Известия АН Армянской ССР. Науки о Земле, 1, 88—96, 1972

УДК 551.589

А. О. АРУТЮНЯН

О ТУМАНАХ НА ТЕРРИТОРИЯХ АЭРОДРОМОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Исследование вопросов климатологии и аэро-синоптических условий образования туманов на территориях аэродромов Армянской ССР имеет большое научное и прикладное значение. Вследствие сильной изрезанности горного рельефа железнодорожная сеть в республике развита недостаточно, шоссейные же дороги, проходящие по высокогорным районам, значительно удлиняют путь. По причине сказанного выше, авиация является самым удобным, а иногда и единственным видом транспорта. Если учесть, что по аэродромам местных воздушных линий Армянской ССР летают мелкомоторные поршневые самолеты, полет которых в условиях сильно изрезанной территории в значительной степени зависит от горизонтальной видимости, то станет очевидным важность изучения туманов, особенно на аэродромах.

Статистический анализ материалов наблюдений за 15 лет (1951—1965 гг.) показывает, что туманы на территориях аэродромов Армянской ССР в основном образуются в холодный период года (табл. 1).

Таблица 1

Среднее месячное число дней с туманом по аэродромам Армянской ССР

Станции (аэродромы)	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Горис	9,4	12,6	17,7	18,6	9,9	5,8	4,7	4,8	11,0	14,0	14,8	8,6	131,9
Берд	7,2	5,7	8,0	7,6	2,5	1,3	0,3	0,5	2,2	3,2	7,2	7,5	53,3
Ленинакан	12,1	10,5	5,0	0,3	0,1	0,1	—	—	—	0,7	3,1	10,0	42,0
Ереван	12,5	6,3	2,8	0,3	—	—	—	—	—	0,8	4,5	13,8	41,1
Степанаван	2,5	2,3	2,7	2,7	0,8	1,1	0,3	0,2	1,2	2,6	4,6	3,5	24,6
Сисиан	1,1	0,9	1,5	1,1	0,3	0,1	—	0,1	0,5	1,2	2,3	2,2	11,2
Камо	1,9	2,6	0,9	0,8	—	—	—	—	0,1	0,1	0,6	2,6	9,5
Кафан	1,5	1,2	1,5	0,3	0,3	—	—	—	0,3	0,5	1,2	2,1	9,1
Кировакан	0,5	0,7	1,0	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,2	1,2	2,1	0,9	8,6
Ехегнадзор	2,5	2,1	0,8	—	—	—	—	—	—	—	0,5	2,8	8,6
Джермук	1,1	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	—	—	0,1	3,3	1,6	1,3	7,5
Варденис	1,1	2,0	1,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—	1,1	6,1
Мартуни	0,9	1,8	1,3	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,8	5,3

Анализ материалов, содержащихся в табл. 1, приводит к выводу, что туманы по аэродромам распределяются очень неравномерно. Так, например, по аэродрому местной воздушной линии Мартуни среднее годовое число дней с туманами составляет 5,3, Кафан—9,1, Горис—131,9.

Последние две станции находятся друг от друга всего на расстоянии 36 *км*.

Такая неравномерность в распределении туманов, в основном, объясняется условиями рельефа. На тех аэродромах (Мартуни, Варденис. Камо, Джермук, Ехегнадзор, Сисиан, Кировакан), где рельеф местности способствует образованию нисходящих потоков воздуха, повторяемость туманов уменьшается.

По этой причине на некоторых аэродромах в переходный период года туманов почти не бывает. На аэродромах, расположенных на наветренных склонах хребтов, т. е., где рельеф местности способствует образованию восходящих потоков воздуха, повторяемость туманов резко возрастает, особенно в переходные сезоны года (Горис, Берд).

Следует однако отметить, что наличие только восходящих потоков недостаточно для образования туманов на склонах гор. В процессе образования туманов исключительное значение имеет также наличие необходимой влажности воздуха. Для подтверждения сказанного обратимся к данным по аэродрому Горис. Статистический анализ материалов показывает, что 84,2% всех туманов имело место при наличии облачности нижнего яруса. Из числа рассмотренных 986 случаев туманов, 291 или около 30% образовались после выпадения осадков, а 318 или 32,2%—в период выпадения осадков.

