

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КАХЕТИИ

¹Буачидзе Н.С., ¹Инцкирвели Л.Н., ²Киркитадзе Д.Д., ²Салуквадзе М.Т.,
¹Сурмава А.А., ³Цицкишвили М.С., ¹Шавлиашвили Л.У.

¹Институт гидрометеорологии Грузинского политехнического университета,
intskirvelebi2@yahoo.com

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

³Академия экологических наук Грузии, eco_marat@rambler.ru

Экологическая безопасность является важнейшим требованием к технологиям активных воздействий на атмосферные процессы. Учитывая это, в Кахетинском регионе, где с 1967 по 1989 гг. проводились производственные работы по борьбе с градом [1,2], при непосредственной поддержке руководителя Противогодовой службы А.И. Карцивадзе с участием Института геофизики АН Грузии и Тбилисского государственного университета постоянно проводился мониторинг содержания в воздухе, атмосферных осадках, почве и продуктах питания содержащихся в противогодовых изделиях свинца и йода (льдообразующий реагент на основе йодистого свинца) [3-6]. В частности, 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 PbI₂, 1985-1989 гг. – реагент, содержащий AgI) [7,8]. Анализ обширного количества данных о влиянии этих работ на экологическую ситуацию в Кахетии, проводился как при жизни А.И. Карцивадзе [3-6], так и после его кончины [9-15].

Было установлено, что в Кахетинском регионе эмиссия свинца автотранспортом почти в 10 раз превышала его выбросы противогодовыми ракетами с 1967 по 1984 гг. при производственных работах по активным воздействиям на градовые процессы [7]. Таким образом, эмиссия свинца в процессе этих работ не являлась преобладающей и при загрязнении атмосферного воздуха, осадков, поверхностных вод, почвы, пищевых продуктов растительного происхождения [3-6, 9-15].

Содержание свинца в атмосферном воздухе несколько росло после проведения активных воздействий на градовые процессы, но находилось в пределах допустимой нормы [9].

Содержание свинца в атмосферных осадках Восточной Грузии составляло 9 мкг/л (диапазон изменения от 0.0 до 37.0 мкг/л), а йода – 12.1 мкг/л (диапазон изменения от 2.1 до 34.0 мкг/л). В результате искусственного воздействия на облака содержание свинца в осадках увеличивалась по сравнению с фоновым, но ни средняя, ни одноразовая ее концентрация не превосходила допустимую санитарную норму.

Содержание свинца и йода в поверхностных водах Восточной Грузии практически не отличались от их концентрации в осадках других регионов Грузии.

В начале воздействия содержание свинца и йода в атмосферных осадках приблизительно такое же, как в дни с воздействием. В пробах, которые взяты после 15 минут после начала воздействия, концентрации свинца и йода максимальны и по сравнению с фоновыми значениями увеличены 2.5 раза. С увеличением времени от начала воздействия,

концентрация свинца и йода быстро падала и примерно через час приближалась к фоновым значениям, характерных для осадков из облаков, подвергнутых искусственному воздействию.

Содержание свинца в зерновых культурах исследуемого региона менялось от следа до 2.0 мкг/г, и в среднем было равно 0.4 мкг/г. Аналогичное содержание свинца характерно и для зерновых культур Западной Грузии. Таким образом, зерновые культуры по содержанию свинца не отличались от зерновых культур других регионов Грузии, и в них концентрация свинца не превышала допустимую норму.

В винах Восточной, как и в целом всей Грузии, концентрация свинца была низкая (в среднем – 3.6 мкг/л, диапазон изменения от 0.0 и 11.5 мкг/л). Причиной низкого содержания свинца в винах Грузии могло быть как низкое его содержание в винограде, так и способность свинца сорбироваться на органоминеральные ультрадисперсные частицы сула.

Равное содержание свинца в пищевых продуктах растительного происхождения в Восточной и остальной части Грузии является логичным. Концентрации технического свинца, которые попадали в почву региона каждый год в результате воздействия, представляли только 0.01 – 0.02 % от содержания свинца в 10 см слое почвы. Поэтому почвы Кахетии по содержанию свинца не отличались от почв других регионов Грузии. Содержание в них свинца составляло 19 мг/кг, что ниже допустимой нормы.

