

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ РАБОТ ПО БОРЬБЕ С ГРАДОМ В КАХЕТИИ

¹Амиранашвили А.Г., ²Бурнадзе А.С., ²Двалишвили К.С., ²Геловани Г.Т.,
¹Глонти Н.Я., ²Дзодзуашвили У.В., ²Кайшаури М.Н., ²Квеселава Н.С.,
²Ломтадзе Дж. Д., ²Осепашвили А.Р., ²Саури И.П.,
²Телия Ш.О., ^{1,2}Чаргазия Х.З., ¹Чихладзе В.А.

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

²Научно-технический центр «Дельта»

Борьба с градом основывается на нескольких основных физических концепциях, подробный обзор которых представлен в фундаментальной работе [1] по организации и проведению противоградовых работ: *полная кристаллизация* переохлажденной части облака, что исключает дальнейший коагуляционный рост града [2]; *теория конкуренции*, предусматривающая увеличение концентрации зародышей града, приводящая к замедлению роста града за счет нехватки жидко-капельной влаги [3-5]; *укрупнение капель с последующим их замораживанием* с целью создания большой концентрации конкурирующих зародышей града [6]; *динамическое воздействие* с целью подавления восходящего потока [7]; *понижение траектории градин*, ухудшающее условия их роста [8]; *ускорение осадкообразования* в зоне формирования условий зарождения града, приводящее к вымыванию этой зоны и исключающее зарождение и рост града [9,10].

По данным регистров Всемирной метеорологической организации (ВМО) и другим источникам, защита от града осуществляется в 48 странах мира [1,11], в которых проводятся более 65 проектов подавления града на площади около 87600 тыс. га. При этом коммерческие проекты подавления града, осуществляемые частными компаниями в США, Испании, Италии и др., не учтены. Так, в настоящее время в России под защитой от града находится более 2500 тыс. га территории, в Болгарии – более 1700 тыс. га, в Китае – более 42000 тыс. га. Средняя физическая эффективность противоградовых работ в России в 2007-2014 гг. составляла около 87% [1]. Противоградовые работы, осуществляемые в разных странах, серьезно отличаются друг от друга по научным концепциям засева; технологии засева и реализуемости концепций засева; способам обнаружения объектов воздействия и локализации объема засева; техническим средствам обнаружения засева градовых облаков; расходу реагента; методам оценки эффективности; финансовым затратам на реализацию засева [1].

В бывшем СССР в период с 1956 по 1962 гг. были разработаны три варианта метода предотвращения града, прошедшие испытания в 1963 - 1966 г., а с 1967 г. начали применяться для производственной защиты сельскохозяйственных культур от градобитий.

Первый метод. *Артиллерийский засев кристаллизующими реагентами* областей зарождения и роста града для резкого увеличения концентрации зародышей града и уменьшения размера града за счет их конкуренции за жидкокапельную влагу. Этот метод был создан в Высокогорном геофизическом институте под руководством Г.К. Сулаквелидзе [1,4]. Применялся в России (Северный Кавказ), Армении, Азербайджане, Узбекистане и Таджикистане на площади около 6500 тыс. га.

Второй метод. *Комбинированный артиллерийский засев гигроскопическими и кристаллизующими реагентами* областей повышенного радиоэха градоопасных облаков для изменения условий роста града за счет перераспределения жидкокапельной влаги между теплой и переохлажденной частями облака. Этот метод был разработан в Закавказском научно-исследовательском институте (Тбилиси) под руководством В.С. Ломинадзе и Я.Т. Бартишвили [1,6] и применялся в Грузии на площади около 400 тыс. га.

Третий метод. *Ракетный засев* областей повышенного радиоэха для создания дополнительных конкурирующих зародышей града. Он был разработан в Институте геофизики АН ГССР (Тбилиси) и Центральной аэрологической обсерватории (г. Долгопрудный) под руководством А.И. Карцивадзе, И.И. Гайворонского и Ю.А. Серегина [1,12,13] и применялся в Грузии и Молдавии на площади около 3200 тыс. га.

