу реагента в 4 раза превышает изделие "Алазани-1/2М", но в 1.5 раз уступает ракете "Алазани-2М" по эффективной площади засева, составляющей 5 км<sup>2</sup>. Таким образом, в целом ракета SK-6 примерно в 2.7 раз эффективнее ранее применяемой ракеты "Алазани-2М". Соответственно, средний расход ракет SK-6 на один объект воздействия в Кахетии должен составлять примерно 9 изделий (минимум - 7, максимум - 12), или в среднем около 2200 ракет в сезон на площади защищаемой территории 600 тыс. га (минимум - 1200, максимум - 4000), что достаточно удовлетворительно согласуется с вышеприведенными оценками среднегодового расхода этих ракет. Отметим, что это все качественные оценки применительно для конкретных ракет SK-6, которые будут уточняться по мере накопления новых данных об активных воздействиях на градовые процессы в Кахетии, а также возможном применении ракет другого типа, с отличными от используемых содержанием льдообразующего реагента и баллистическими характеристиками.

Противорадовая служба в Грузии (Кахетия) была восстановлена 28 мая 2015 г. [15,16] и с этого дня были введены в эксплуатацию современный метеорологический радиолокатор Meteor 735CDP10 [17] и автоматическая система пуска ракет для активных воздействия на градовые процессы с дистанционным управлением с командного пункта, расположенного в Тбилиси в 60-100 км от района проведения противорадовых работ [18]. В сезон 2015 года всего было обработано 185 градоопасных и градовых зон, на что было использовано около 1000 ракет SK-6 (практически весь имеющийся на этот год запас). Учитывая наличие небольшого количества противорадовых изделий для работы противорадовой службы в тестовом режиме, операции воздействия проводились в режиме экономичного засева. Несмотря на это, в целом работа службы была успешной [16] и в недалеком будущем предполагается расширение площадей защищаемой территории, а также дополнительное размещение пунктов воздействия и вне ее, для предварительного засева градоопасных и градовых облаков.

## Литература

1. Институт геофизики – 50 (под редакцией Б.К.Балавадзе). Тбилиси, «Мецниереба», 1983, с. 94-116.
2. Бухникашвили А.В., Гайворонский И.И., Карцивадзе А.И., Кизирия Б.И., Окуджава А.М., Орджоникидзе А.А., Серегин Ю.А. Методика АВ на градовые процессы и результаты опытов в Алазанской долине. Тр. Всес. совещ. по АВ на градовые процессы. Тбилиси, 1964, с. 76-87.

3. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинкас В.А. Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противогодовой системы «Алазани». Тр. Института геофизики АН ГССР, т. 36, Тбилиси, Мецниереба, 1975, с. 13-27.
4. Карцивадзе А.И., Шидловский А.А., Силян Н.А., Несмеянов П.А., Серегин Ю.А. Результаты межведомственных испытаний противогодовой комплекса «Алазани». Всесоюз. конф. по физ. обл. и акт. возд. на них, Обнинск, 1979.
5. Карцивадзе А.И., Серов В.Д., Сидоров А.И., Несмеянов П.А., Спасибо В.В. Оптимизация максимального радиуса действия противогодовой ракеты по стоместному критерию. Всесоюз. конф. по физ. обл. и акт. возд. на них, Обнинск, 1979.
6. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противогодовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, том. 64, Тбилиси, 2013, с. 151-159.
7. Амиранашвили А.Г., Гзиришвили Т.Г. Аэрозоли и ледяные кристаллы в атмосфере. Тбилиси, «Мецниереба», 1991, 113 с.
8. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Некоторые характеристики градовых процессов в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с.77 - 100.
9. 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 рожд. 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.
10. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противогодовых работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Нальчик, «Печатный двор», 2014, 508 с.
11. 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.
12. Амиранашвили А., Глonti Н., Дзодзуашвили У., Ломтадзе Дж., Чихладзе В. О возобновлении противогодовых работ в Грузии. Международная конференция «Актуальные проблемы геофизики». Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тбилиси, 2014, с. 208-212.
13. 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.
14. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Средства воздействия на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2014, с.113-120.
15. 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 B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.18B, 2015, pp. 92-106.
16. 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. 14-28.
17. Абаиадзе О.А., Авлохашвили Х.В., Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Кириа Дж.К., Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Хегашвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А. Радиолокационное обеспечение противогодовой

службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.