Содержание свинца и йода в 10 см поверхностном слое почв Восточной Грузии, если место взятия проб почвы находилось более чем в 30 – 50 м от автомагистрали, не отличалось от общего фонового значения для других регионов Грузии. Загрязнение свинцом было повышенным в поверхностном слое почв, которые удалены от автомагистралей не более, чем 30 метров и этим показателем не отличается от других регионов Грузии. Следует считать, что увеличение концентрации свинца в этих объектах не было связано с активным воздействием на облака. Содержание реагентов засева в пробах почвы, взятых на защищаемой территории и под зданиями, построенными до проведения активных воздействий, не выявило изменений.

Несмотря на это, в Кахетии, как и во всех противорадовых службах бывшего СССР, было решено отказаться от реагента на основе йодистого свинца, так как дополнительное к эмиссии свинца автотранспортом загрязнение окружающей среды было нежелательным. С 1985 по 1989 гг. в Кахетии в противорадовых ракетах “Алазани” применялся реагент AgI [8].

После прекращения работ по активным воздействиям на атмосферные процессы в Грузии неоднократно ставился вопрос о возобновлении этих работ [2]. Наконец, в 2014 г. Правительством Грузии было принято решение о возрождении работ по активным воздействиям на опасные гидрометеорологические процессы, и в первую очередь было решено восстановить противорадовую службу в Кахетии. После целого ряда научно-организационных и практических мероприятий [16,17] 28 мая 2015 года Противорадовая служба в Кахетии с учетом новых реалий (современная радиолокационная техника, автоматическая дистанционная система управления пуском ракет и др.) приступила к работе в тестовом режиме [18,19].

Необходимо отметить, что за прошедшие с момента прекращения работы Противорадовой службы в Кахетии, технологии противорадовой защиты, в том числе и средства воздействия, были существенно модернизированы. В частности, в противорадовых ракетах стали применяться реагенты с малым содержанием йодистого серебра с одновременным увеличением их эффективности, что значительно повысило их экологическую безопасность [20-23]. Так, используемая в настоящее время в Кахетии противорадовая ракета SK-6 производства Македонии по эффективности льдообразующего реагента в 4 раза превосходит применяемые ранее одноступенчатые и двухступенчатые ракеты “Алазани М”. Помимо этого, повысилась методология радиолокационной индикации градоопасности облаков, что позволило резко сократить количество подвергнутых воздействию градоопасных и градовых зон по сравнению с прежними годами [20-25]. То есть, современные методологии обнаружения объектов воздействия и средства воздействия позволяют существенно сократить количество противорадовых изделий при активных воздействиях на градовые процессы, что, в свою очередь, также меньше влияет на экологию окружающей среды.

В качестве вредных веществ, негативно влияющих на окружающую среду при использовании противорадовых ракет, следует отметить вещества 2-го класса опасности: йодистое серебро (AgI), йод и йодистую кислоту. При этом, основным загрязнителем следует считать AgI. Предельно допустимая концентрация (ПДК) этого вещества составляет: в

атмосферном воздухе – 0.5 мкг/м³; в воде открытых водоемов – 0.05 мг/л; в почве – 2.82 мг/кг [20,26,27].

Максимальную объемную концентрацию загрязняющего вещества K_A (мкг/м³), вносимого в атмосферу в день с активными воздействиями, при равномерном распределении этого вещества над территорией засева можно рассчитать по формуле [19,26,27]:

$$K_A = 10^6 \cdot M/S \cdot H = 10^3 \cdot M/S$$

где M общая масса загрязняющего вещества, выделяемого при максимальном расходе ракет за один день активного воздействия (г); S - площадь, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, включая территории защиты и предварительной защиты (м²); H - толщина слоя атмосферы, в котором производится распыление загрязняющих веществ, принятая равной 1000 м.