В первые годы реализация указанных методов осуществлялась институтами - разработчиками под руководством авторов. Научные разработки и крупномасштабные натурные эксперименты, проведенные Институтом геофизики, явились основой для создания в 1961 году при Министерстве сельского хозяйства Грузинской ССР первой в СССР Службы борьбы с градом. Сотрудники службы (А. И. Карцивадзе, Б. И. Кизирия, Ж. И. Дарчиашвили, Г. И. Сулханишвили, Г. Г. Тодуа, Ш. Ф. Цискаришвили, З. Л. Хитиришвили, М. Г. Бахсолиани, Л. Н. Кочиашвили, Б. Ш. Бериташвили, Т. Г. Гигойдзе, О. А. Кобиашвили, Н. Ф. Пейкришвили, Б. Г. Барбакадзе, А. Д. Калатошишвили, М. Матиашвили и др.) внесли большой вклад в усовершенствование и развитие средств и методов борьбы с градом, а также в их внедрение в практику [13]. В 1967 году для производственной защиты посевов от градобитий было создано десять территориальных Военизированных Служб по Активным Воздействиям на Гидрометеорологические Процессы.

Разработка и внедрение средств и методов воздействия на градовые процессы в 1969 г. были отмечены Государственной премией СССР по науке и технике. Звания лауреатов этой премии, наряду с другими специалистами, были удостоены и грузинские ученые - Н. Ш. Библашвили, А. В. Бухникашвили, А. И. Карцивадзе, Б. И. Кизирия, Г. К. Сулаквелидзе. Кроме того, сотрудники Института геофизики, выполняющие эти работы, были отмечены высокими правительственными наградами, а также золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ СССР.

С 1980 по 1984 г. техника и технология противоградовой защиты (ПГЗ) во всех регионах были унифицированы на базе разработанных в научно-производственном центре ПГЗ под руководством М.Т. Абшаева [1]. Эта унификация подразумевала применение единых методов и средств обнаружения и распознавания градовых облаков (радиолокатора МРЛ-5 и руководства по его применению); новой технологии активных воздействий, базирующейся на ускорении осадкообразования из областей будущего градообразования и дифференцированных схемах засева облаков различной структуры и стадии развития; более совершенных ракетных противоградовых комплексов «Алазань», «Кристалл», «Небо», и др.; автоматизированной радиолокационной системы управления противоградовыми операциями; единых руководящих и нормативно-технических документов, регламентирующих организацию и проведение ПГЗ; централизованного обучения и аттестации персонала всех Военизированных Служб на ежегодных курсах по воздействию, прогнозу града и техническим средствам радиолокации, ракетным и артиллерийским комплексам и связи [1].

Физический принцип воздействия – ускорение осадкообразования в областях будущего градообразования развивающихся и зрелых градовых облаков путем их массивного засева кристаллизующими реагентами подразумевает: вымывание областей нового роста (зон формирования и зарождения града) преждевременными осадками; динамическое подавление слабых восходящих потоков преждевременными осадками; понижение траектории растущих градин; создание благоприятных условий конкуренции естественных зародышей града с искусственными, созданными на ранних стадиях градообразования одновременно с естественными. Ускорение осадкообразования стимулируется путем создания в фидерных облаках высокой начальной концентрации искусственных кристаллизующих частиц (порядка 10^{11} м^{-3} и более) [1].

В середине-конце восьмидесятых годов прошлого столетия в Грузии противоградовые работы проводились на площади более 1200 тыс. га, в том числе в Кахетии – около 800 тыс. га [14,15].

На рис. 1 представлена схема районов работ Военизированной Службы борьбы с градом в Грузии в 1985 г. [16]. В частности, как следует из этого рисунка, в Кахетии располагались четыре военизированные части (Телавская, Гурджаанская, Сагареджойская и Цителцкарройская). Главный командный пункт располагался в с. Руиспири Телавского района, остальные – в указанных частях Кахетии. Количество ракетных пунктов воздействия было более 90. Все командные пункты были оснащены современными по тем временам радиолокационными станциями (МРЛ-2, МРЛ-5), средствами воздействия (ракеты “Алазани”, “Кристалл”), средствами связи, автомобильным транспортом, вертолетом, развитой инфраструктурой (жилые и производственные помещения, склады и др.), пунктами метеорологического обеспечения (радиозондирование, прогноз погоды) и др. Проводились регулярные исследования конвективных облаков с использованием специально оснащенной летающей лаборатории ИЛ-14 (П.В. Махарашвили, А.З. Махарашвили, А.Г. Нодия, Т.Г. Хунджава, А.Г. Амираншвили и др.), результаты которых, в частности, использовались для практических работ по воздействию на атмосферные процессы (уточнение характеристик различных реагентов и др.) [13]. Всего в Кахетии в противоградовых работах принимало участие около 800 человек.