18.Абаиадзе О.А., Арвеладзе Л.В., Беракчян И.Ю., Дзаганашвили Д.Р., Кириа Дж.К., Манагадзе И.Б., Размаишвили Р. Н., Татишвили Г.З., Ундилашвили Г.Д., Чхаидзе Б.Дж. Дистанционная система управления активными воздействиями на градовые процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 53-59.

## კახეთში სეტყვის პროცესებზე ზემოქმედების სახმელეთო საშუალებების მახასიათებლები

ამირანაშვილი ა., ბარეკჩიანი ი., დვალიშვილი კ., ძოდუაშვილი უ., ლომთაძე ჯ.,  
ოსეფაშვილი ა., საური ი., ტატიშვილი გ., თელია შ., ჩიხლაძე ვ.

### რეზიუმე

მოყვანილია კახეთში წინა საუკუნეში გამოყენებული „ალაზანი1/2“ და 2015 წელს გამოყენებული მაკედონიის წარმოების თანამედროვე სეტყვასაწინააღმდეგო SK-6 ტიპის რაკეტების შედარებითი მონაცემები. წარმოდგენილია 80-ზე მეტი სეტყვის ღრუბლებზე ზემოქმედების სარაკეტო პუნქტის განლაგების სქემა და აგრეთვე კახეთში დასაცავ ტერიტორიაზე ზემოქმედების ობიექტების მაკრისტალიზებელი რეაგენტით ჩათესვის ოპტიმალური ფართობების რუკები ზღვის დონიდან  $-6^{\circ}\text{C}$  იზოთერმის სხვადასხვა სიმაღლის დროს. მოყვანილია ინფორმაცია სამხედრო სამეცნიერო-საწარმო ცენტრ „დელტა“-ს წარმოების თანამედროვე სტაციონარული ავტომატური დისტანციურად სამართი სდ-26 ტიპის სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტების გამშვები დანადგარის შესახებ. ჩატარებულია სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახურის დაუბრკოლებელი ფუნქციონირებისათვის რაკეტების საჭირო წლიური რაოდენობის წინასწარი ხარისხობრივი შეფასება.

## CHARACTERISTICS OF GROUND MEANS ACTION ON HAIL PROCESS IN KAKHETI

Amiranashvili A., Berekchian I., Dvalishvili K., Dzodzuashvili U., Lomtadze J.,  
Osepashvili A., Sauri I., Tatishvili G., Telia Sh., Chikhladze V.

### Abstract

The comparative information on the comparative data of rocket "Alazani 1/2" used in the past century for dealing with the hail in Kakheti and utilized in 2015 contemporary rocket SK-6 produced in Macedonia is given. The layout diagram of more than 80 rocket points of action on the hail clouds and the maps of the optimum areas of sowing the crystallizing reagent of the objects of action in the shielded territory in Kakheti at different heights of isotherm  $-6^{\circ}\text{C}$  above sea level are presented. Information about the contemporary stationary automatic launcher with remote control for the anti-hail rockets SD-26 produced by scientific and technical center "Delta" is given. Preliminary qualitative evaluation of an annual quantity of rockets necessary for the functioning of the anti-hail service is carried out.

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ НАЗЕМНЫХ СРЕДСТВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КАХЕТИИ**

**Амиранашвили А.Г., Барекчян И.Ю., Двалишвили К.С., Дзодзуашвили У.В.,  
Ломтадзе Дж. Д., Осепашвили А.Р., Саури И.П., Татишвили Г.З.,  
Телия Ш.О., Чихладзе В.А.**

### **Реферат**

Приведены сравнительные сведения о применяемых в прошлом столетии для борьбы с градом в Кахетии ракеты «Алазани1/2» с используемой в 2015 году современной ракетой SK-6 производства Македонии. Представлена схема расположения более 80 ракетных пунктов воздействия на градовые облака и карты оптимальных площадей засева кристаллизующим реагентом объектов воздействия на защищаемой территории в Кахетии при различных высотах изотермы  $-6^{\circ}\text{C}$  над уровнем моря. Приведена информация о современной стационарной автоматической пусковой установке с дистанционным управлением для противоградовых ракет СД-26 производства научно-технического центра «Дельта». Проведена предварительная качественная оценка необходимого для функционирования противоградовой службы годового количества ракет.