По метеорологическим условиям образования туманов аэродромы Армянской ССР можно подразделить на следующие группы:

I. Аэродромы Араратской равнины и Ширака. Здесь туманы образуются только в холодный период года. Среднее годовое число дней с туманами составляет 41,0 (Ереванский аэродром)—42,0 (Ленинаканский аэродром). Подавляющая часть туманов образуется при отрицательной температуре воздуха. В годы с продолжительными морозами повторяемость туманов увеличивается, особенно в условиях антициклонической циркуляции.

II. Аэродромы Севанского бассейна. Здесь тоже туманы образуются в холодный период года, однако повторяемость их небольшая. Среднее годовое число дней с туманами составляет: по аэродрому Варденис—6,1, Мартуни—5,3, Камо—9,5.

III. Аэродромы Ехегнадзор, Джермук, Сисиан и Кафан. Эта группа очень сходна с первой. Разница только в их повторяемости. Летом здесь туманов почти не бывает. Преобладающая часть туманов образуется при отрицательной температуре воздуха, за исключением Кафанского аэродрома. Среднее годовое число туманов небольшое и составляет: по аэродрому Кафан—9,1, по Сисиану—11,2, Джермуку—7,5, Ехегнадзору—8,6.

IV. Аэродромы Горис, Берд, Степанаван и Кировакан. Здесь туманы образуются во все месяцы года. Подавляющая часть образуется при положительной температуре воздуха, что является следствием большой относительной влажности воздуха. Эту группу аэродромов можно подразделить на 2 подгруппы:

а) Аэродромы Горис и Берд, где повторяемость туманов большая. Среднее годовое число дней составляет: Горис—131,9, Берд—53,3. Подавляющая часть туманов образуется до и после выпадения осадков. За период 1952—1954 гг. и 1959—1960 гг. на аэродромах Горис и Берд в одни и те же дни туманы наблюдались 221 раз.

б) Аэродромы Кировакан и Степанаван, где повторяемость туманов небольшая. Среднее годовое число дней составляет: Степанаван—24,6, Кировакан—8,6.

Приведенные данные показывают, что наибольшая повторяемость туманов наблюдается на аэродромах Горис и Берд. Это объясняется тем, что теплые и влажные воздушные массы, идущие со стороны Каспийского моря, вблизи восточной границы республики подвергаются усиленному динамическому подъему, в результате которого приближаются к состоянию насыщения. Наличие такого воздуха и способствует увеличению повторяемости туманов.

Учитывая, что Ереванский аэродром является базовым, остановимся более подробно на условиях образования туманов на этом аэродроме.

Средняя годовая повторяемость туманов по разным их видам приведена в табл. 2.

Таблица 2

Средняя годовая повторяемость (число случаев) туманов по видам

Адвективный	Адвективно-радиационный	Радиационный	Городской	Фронтальный	Всего
6,2	2,6	11,5	14,2	13,2	47,7

Анализ материалов табл. 2 показывает, что на территории Ереванского аэродрома наибольшую повторяемость по отдельным видам имеют городские туманы. Для определения вида тумана учитывался ряд факторов, а именно: значения метеорологических элементов и их изменения, состояние неба, синоптическое положение, погода соседних станций и т. д.

Для выделения городских туманов из числа других (особенно радиационных и адвективно-радиационных) были сопоставлены метеорологические данные Ереванской АМСГ, ГМС Арташат и Октемберян, а также Ереванской городской метеорологической станции (табл. 3, 4).

Таблица 3

Средняя годовая повторяемость (число дней) туманов по месяцам

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Октемберян, ГМС	6,6	1,8	0,8	0,1						0,1	0,3	3,9	11,7
Арташат, ГМС	7,8	1,8	0,9	0,1						0,1	1,5	5,3	17,6
Ереван, АМСГ	12,5	6,3	2,8	0,3						0,8	4,5	13,8	41,1

Как видно из данных табл. 3, повторяемость туманов Ереванской АМСГ (аэродрома) в 2,3 и 3,5 раза больше, чем на ГМС Арташат и Ок-

темберян соответственно, несмотря на то, что эти три станции находятся примерно в одинаковых географических условиях. Ереванская городская станция находится на расстоянии 10 *км* от Ереванской АМСГ, в районе парка Победы, однако повторяемость туманов Ереванской АМСГ в 2 раза больше, чем на Ереванской городской станции (табл. 4).

