

## **Распределение плотностей вероятностей значений радиолокационных и аэрологических параметров, подвергнутых и не подвергнутых воздействию конвективных облаков различных синоптических ситуаций**

**Т.Г. Салуквадзе, Э.И. Хелая**

Искусственное воздействие на конвективные облака, с целью регу-лирования протекающих в них процессов, давно стало предметом практического применения. Однако применяемые, как у нас, так и за рубежом, практические методы воздействия на облака не отличаются высокой эффективностью и надежностью.

В разработке новых, а также в усовершенствовании существующих методов воздействия на погоду, значительный вклад может внести знание реакции конвективного облака на внесение в них кристаллизующего реагента.

Многолетний опыт борьбы с градом в нашей стране и накопленный экспериментальный материал радиолокационного наблюдения за конвективными облаками с соответствующей метеорологической, аэрологической, синоп-тической и др. информацией, позволяет проанализировать ранее проведенные практические работы, и выявить причины методологического характера, видимо, нередко приводящие к отрицательным результатам.

В настоящей работе делается попытка проанализировать имеющийся у нас материал и показать какие облака, связанные с различными атмосферными процессами, лучше поддаются искусственному воздействию методами, разработанным у нас в Грузии.

С этой целью были проанализированы данные радиолокационных наблюдений за внутримассовыми и фронтальными облаками, как естественного развития, так и подвергнутых воздействию. Изучались плотности распределения статистических вероятностей известных радиолокационных параметров [ 1.2].

В анализ включены такие случаи, когда имелись:

- данные радиолокационных наблюдений за конвективными облаками в течение длительного времени (для облаков, подвергнутых воздействию, не менее 15 - 20 мин. до начала воздействия, и столько же после его окончания. А для неподвергнутых воздействию облаков - не менее 25 - 30 мин. до достижения параметром своего максимума, и столько же после него.);

- информация о виде осадков, выпавших из данного облака;

- информация о синоптической ситуации, в которой проходили развитие и диссипация данного облака.

На данном этапе исследования мы ограничились 171 случаем наблюдения за облаками естественного развития, из которых 57 относятся к одноячейковым облакам внутримассового процесса, 71 - к многоячейковым и 43 - суперячейковым облакам фронтального процесса.

Среди подвергнутых воздействию облаков, общее число которого составляет 217, 84 относятся к одноячейковым облакам внутримассового процесса, 83 и 50 к фронтальным многоячейковым и суперячейковым облакам соответственно.

Для всех случаев были исследованы плотности распределения статистических вероятностей радиолокационных параметров, используемых в практических работах по активным воздействиям на градовые процессы. Результаты исследований для одноячейковых облаков внутримассового процесса приведенным на рис. 1. Для облаков, связанных с фронтальными процессами, графики аналогичны приведенным на рис.1, поэтому приводить их здесь не сочли необходимым. Об основном отличии между распределениями плотностей статистических вероятностей облаков внутримассовых и фронтальных процессов будет сказано ниже.

Из приведенных здесь графиков видно, что распределения плотностей статистических вероятностей всех радиолокационных параметров подчиняются почти нормальному закону и характеризуются слабой асимметрией. Поэтому на данном этапе исследования будем анализировать экстремальные и модальные значения параметров. Эти данные приведены в таблице 1 для всех групп подвергнутых и неподвергнутых воздействию облаков.