Рис. 1

Схема районов работ Военизированной Службы борьбы с градом в Грузии.

В качестве примера на рис. 2 приведена фотография Руиспирского полигона, сделанная с борта вертолета, а на рис. 3 – фотография главного командного пункта в Руиспири. На рис. 4 представлена фотография самолета-лаборатории ИЛ-14 для исследования атмосферы и облаков и проведения активных воздействий на конвективные облака для тестирования различных реагентов.



Рис. 2

Руиспирский полигон Военизированной Службы по борьбе с градом.



Рис. 3

Главный командный пункт Военизированной Службы по борьбе с градом в Кахетии.



Рис. 4

Сотрудники Института геофизики АН ГССР А. Амиранашвили (крайний слева), А. Нодия (в центре) и А. Мусоян (крайний справа) с аэрологом Гидрометеорологического управления Грузии А. Хурцидзе (второй слева) и экипажем летающей лаборатории ИЛ-14.

На рис. 5 представлена фотография группы метеорологического обеспечения Противогорадовой службы при запуске радиозонда.

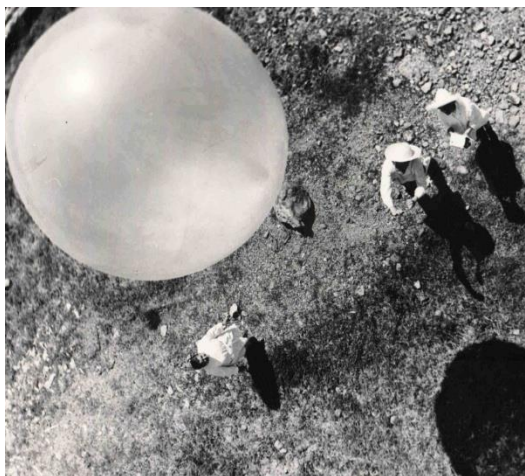


Рис. 5

Группа метеорологического обеспечения Противогорадовой службы (в центре – А. Церетели) во время запуска радиозонда.

На рис. 6 приведено изображение группы воздействия главного командного пункта в Руиспири, ответственной за проведение операций воздействия на градовые облака.



Рис. 6

Группа воздействия Главного командного пункта Военизированной Службы по борьбе с градом в Кахетии (слева направо- Г.Годуа, З.Хитиришвили, К.Бачиашвили, Л.Г.Качурин, Бахтуридзе, М.Дзамукашвили, М.Чурхаули, М.Бахсолиани вместе с операторами).

На следующем рис. 7 представлена фотография одного из операторов радиолокационной станции Руиспирской базы, обеспечивающего группу воздействия радиолокационной информацией о градовых облаках.



Рис. 7

Оператор радиолокационной станции Руиспирской базы А. Бурнадзе.

На рис. 8 представлена фотография узла связи Руиспирской базы и оператора по связи, ответственного за связь с пунктами воздействия, авиационными службами и др.



Рис. 8

Оператор узла связи Руиспирской базы А. Шашиашвили



Рис. 9

Заседание штаба Руиспирской базы (слева направо – Л. Кочишвили, Ж. Дарчиашвили, М. Гигителашвили, А. Карцивадзе, М. Бахсолиани, Б. Бериташвили).

Ежедневно проводились заседания штаба противогодовой службы (рис. 9), на которых обсуждались различные оперативные вопросы, связанные с работой службы, проводился детальный анализ успешности операций активных воздействий на градовые процессы при наличии таковых и др.

После ряда подготовительных работ в 2013-2014 гг. [17-21], которые, в частности, включали широкое ознакомление населения Грузии, и особенно жителей Кахетии, о предстоящих восстановительных мероприятиях по возрождению противогодовой службы (рис. 10), ее деятельность после 26-летнего перерыва была возобновлена 28 мая 2015 года. На начальном этапе это восстановление произошло в Кахетии. Площадь защищаемой территории составляет около 650 тыс. га.