Таблица 4

Средняя годовая повторяемость (число дней) туманов по месяцам*

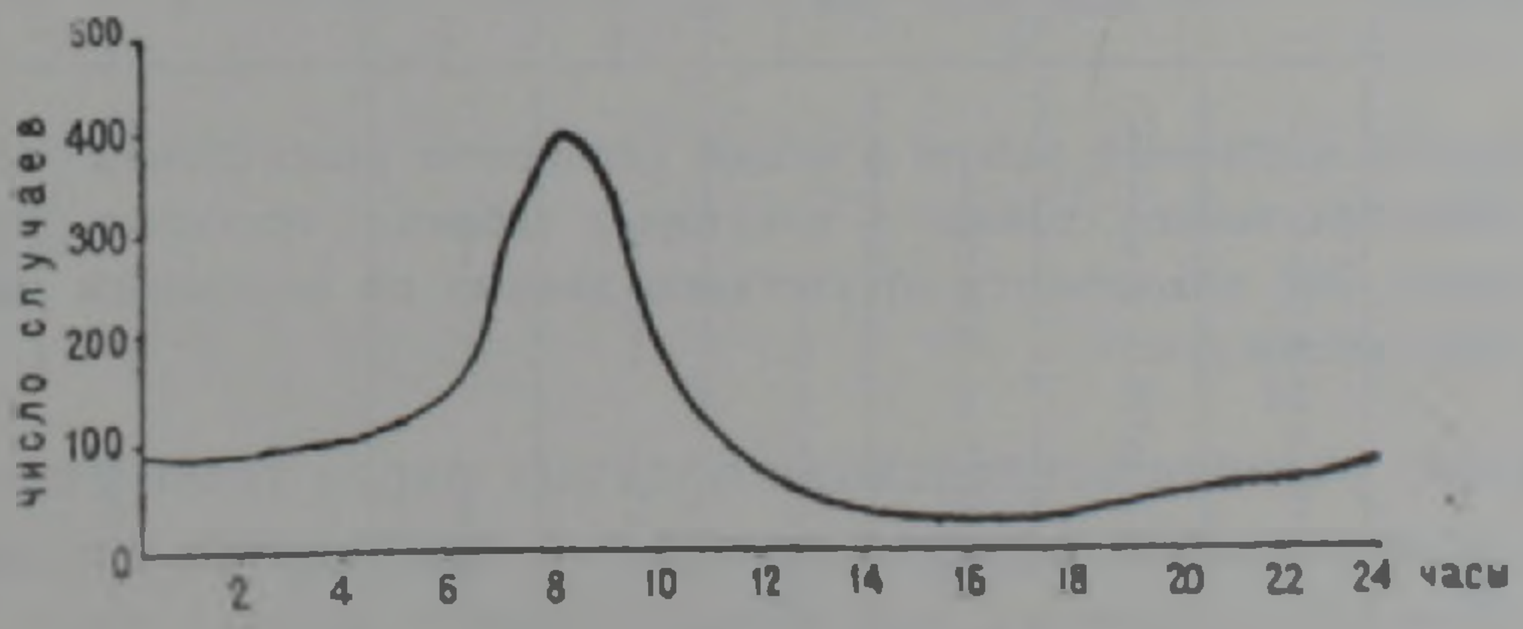
Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ереван, город	7,0	3.3	2,7	0,4	0,2					0.2	2.4	7.4	14,2
Ереван, АМСГ	11,6	4,2	2,2	0,1						0.3	3,7	9,3	29,6

* Данные табл. 4 взяты за 1955—1961 гг., так как Ереванская городская станция организовалась в 1955 г.

Приведенные данные говорят о том, что на территории Ереванского аэродрома имеются дополнительные туманообразующие факторы.

Анализ материалов наблюдений (табл. 1) показал, что на территории Ереванского аэродрома туманы наблюдаются в период октябрь—апрель.

Максимальная повторяемость их падает на самый холодный период года—декабрь—январь месяцы и составляет соответственно 13,8 и 12,5 дней. В суточном ходе туманов максимум наблюдается в ранние утренние часы—до восхода солнца и непосредственно после восхода, а минимум—с 13 до 17 час.



Фиг. 1. Суточный ход туманов.

Для метеорологического обслуживания авиации важное значение имеет продолжительность туманов. В табл. 5 приведены данные о продолжительности туманов по Ереванскому аэродрому.