Расчет максимальной концентрации вещества K_B (мг/л), которое может накопиться на территории активных воздействий, в воде открытых водоемов за один сезон противорадовой защиты в предположении полного и равномерного осадения вносимого в атмосферу вещества на поверхность воды, можно произвести по формуле [20,27,28]:

$$K_B = M/S \cdot h_B = M/S$$

где M общая масса загрязняющего вещества, выделяемого при расходе ракет за один сезон активного воздействия (г); h_B - глубина водоема, принятая равной 1 м; S - площадь, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, включая территории защиты и предварительной защиты (м²).

Максимальную концентрацию вредного вещества (мг/кг), которое может накопиться в почве за один сезон противорадовой защиты, в предположении полного и равномерного осадения загрязняющих веществ на поверхность почвы, предлагается рассчитывать по формуле [20,27,28]:

$$K_{II} = M/\rho \cdot S \cdot h_{II} = 2.5 \cdot M/S$$

где M общая масса загрязняющего вещества, выделяемого при расходе ракет за один сезон активного воздействия (г); ρ - удельная плотность почвы, принятая равной 2 кг/дм³; h_{II} - глубина пахотного слоя земли, принятая равной 0.2 м, S - площадь, над которой осуществляется выброс веществ в атмосферу, включая территории защиты и предварительной защиты (м²).

В Кахетии (площадь защищаемой территории ЗТ в 2015 г. 650000 га или 6500000000 м²) предполагается в сезон использовать не более 5000 современных противорадовых изделий с реагентом йодистого серебра массой 50 г. в каждом изделии [22,23].

В таблице представлены расчетные значения максимально ожидаемых концентраций AgI в воздухе, воде водоемов и почве в районе противорадовых работ в Кахетии при годовом расходе ракет от 1000 до 10000 штук для площади 600 тыс. га (меньшей общей площади ЗТ с учетом исключения территорий у ее границ).

Как показывают расчеты, даже при гипотетическом расходе противорадовых ракет в сезон в количестве 10000 штук, содержание загрязняющих веществ в открытых водоемах максимально составит 0.0000833 мг/л (в 600 раз ниже ПДК = 0.05 мг/л), в почве - 0.000208 мг/кг (в 13500 ниже нормы = 2.82 мг/кг). Что касается атмосферного воздуха, то даже если все 10000 изделий использовать в один день, кратковременное загрязнение воздуха составит 0.083 мкг/м³ (в 6 раз ниже ПДК = 0.5 мкг/м³). Если предположить, что в почве и водоемах не будет происходить никакого распада и миграции йодистого серебра, для достижения уровня ПДК при годовом расходе ракет 10000 штук в этих средах соответственно понадобится 600 и более 13500 лет.

Расчетные значения максимально ожидаемых концентраций AgI в воздухе, воде водоемов и почве в Кахетии в районе противогорадовых работ.

К-во ракет в год, шт.	1000	2000	3000	4000	5000	10000
Общая масса реагента, кг	50	100	150	200	250	500
Площадь территории, тыс. га	600	600	600	600	600	600
Макс. конц. в день с возд. в воздухе при одновременном расходе годового количества ракет, мкг/м ³	0.008	0.017	0.025	0.033	0.042	0.083
Макс. конц. в сезон в воде водоемов, мг/л	$8.33 \cdot 10^{-6}$	$1.67 \cdot 10^{-5}$	$2.50 \cdot 10^{-5}$	$3.33 \cdot 10^{-5}$	$4.17 \cdot 10^{-5}$	$8.33 \cdot 10^{-5}$
Макс. конц. в сезон в почве, мг/кг	$2.08 \cdot 10^{-5}$	$4.17 \cdot 10^{-5}$	$6.25 \cdot 10^{-5}$	$8.33 \cdot 10^{-5}$	$1.04 \cdot 10^{-4}$	$2.08 \cdot 10^{-4}$
Превышение уровня ПДК над макс. ожд. конц. в воздухе	60	30	20	15	12	6
Срок накопления в воде открытых водоемов до уровня ПДК, тыс. лет	6	3	2	1.5	1.2	0.6
Срок накопления в почве до уровня ПДК, тыс. лет	135	68	45	34	27	13.5

Отметим также, что результаты расчетных и экспериментальных исследований загрязнения природной среды при проведении противогорадовой защиты со взятием проб в реперных точках на защищаемой и прилегающей территориях в районах многолетних противогорадовых работ как в советские времена (старая технология противогорадовой защиты), так и в последние годы (современная технология противогорадовой защиты) не показали сколько-либо заметного негативного влияния работ по борьбе с градом на окружающую среду [20, 27].