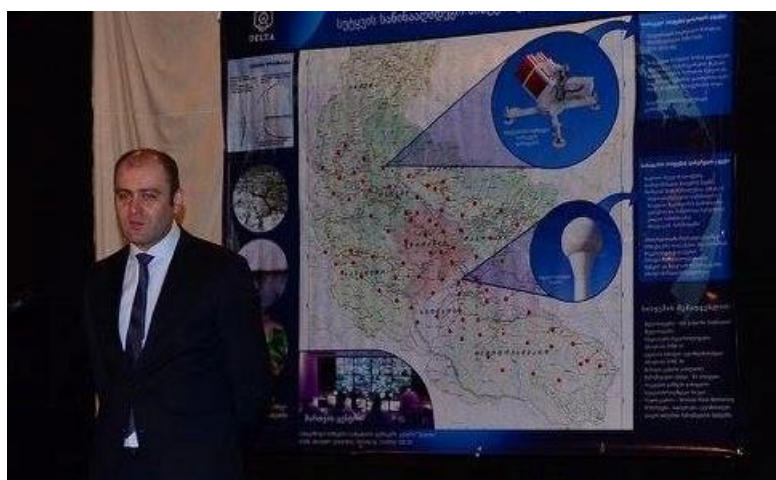


Рис. 10

Директор научно-технического центра «Дельта» У. Дзодзуашвили в г. Сигнахи Кахетинского региона при презентации проекта по восстановлению противогодовой работ.

Современная структура Противогодовой службы кардинально отличается от существовавшей ранее. На рис. 11 представлена общая схема работы восстановленной в 2015 г. Противогодовой службы в Кахетии.

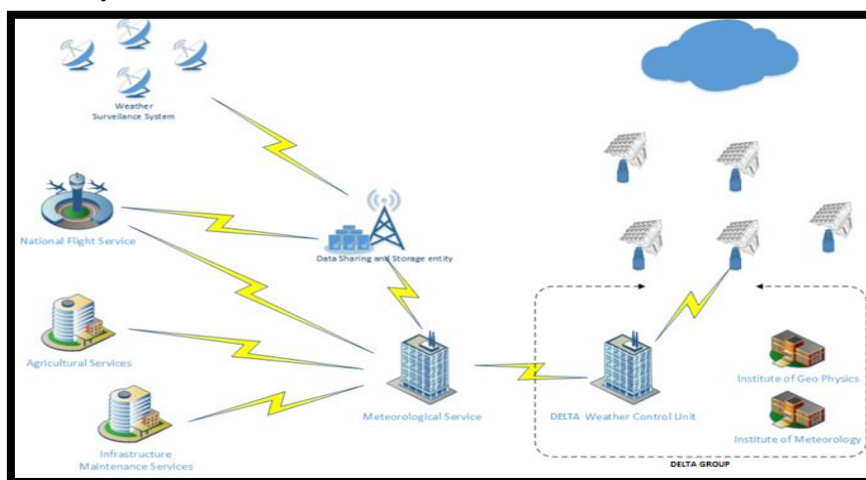


Рис. 11

Схема работы, восстановленной в 2015 г. Противогодовой службы в Кахетии.

Как следует из рис. 11, все операции по слежению за градовыми процессами и ракетного воздействия на них происходят дистанционно с командного пункта, расположенного в Тбилиси. На данном этапе для слежения за градовыми облаками используется один метеорологический радиолокатор Meteor 735CDP10 С-диапазона (5-см длина волны) фирмы Selex ES (Германия) [22, 23]. При предполагаемом расширении работ по активным воздействиям на атмосферные процессы, а также мониторингу опасных метеорологических явлений, предусмотрено приобретение еще нескольких современных метеорологических радиолокаторов, которые будут объединены в единый комплекс слежения за облаками и облачными системами (рис. 11).

Операции ракетного воздействия на градовые облака происходят более чем с 80 стационарных и двух мобильных пунктов воздействия. Используются противоградовые изделия SK-6 производства Македонии. Автоматические ракетные пусковые установки с дистанционным управлением спроектированы и изготовлены в научно-техническом центре «Дельта». Пока применяются 26-ствольные установки СД-26. При необходимости количество стволов и их калибр можно менять. На пунктах воздействия - стрелков нет. Зарядка установок противоградовыми ракетами производит специальная мобильная группа [22, 24, 25]. В ближайшем будущем предусмотрена организация производства противоградовых ракет в Грузии.

Командный пункт имеет постоянную связь с гидрометеорологической службой Грузии, министерством сельского хозяйства Грузии, Грузаэронавигацией, службами инфраструктуры и др. (рис. 12). Предусмотрена также организация «горячей» линии для средств массовой информации, заинтересованных организаций и отдельных лиц.