Таблица 5

Средняя продолжительность туманов (час)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
76,2	21,9	8,1	0,5					0,1	1,4	9,5	54,0	171,8

Максимальная продолжительность туманов наблюдается в январе и составляет 76,2 часа. Продолжительность отдельных туманов может колебаться в больших пределах—начиная от нескольких минут до 2 суток. Двое суток подряд, в течение исследуемого пятнадцатилетнего периода (с 1951—1965 гг.) туман наблюдался только один раз—с 13 по 15 января 1959 г.

Повторяемость туманов различной продолжительности по отдельным генетическим типам приведена в табл. 6. Анализ данных показывает, что в 60,9% случаев туманы длятся до 2 часов, а в 22,6% случаев—от 3 до 5 часов. Туманы, продолжительностью 6—8 часов, составляют 7,6%, а продолжительностью более 8 часов—8,9% взятых случаев. В 91,6% случаев городские туманы имели продолжительность до 2 часов.

Таблица 6

Повторяемость (число случаев) туманов различной продолжительности по отдельным генетическим типам

Вид тумана	Продолжительность, часы								Максимальная продолжительность отдельных случаев
	до 2 х	3—5	6—8	9—11	12—15	16—20	21—25	>25	
Адвективный	36	29	11	8	5	4		2	25,40
Фронтальный	106	54	19	6	4	5	2		33,30
Радиационный	86	45	19	7	7	5	1	2	45,00
Городской	197	18							4,00
Адвективно-радиационный	11	16	5	1	1	4			18,10
Всего	436	162	54	22	17	18	3	4	

Примечание. В настоящей работе в общей сложности рассмотрены 718 случаев туманообразования, однако в некоторых таблицах итоговые данные не сходятся. Это объясняется отсутствием данных по отдельным метеорологическим элементам.

Поскольку условия конденсации водяных паров тесно связаны с температурой и влажностью воздуха, в табл. 7 приводятся данные об этих метеорологических элементах при образовании туманов.

Из приведенных в табл. 7 данных следует, что из рассмотренных 682 случаев туманов при относительной влажности 96—100% образовались только 10,5% от общего числа случаев. Это обстоятельство, в первую очередь, объясняется преобладанием в Ереванском аэропорту городских (сухих) туманов.

Статистический анализ числа случаев городских туманов показывает, что в 65,3% случаев они образовались при относительной влажности в пределах 76—90% и только в 1,9% случаев при относительной влажности воздуха—96—100% (табл. 8).

Для Ереванского аэродрома при туманах характерны штили или слабые ветры со скоростью 1—2 *м/сек*. Приведенные в табл. 9 данные показывают, что 87,9% туманов образовались при безветреной погоде.

Таблица 7

Повторяемость (число случаев) градаций относительной влажности в тумане (на высоте 2 *м*) при различной температуре воздуха

Градация температуры, C°	Относительная влажность, %							
	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—100
16—14					1	1		
13—10				1	1	1	3	3
9—6	1	1		4	4	3	10	3
5—3	1	3	2	3	9	13	36	3
2—1	1	1	5	6	15	15	64	12
0			3	1	6	21	33	21
— 1, — 2			3	3	9	20	51	21
— 3, — 5	2	2	2	10	9	32	54	4
— 6, — 9	1		4	4	16	24	12	1
—10, —13			5		9	8	10	1
—14, —16			1	1	6	10	4	
—17, —20				2	6	12	5	
—21, —24			2			1		
—25, —28						1		
Всего случаев	6	7	27	35	91	162	282	72

Таблица 8

Повторяемость (число случаев) градаций относительной влажности в городском тумане (на высоте 2 *м*) при различной температуре воздуха

Градация температуры, C°	Относительная влажность, %							
	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—100
16—14					1	1		
13—10				1	1		1	
9—6	1	1		5	4	1	2	
5—3	1	3	3	3	8	6	5	1
2—1	1	1	5	5	11	6	5	1
0			3	1	3	13	6	
— 1, — 2		1	3	3	5	7	5	2
— 3, — 5	1	2	2	10	8	9	1	
— 6, — 9	1		5	2	7	6	1	
—10, —13			3		5		2	
—14, —16			1	1		1		
—17, —20				1	1			
—21, —24			1					
Всего случаев	5	8	26	32	54	50	29	4

При скорости ветра более 6 *м/сек* туманы не образовываются. Характерно, что городские туманы в 99,5% случаев образовались при скорости ветра 0—2 *м/сек*.