Тем не менее, по нашему мнению, несмотря на оптимистичные расчетные оценки экологической безопасности применяемого в противогорадовых изделиях реагента, необходим инструментальный контроль содержания йодистого серебра в атмосферном воздухе, открытых водоемах и почве как в районах проведения противогорадовой защиты, так и на прилегающих территориях. Такие работы уже ведутся в гидрометеорологическом институте Грузинского технического университета, который имеет достаточный потенциал для проведения соответствующего химического анализа, а также квалифицированный персонал, обладающий большим опытом работы в области контроля загрязнения окружающей среды [29- 36]. Считаем необходимым продолжить этот экологический мониторинг и накопить данные, которые безусловно будут иметь большое практическое значение.

Литература

1. Институт геофизики – 50 (под редакцией Б.К.Балавадзе). Тбилиси, «Мецниереба», 1983, с. 94-116.
2. 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.
3. Абесалашвили Л.Ш., Карцивадзе А.И., Карсанидзе И. К., Супаташвили Г.Д. Исследование химического состава атмосферных осадков в районе активного воздействия на облака. Тр. Института геофизики АН ГССР, т. 28, Тбилиси, «Мецниереба», 1972, с. 125-130.

4. Супаташвили Г.Д., Карцивадзе А.И., Абесалашвили Л.Ш., Карсанидзе И. К. Микроэлементы в атмосферных осадках Алазанской долины. Сообщения АН ГССР, 66, N1, Тбилиси, «Мецниереба», 1972, с.121-124.
5. Карцивадзе А.И., Супаташвили Г.Д., Асамбадзе Г.Д., Гурджия Ж.Г., Абесалашвили Л.Ш. Содержание свинца в пищевых продуктах растительного происхождения в районах активного воздействия на облака, Сообщ. АН ГССР, 117, № 3, Тбилиси, «Мецниереба», 1985.
6. Абесалашвили Л.Ш., Супаташвили Г.Д., Карцивадзе А.И. Микрохимический состав атмосферных осадков Алазанской долины. Тр. Тбилисского Государственного Университета, т. 287, Химия, Тбилиси, 1989.
7. სეტყვა და მასთან ბრძოლა. ჰიდრომეტეოროლოგებზე აქტიური ზემოქმედების სამსახურის 1967-1989 წწ. მუშაობის ძირითადი შედეგები. თბილისი, 1990, 15 გვ.
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. Нодия, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбზ კ ბ ც ბ, 2015, с. 77-100.
9. ახესალაშვილი ლ., ამირანაშვილი ა., სუპატაშვილი გ. ატმოსფეროს აეროზოლებში ზოგიერთი მიკროელემენტების შემცველობა კახეთის რეგიონისათვის. მასალების კრებული, თსუ-ს გეოგრაფია-გეოლოგიის ფაკულტეტის დაარსების 60 წლისთავისადმი მიძღვნილი მეოთხე რესპ. კონფ., თბილისი, 27–28 ოქტომბერი, 1994, თბილისი, 1994, გვ. 93–94.
10. Abesalashvili L.Sh., Amiranashvili A.G., Supatashvili G.D. Results of rain chemical content investigation in Alazani Valley, Proc. 12th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Zurich, Switzerland, August 19-23, vol. 2, 1996, pp. 1066-1069.
11. Салуквадзе М.Т., Абесалашвили Л.Ш., Салуквадзе Т.Г. Химический состав атмосферных осадков из облаков различных синоптических ситуаций, подвергнутых и не подвергнутых искусственному воздействию. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодия, ISSN 1512 – 1135, т. LVIII, Тбилиси, 2004, с. 146 – 150.