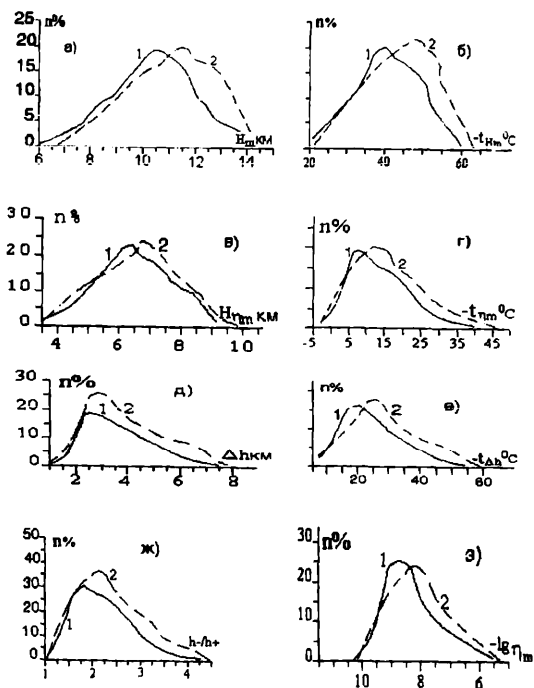


Рис. 1. Плотности распределения статистических вероятностей значений радиолокационных и аэрологических параметров: а)  $H_m$ ; б)  $-t_{H_m}$ ; в)  $H_{nm}$ ; г)  $-t_{nm}$ ; д)  $\Delta h$ ; е)  $-t_{\Delta h}$ ; ж)  $h/h_+$  и з)  $lg \eta_m$  облаков внутримассовых процессов неподвергнутых(1) и подвергнутых воздействию(2).

Таблица 1.  
 модальные и экстремальные значения радиолокационных и аэрологических  
 параметров внутримассовых и фронтальных облаков, подвергнутых и  
 неподвергнутых воздействию.

Облака		внутримассовые одноточечные		Фронтальные				
				многоклеточные		суперклеточные		
воздействие		не было	было	не было	было	не было	было	
Радиолокационные и аэрологические параметры	$H_m$ км	min.	6.1	6.6	6.3	6.3	6.0	6.4
		max.	14.5	14.7	14.5	14.4	14.6	14.9
		мода	10.5	11.6	11.4	12.0	11.5	12.1
	$t_{Hm}$ °C	min.	-60.4	-62.4	-61.0	-63.4	-61.3	-64.3
		max.	-21.0	-22.0	-20.0	-21.0	-22.2	-24.1
		мода	-39.9	-51.0	-40.0	-50.4	-41.2	-51.0
	$H_{\eta m}$ км	min.	3.5	3.5	3.4	3.6	3.7	3.6
		max.	9.2	9.8	9.0	9.3	9.4	9.9
		мода	6.4	7.3	6.6	7.4	6.6	7.4
	$t_{\eta m}$ °C	min.	-38.0	-46.0	-37.8	-44.9	-38.8	-46.1
		max.	+3.0	+2.9	+2.0	+1.0	0.0	-0.6
		мода	-8.6	-15.0	-9.0	-17.1	-9.2	-18.0
	$\Delta h$ км	min.	1.1	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1
		max.	7.4	7.8	7.5	7.7	7.5	7.8
		мода	2.8	3.2	2.8	3.1	2.9	3.1
	$t_{\Delta h}$ °C	min.	-54.0	-58.1	-53.0	-52.6	-54.1	-54.4
		max.	-7.0	-7.1	-7.4	-7.3	-8.1	-7.9
		мода	-21.0	28.6	-22.0	-39.8	-22.2	-29.8
	$h/h_+$	min.	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
		max.	4.3	4.4	4.2	4.4	4.6	4.5
		мода	1.8	2.1	2.0	2.2	2.0	2.1
	$lg \eta_m$	min.	$7.0 \cdot 10^{-11}$	$6.3 \cdot 10^{-11}$	$6.2 \cdot 10^{-11}$	$4.9 \cdot 10^{-11}$	$5.6 \cdot 10^{-11}$	$5.2 \cdot 10^{-11}$
		max.	$2.5 \cdot 10^{-6}$	$5.0 \cdot 10^{-6}$	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$5.8 \cdot 10^{-6}$	$7.9 \cdot 10^{-6}$	$6.6 \cdot 10^{-6}$
		мода	$3.2 \cdot 10^{-9}$	$1.2 \cdot 10^{-8}$	$5.0 \cdot 10^{-9}$	$5.6 \cdot 10^{-9}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$7.9 \cdot 10^{-9}$

Анализ данных, приведенных в табл.1 показывает, что для всех типов облаков внесение в них аэрозоля кристаллизующего реагента, проявляется в увеличении в разной степени модальных значений радиолокационных и аэрологических параметров. Выше сказанное изменение параметров хорошо прослеживается на примере т.н. геометрических параметров:  $H_m$ ;  $H_{nm}$ ;  $\Delta h$  и  $h/h_+$ . Так например, прирост значения радиолокационного параметра  $h/h_+$  для облаков внутримассового процесса вследствие воздействия составляет около 17% по сравнению с облаками такого же процесса, но без воздействия (см. табл. 2). Для облаков фронтального процесса этот прирост лежит в пределах 5 - 10 %.