На рис. 12 представлена фотография группы по дистанционному слежению на компьютерных мониторах за радиолокационными характеристиками конвективных облаков и воздействию на градовые процессы в Кахетии. Как видно, современный командный пункт кардинально отличается от существовавшего ранее (рис. 6). Радиолокационный мониторинг градовых процессов, анализ метеорологической ситуации в районе воздействия по данным радиозондов [26], а также все другие работы по проведению операций по дистанционному воздействию на облака производит группа из 4 операторов (всего – 16 операторов на 4 группы).



Рис. 12

Оперативная группа по дистанционному слежению на компьютерных мониторах за радиолокационными характеристиками конвективных облаков и воздействию на градовые процессы в Кахетии.

В работе противоградовой службы предусмотрено участие научных организаций (Институт геофизики им. М. Нодиа, Гидрометеорологический институт и др.), которые должны осуществлять научно-методическое руководство работами, принимать участие в обучении персонала, проводить анализ полученных данных, совершенствовать существующие методики воздействия на атмосферные процессы и разрабатывать новые и др. [17]. На рис. 13 представлена фотография ведущих сотрудников Института геофизики им. М. Нодиа при проведении анализа данных одного из дней с воздействием на градовые процессы.

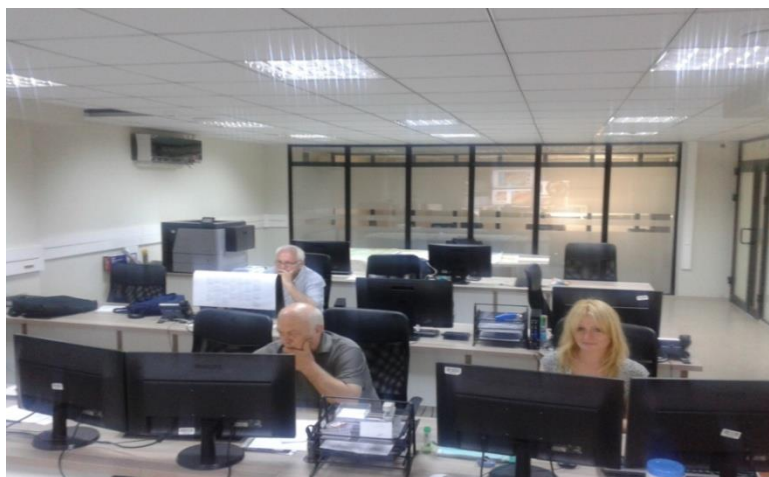


Рис. 13

Анализ данных о работе противоградовой службы после дня с воздействием (слева направо – А.Амиранашвили, В.Чихладзе, Х.Чаргазия).

В рамках соглашения между Тбилиским государственным университетом им. И.Джавахишвили и научно-техническим центром «Дельта» силами сотрудников Института геофизики им. М.Нодиа ТГУ и сотрудников центра в 2015-2016 гг. проведен специальный тренинг студентов указанного университета по вопросам активных воздействий на атмосферные процессы с целью подготовки молодых специалистов в этой области (рис. 14).

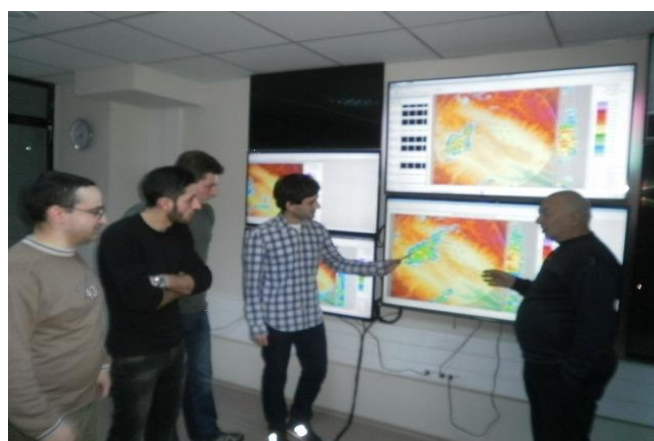


Рис. 14

В. Чихладзе (крайний справа) и М.Митин (крайний слева) во время трейнинга студентов Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили (слева направо – Г.Кураташвили, М.Небулишвили, Н.Вадачкория).

Следует отметить, что в составе сотрудников противоградовой службы находятся и бывшие работники этой организации, работавшие ранее в Кахетии и Южной Грузии. В частности, на рис. 15 представлены фотографии А. Бурнадзе и А. Церетели, которые имеют большой опыт работы в области активных воздействий на атмосферные процессы и метеорологическому обеспечению этих работ в Кахетии (рис. 5, 7).