12. Салуквадзе М.Т. Исследование влияния метеорологических, антропогенных и терригенных факторов на химический состав атмосферных осадков Восточной Грузии. Автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Институт геофизики им. М. Нодия, Тбилиси, 2006, 49 с.
13. Salukvadze M., Khelaia E., Salukvadze T. Weather Modification and Ecological Problems, Journal of Georgian Geophysical Society. Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, ISSN 1512-1127, vol. 12B, Tbilisi, 2008, pp. 49 – 52.
14. სალუქვაძე მ., სალუქვაძე თ. ატმოსფერულ ნალექებში ტყვიისა და იოდის კონცენტრაციების დამოკიდებულება გროვა საწვიმარ ღრუბლებზე ზემოქმედების დაწყების მომენტიდან გასულ დროზე. “მეტეოროლოგიის პრობლემები”, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-0902, ტ. 114, თბილისი, 2010, გვ. 76-79.
15. სალუქვაძე მ., სალუქვაძე თ. შიდამასიური განვითარების ერთუჯრედიანი ღრუბლებიდან მოსულ ნალექებში და მიწისპირა აეროზოლებში Pb-ის, I-ისა და Cu-ის შემცველობის დამოკიდებულება ამ ღრუბლებში შეტანილი ტყვიის იოდის რაოდენობაზე. “მეტეოროლოგიის პრობლემები”, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-0902, ტ. 114, თბილისი, 2010, გვ. 80-84.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
 19. 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.
 20. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противорадовых работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Нальчик, «Печатный двор», 2014, 500 с.
 21. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противорадовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, том. 64, Тбилиси, 2013, с. 151-159.
 22. 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.
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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 противорадовой службы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 66, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2016, с. 28-38.
 26. Безопасные уровни содержания вредных веществ в окружающей среде. Издательство НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Т. Сысина, АМН СССР, Свердловск, 1990.
 27. Малкарова А.М. Влияние противорадовых работ на экологию защищаемых территорий. Геоэкология, №3, 2008, с.115-122.
 28. Ракеты противорадовые. Методика оценки экологической чистоты. 000Д2. ВНИИП, «Дарг», 1996, 39 с.
 29. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Kharchilava J.F., Buachidze N.S., Intskirveli L.N. Variations of the Weight Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi in 1981-2003. Proc. 16th Int. Conf. on Nucleation & Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July 2004, pp. 678-681.
 30. ამინდორაშვილი ა., ბუდაღაშვილი ა., რობიტაშვილი გ., ინჭკირველი ლ., კუჭავა გ., ჟურული მ., სააკაძე ვ. ატმოსფერული ჰაერის სანიტარული მდგომარეობა საქართველოში – საქართველოს გარემოს ჰიგიენის ეროვნული პროგრამა. I ეროვნული კონფერენცია. საქ. შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო; ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის შრომათა კრებული, თბილისი, 28 მარტი, 2001, გვ. 107-129.
 31. ინჭკირველი ლ., კუჭავა გ., ჩაჩიბაია გ., მეფარიშვილი მ. დასავლეთ საქართველოს რეგიონში ზედაპირული წყლების ძირითადი გამაჭუჭყიანებლების თვისობრივი და რაოდენობრივი შეფასება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.104, თბილისი, 2001, გვ.174-179.