Приведенные в табл. 10 данные показывают, что если при туманах наблюдаются ветры, то преобладающими являются ветры восточных и юго-восточных направлений. При городских туманах ветры восточных направлений составляют 77,4% случаев.

Таблица 9

Повторяемость (число случаев) скорости ветра на уровне флюгера при туманах

Вид тумана	Скорость ветра, *м/сек*					Общее число случаев
	0	1–2	3–4	5–6	6	
Адвективный	85	9	1			95
Адвективно-радиационный	36	2				38
Радиационный	165	8				173
Городской	183	30	1			214
Фронтальный	161	26	8	2		197
Всего	630	75	10	2		717

Таблица 10

Повторяемость (число случаев) ветра различного направления при туманах

Штиль	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего
630	2	12	24	11	5	18	11	3	716

В развитии вертикальной мощности туманов существенную роль играет наличие слабых турбулентных движений в приземном слое воздуха. Небольшое увеличение скорости ветра с высотой приводит к возникновению слабых турбулентных течений, необходимых для вертикального развития тумана. Как показывают данные табл. 11, из числа 715 случаев туманов на уровне флюгера штиль отмечался 644 раза, на высоте 100—300 *м*—только 61 раз.

В слое 100—300 и 300—600 *м*, как это видно из данных табл. 11, замечается небольшое увеличение скорости ветра.

Таблица 11

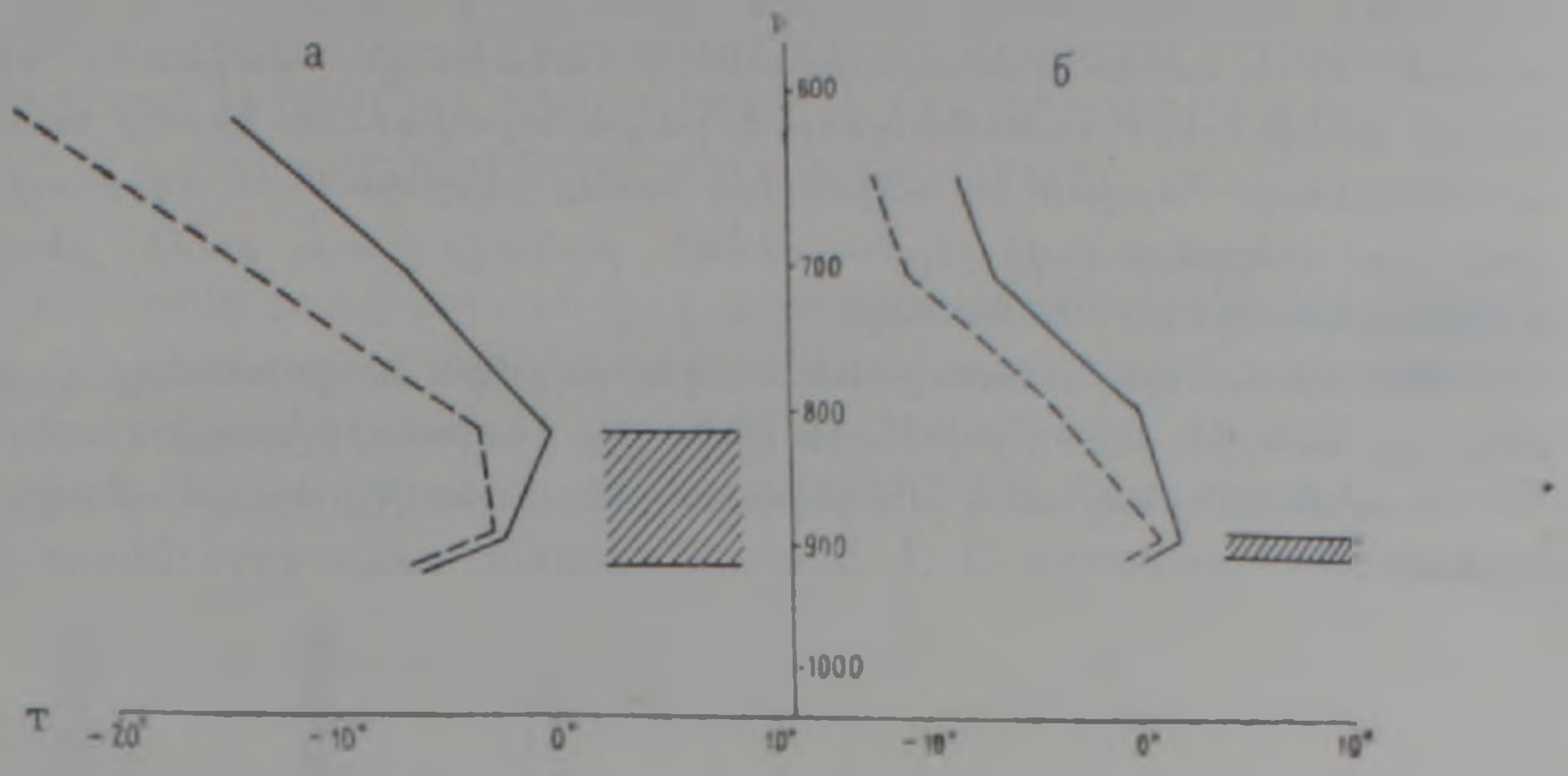
Повторяемость (число случаев) скоростей ветра на различных уровнях при туманах