Рис. 15

А. Бурнадзе (слева) и А. Церетели (справа) на командном пункте.

Восстановление Службы борьбы с градом в течение всего нескольких месяцев (сентябрь 2014 – май 2015 г.) было-бы невозможным без большой поддержки и помощи Правительства Грузии, а также интенсивной работы руководства научно-технического центра “Дельта”, его отдельных сотрудников, сотрудников Института геофизики им. М. Нодиа, а также вновь собранного персонала, являющегося симбиозом молодых специалистов и специалистов с большим стажем работ в области метеорологии и активных воздействий на атмосферные процессы. Авторы данной работы приносят всем сердечную благодарность. В настоящее время численность персонала Противоградовой службы Кахетии составляет около 30 человек (против 800 в бывшей Службе).



Рис. 16

Директор научно-технического центра “Дельта” У. Дзодзуашвили (второй справа) и начальник Противоградовой службы И.Саури (первый справа) принимают участие в работе группы по воздействию на градовые процессы. Лето 2015 года.

На рис. 16 представлена фотография директора научно-технического центра “Дельта” У. Дзодзуашвили и начальника Противогодовой службы И.Саури, которые часто принимают непосредственное участие в работе противогодовой службы.

Отметим, что в 2015 году было всего 36 дней с воздействием. Обработано 185 градоопасных и градовых зон. После возобновления противогодовых работ град выпал всего в 3 случаях. Несмотря на то, что в этом году работа Службы, главным образом, проходила в тестовом режиме, предварительный анализ показал успешность противогодовых мероприятий. Физическая эффективность противогодовых работ по результатам сопоставления реальных и ожидаемых дней с градом в указанном году составила около 92% [27]. Экономический эффект по данным о побитых градом территориях в 2015 году составил около 70% [28].

Литература

1. 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, 500 с.
2. Денис А. Изменение погоды человеком. Пер. с англ. под ред. Ю.С. Седунова. М.: Мир, 1983, 272 с.
3. Сулаквелидзе Г.К., Бибилашвили Н.Ш., Лапчева В.Ф. Образование осадков и воздействие на градовые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1965, 203 с.
4. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. Л.: Гидрометеиздат, 1967, 412 с.
5. Карцивадзе А.И. О механизме искусственного воздействия на градовые процессы. Гидромет. исслед. по физ. облак. и акт. возд. на погоду. М., 1967.
6. Бартишвили И.Г., Бартишвили Г.С., Гудушаури Ш.Л., Ломинадзе В.П. К вопросу комбинированного воздействия на теплую и переохлажденную часть облака с целью предотвращения града. Труды ЗаКНИГМИ, вып. 2, 1967, с. 7-22.
7. Вульфсон Н.И., Левин Л.М. Разрушение развивающихся кучевых облаков с помощью взрывов. Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, т. 8, № 2, 1972, с. 156-166.
8. Browning K. A., Foote G. V. Airflow and hail growth in supercell storms and some implications for hail suppression. Quart. J. Roy. Met. Soc., v. 102, 1976, p. 499-533.
9. Абшаев М.Т., Дадали Ю.А. Некоторые вопросы воздействия на градовые процессы. Труды ВГИ, 1973, вып. 22, с. 104-116.
10. Абшаев М.Т. Новый метод воздействия на градовые процессы. Труды Всес. конф. «Активные воздействия на гидрометпроцессы». Под ред. Седунова Ю.С., Киев, Л., Гидрометеиздат, 1990, с. 118-126.
11. Report of the Meeting of experts to review the present status of hail suppression. WMO. Weather Modification. Program. Nail Suppression Research. Nalchik, Russia, 2003, 140 p.
12. 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. Труды Всес. совещ. по АВ на градовые процессы, Тбилиси, 1964, с. 76-87.
13. Институт геофизики – 50 (под редакцией Б.К.Балавадзе). Тбилиси, Мецниереба, 1983, с. 94-116.
14. 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.
15. 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.