32. ინწკირველი ლ., კუჭავა გ., ჩხიკვაძე ლ. დასავლეთ საქართველოს მსხვილ სამრეწველო ცენტრებსა და მათ შემოგარენში ნიადაგის მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანების განსაზღვრა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. ტ.104, თბილისი, 2001, გვ. 180-189.
33. ბეგალიშვილი ნ., ინწკირველი ლ., ლაზრივეი გ., რობიტაშვილი გ., სურმავა ა., რუხაძე ი., იმნაძე თ. გარემოს დაჭუჭყიანების ჰიდრომეტეოროლოგიური რისკ-ფაქტორების შეფასება ტოქსიკურ ნაერთთა გავრცელების მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. ტ.108, თბილისი, 2002, გვ.151-164.
34. ბუაჩიძე ნ., ინწკირველი ლ., კუჭავა გ., მჭედლიშვილი მ. მდინარე მტკვრის ქიმიურ-ეკოლოგიური გამოკვლევა: არაორგანულ და მახინძურებელ ნივთიერებათა განსაზღვრა (თბილისის ფარგლებში). სოროსის საგანმანათლებლო ჟურნალი № 1, «ეკოლოგია», თბილისი, 2003, გვ. 33-43.
35. ბუაჩიძე ნ., ინწკირველი ლ., კუჭავა გ., შავლიაშვილი ლ. მდინარე მტკვრის წყლის ხარისხის განმსაზღვრელი კომპონენტების შემცველობის ცვლილება საქართველოს ტერიტორიაზე. ბაქოს მეათე საერთაშორისო კონფერენციის “ენერჯია, ეკოლოგია, ეკონომიკა” შრომები, ბაქო, 2009, გვ. 348-352.
36. ინწკირველი ლ., ბუაჩიძე ნ., არაბიძე მ., კუჭავა გ., ბაქრაძე ე., დვალიშვილი ნ., ტაბატაძე მ. მდინარე მტკვრის აუზის წყლების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები “ჰიდრომეტეოროლოგიის და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები”, სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მასალები, ტ.117, თბილისი, 2011, გვ. 128-130.

კახეთში სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების ზოგიერთი ეკოლოგიური ასპექტები

ბუაჩიძე ნ., ინწკირველი ლ., კირკიტაძე დ., სალუქვაძე მ., სურმავა ა.,
ციციშვილი მ., შავლიაშვილი ლ.

რეზიუმე

განიხილება კახეთში სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების შედეგად შესაძლო ნეგატიური ეკოლოგიური შედეგების საკითხი. ნაჩვენებია, რომ ამ მიზნით მომავალში სეტყვასაწინააღმდეგო ნაკეთობების სავარაუდო რაოდენობის გამოყენებისას იოდოვანი ვერცხლით გარემოს დაბინძურების საშიშ დონეს არ უნდა მოველოდეთ. მიუხედავად სეტყვასაწინააღმდეგო ნაკეთობებში გამოყენებული რეაგენტის ეკოლოგიური უსაფრთხოების ოპტიმისტური შეფასებისა, ნავარაუდევია როგორც სეტყვასაწინააღმდეგო სამუშაოების ჩატარების რაიონებში, ასევე მიმდებარე ტერიტორიებზე ატმოსფერულ ჰაერში, ღია წყალსაცავებში და ნიადაგში იოდოვანი ვერცხლის შემცველობის რეგულარული ინსტრუმენტული კონტროლი.

SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF ACTIVE ACTIONS ON THE HAIL PROCESSES IN KAKHETI

Buachidze N., Intskirveli L., Kirkitadze D., Salukvadze M., Surmava A., Tsitskishvili M., Shavliashvili L.

Abstract

The issue of possible negative ecological consequences of active actions on the hail processes in Kakheti is reviewed. It is shown that in future any dangerous level of environment pollution by iodide silver during utilization of certain quantity of anti-hail rockets is not expected. Nevertheless, in spite of the optimistic calculated estimations of ecological safety of the reagent used in the anti-hail rockets, it is proposed to carry out the regular instrument control of the content of iodide silver in atmospheric air, open reservoirs and soil both in the regions of conducting anti-hail protection and in the adjacent territories.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В КАХЕТИИ

Буачидзе Н.С., Инцкирвели Л.Н., Киркитадзе Д.Д., Салуквадзе М.Т., Сурмава А.А., Цицкишвили М.С., Шавлиашвили Л.У.

Реферат

Рассматривается вопрос возможных негативных экологических последствий активных воздействий на градовые процессы в Кахетии. Показано, что при предполагаемом в будущем количестве используемых для этих целей противоградовых изделий опасного уровня загрязнения внешней среды йодистым серебром ожидать не следует. Тем не менее, несмотря на оптимистичные расчетные оценки экологической безопасности применяемого в противоградовых изделиях реагента, предлагается проводить регулярный инструментальный контроль содержания йодистого серебра в атмосферном воздухе, открытых водоемах и почве как в районах проведения противоградовой защиты, так и на прилегающих территориях.