Для остальных, приведенных в таблице 2 радиолокационных параметров, средний прирост их значений лежит в пределах 5 - 15 %.

Следует отметить, что, как правило, прирост значений радиолокационных параметров облаков внутримассовых процессов всегда больше, чем аналогичная величина для облаков фронтальных процессов.

Если принять во внимание, что более 2/3 всех неудачных опытов (т.е. когда подавление града не удавалось) приходится именно на облаках фронтальных процессов, можно заключить - чем удачнее опыт по подавлению града (например в случае внутримассового процесса), тем больше прирост значений радиолокационных параметров.

Прирост в %% значении некоторых радиолокационных параметров, подвергнутых воздействию облаков внутримассовых и фронтальных процессов по сравнению с неподвергнутыми воздействию облаками

Таблица 2.

радиолокационные параметры	внутримассовые одноячейковые облака	Фронтальные облака	
		многоячейковые	суперячейковые
$H_m$	10.5	5.3	5.2
$H_{nm}$	14.1	12.1	12.1
$\Delta h$	14.3	10.7	5.9
$h/h_+$	16.7	10.0	5.0

Такой вывод позволяет думать, что для надежной оценки физического эффекта воздействия на конвективные облака кристаллизующими реагентами может быть использован факт увеличения значений радиолокационных параметров после проведения воздействия.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.М. Боровиков, Р.И. Дореули и др. - Радиолокационные характеристики градовых облаков - "Физика облаков", Труды Института геофизики Академии Наук Грузии, т. XXV, No.1, 1967.
2. A.I.Kartsivadze and T.G.Salukvadze - Radar Characteristics of Cumulinimbus Clouds diuring their nature development and artificial Siiding - Proc.Conf.on Weather Modification, Tashkent,1973.WMO-N.399,1973, 465-472.

**ხედასხვა სინოპტიკური სიგუაციის და ზემოქმედებაქმნილი და არაზემოქმედებაქმნილი კონვექციური ღრუბლების რადიოლოკაციური და აეროლოგიური პარამეტრების მნიშვნელობების ალბათობათა სიმკვრივეების განაწილებები**

თ. სალუქვაძე, ე. ხელაია

**რეზიუმე**

ხელოვნური ზემოქმედების ფიზიკური ეფექტის გამოვლენის მიზნით გაანალიზებულია ალბოსაველეთ საქართველოს ალაზნის ველზე შიდამასიურ და ფრონტალურ ღრუბლებზე რადიოლოკაციური დაკვირვებების მასალები. შესწავლილია ზემოქმედებაქმნილი და არაზემოქმედებაქმნილი კონვექციური ღრუბლების რადიოლოკაციური და აეროლოგიური პარამეტრების მნიშვნელობების ალბათობათა სიმკვრივეების განაწილებები. ყველა ტიპის ღრუბლებისათვის აგებულია შესაბამისი გრაფიკები, მოყვანილია პარამეტრების მოდალური და ექსტრემალური მნიშვნელობები. მიღებული შედეგების ანალიზი უჩვენებს, რომ ღრუბლებში მაკრისგალიზებული ნივთიერების აეროზოლის შეგანა იწვევს პარამეტრების მოდალური მნიშვნელობების საშუალოდ 5 - 10 %-ით ზრდას. აღნიშნულია, რომ პარამეტრების მნიშვნელობათა ნამრდი შიდამასიური ღრუბლებისათვის უფრო დიდია, ვიდრე ფრონტალური ღრუბლებისათვის.

**Distribution of density of probabilities of radar and aerological parameters values of seeding and not seeding convective clouds, of various synoptical situations**

**T.G. Salukvadze, E.I. Khelaya**

**Abstract**

With the purpose of revealing efficiency of artificial influence on convective clouds the data of radar observation on air-mass and frontal clouds are analysed which were received in the Alazani Valley of East Georgia. The density of distribution of importance of statistical probabilities of eight radar and aerologic parameters of convective clouds both natural development, and subjected to influence were studied.

The appropriate diagrams are constructed, the modal and extreme importance of all parameters of air-mass and frontal clouds subjected and not subjected to influence are given. The analysis of the received results shows, that the entering ice-forming aerosol of a reagent causes increase of modal importance of parameters on the average on 5 - 10 %. It is marked, that the gain of importance of parameters of clouds of air-mass processes always is more, than similar size for frontal clouds.