16. ცინცაძე თ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., სალუქვაძე მ. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრძოლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ISBN 978-9941-0-6156-1, თბილისი, 2013, 78 გვ.
17. 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.
18. 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.
19. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противоградовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, т. 64, Тбилиси, 2013, с. 151-159.
20. 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, 2015, с.113-120.
21. 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.
22. 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, p. 92-106.
23. 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., Хеташвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А. Радиолокационное обеспечение противоградовой службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.
24. 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. Характеристики наземных средств воздействия на градовые процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 39-52.
25. Абаиадзе О.А., Арвеладзе Л.В., Беракчян И.Ю., Дзаганашвили Д.Р., Кириа Дж.К., Манагадзе И.Б., Размашишвили 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.
26. <http://ready.arl.noaa.gov/READYcmet.php>
27. Бурнадзе А.С., Варамашвили Н.Д., Джамришвили Н.К., Квеселава Н.С. Об оценках физической эффективности противоградовой защиты. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 108-115.
28. Бурнадзе А.С., Варамашвили Н.Д., Квеселава Н.С. Основные методы оценки экономической эффективности противоградовых работ. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 116-122.

კახეთში სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების განახლება

ამირანაშვილი ა., ბურნაძე ა., დვალიშვილი კ., გელოვანი გ., ღლონტი ნ., ძოდუაშვილი უ., კაიშაური მ., კვესელავა ნ., ლომთაძე ჯ., ოსეფაშვილი ა., საური ი., თელია შ., ჩარგაზია ხ., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

მოყვანილია მონაცემები სეტყვასთან ბრძოლის ფიზიკური კონცეფციების და აგრეთვე ზოგიერთ მათგანზე დაფუძნებული სეტყვის ღრუბლებზე ზემოქმედების მეთოდების შესახებ. წარმოდგენილია ინფორმაცია ყოფილ საბჭოთა კავშირში და კერძოდ საქართველოში, სადაც წინა საუკუნის ოთხმოციან წლებამდე 1200 ათას ჰექტარამდე ფართობზე (მათ შორის დაახლოებით 800 ათასი ჰექტარი კახეთში) ტარდებოდა სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოები, სეტყვის საწინააღმდეგო დაცვის ტექნიკის და ტექნოლოგიების შესახებ. მოყვანილია საქართველოში (კახეთში) 25 წლიანი წყვეტის შემდეგ 2015 წელს აღდგენილი სეტყვის საწინააღმდეგო დაცვის თანამედროვე მეთოდოლოგიის შედარება ადრე არსებულთან. აღინიშნება კერძოდ, რომ სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების პროცესების ავტომატიზაციამ მოგვცა საშუალება მკვეთრად შეგვემცირებინა სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახურის პერსონალი - 800-დან 28 ერთეულამდე.

RENEWAL WORKS OF ANTI-HAIL SERVICE IN KAKHETI

Amiranashvili A., Burnadze A., Dvalishvili K., Gelovani G., Ghlonti N., Dzodzuashvili U., Kaishauri M., Kveselava N., Lomtadze J., Osepashvili A., Sauri I., Telia Sh., Chargazia Kh., Chikhladze V.

Abstract

The information about the physical concepts on the cope with the hail, and also methods of action on the hail clouds is given based on the concepts are given. Information about engineering and technology of anti-hail protection in the former Soviet Union, and in particular in Georgia, where the anti-hail works were conducted prior to the end of the 80-s of the past century over the total area of approximately 1200 thousand hectare (including - about 800 thousand hectare in Kakheti) is represented. The comparison of the contemporary methodology of anti-hail protection in Georgia (Kakheti), restored work makes in 2015 after 25 year interruption, with the one which existed in earlier years. In particular, it is noted that the automation of the processes of anti-hail works made it possible to sharply reduce personnel of anti-hail service - from 800 to 28 units.

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ РАБОТ ПО БОРЬБЕ С ГРАДОМ В КАХЕТИИ

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.

Реферат

Приводятся сведения о физических концепциях по борьбе с градом, а также основанных на некоторых из них методах воздействия на градовые облака. Представлена информация о технике и технологии противоградовой защиты в бывшем Советском Союзе, и в частности в Грузии, где противоградовые работы проводились до конца восьмидесятых годов прошлого столетия на общей площади около 1200 тысяч га (в том числе в Кахетии – около 800 тысяч га). Проведено сравнение современной методологии противоградовой защиты в Грузии (Кахетия), восстановленной после 25-летнего перерыва в 2015 году, с существовавшей ранее. В частности отмечается, что автоматизация процессов противоградовых работ позволила резко сократить персонал противоградовой службы – с 800 до 28 единиц.