Уровень, *м*	Скорость ветра *м/сек*														Число случаев без данных	Общее число случаев
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11—13	14—17	18—22		
12	644	35	28	8												715
100	31	281	175	76	38	15	6								93	715
300	30	235	223	97	26	13	6	4	2		2				77	715
600	29	177	193	106	51	22	27	16	8	4	2	8	3		69	715
1000	12	70	133	93	76	70	43	33	25	24	7	23	8	1	97	715
1500	1	11	23	50	59	46	59	50	31	34	29	60	55	12	195	715

С целью определения термического состояния (стратификации) нижнего слоя атмосферы при образовании туманов нами были анализированы данные 657 радиозондов Ереванской аэрологической станции (из-за ограниченности объема табличные данные не приводятся).

Статистический анализ материалов аэрологических наблюдений показывает, что 71,5% из числа рассмотренных туманов образовались при

наличии инверсии температуры или изотермии в приземном слое атмосферы. Установлено, что продолжительность туманов, наряду с другими факторами, зависит также от толщины приземного задерживающего слоя. Чем больше толщина инверсионного слоя, тем больше продолжительность туманов (фиг. 2).



Фиг. 2. Стратификация нижнего слоя атмосферы во время тумана: а) за 03 час. 13 января 1959 г.; б) за 03 час. 7 января 1960 г.

Так например, наличие в приземном слое воздуха термической инверсии, мощностью 940 *м* (фиг. 2,а), способствовало тому, что туман, возникший 12 января 1959 г., непрерывно продолжался 45 часов; 7 января 1960 г. в 03 часа мощность инверсионного слоя была всего 140 *м* и потому продолжительность тумана составляла 0,55 часа (фиг. 2,б).

В заключение отметим, что результаты настоящих исследований могут быть полезными при составлении прогнозов тумана, а также при составлении графиков полета самолетов.

Армянское управление
гражданской авиации

Поступила 6.VIII.1971.

Ա. Հ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՄԱՌԱԽՈՒՂՆԵՐԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՕԴԱՆԱՎԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում քննարկվում են մառախուղների առաջացման օդերևութաբանական պայմանները։

Տրված է մառախուղների կրկնողականությունն ըստ ամիսների և օդանավակայաններին, խիստ կտրտված լեռնային ռելիեֆի պատճառով մառախուղները ՀՍՍՀ տարածքում տեղաբաշխվում են շատ անհավասարաչափ։ Մառախլապատ օրերի միջին տարեկան թիվը 5,3-ից (Մարտունի) հասնում է մինչև 131,9-ի (Գորիս)։ Հաշվի առնելով մառախուղների առաջացման օդ-

երևութաբանական պայմանները՝ ՀՍՍՀ օդանավակայանները բաժանված են մի քանի խմբերի։

Հոդվածում ավելի մանրամասն վերլուծված են մառախուղագոյացման օդերևութաբանական պայմանները Երևանի օդանավակայանում։ Տրված է մառախուղների միջին տարեկան կրկնողականությունն ըստ առանձին գենետիկական տիպերի, նրանց օրական ընթացքը և տևականություն։ Ցույց է տրված, որ Երևանի օդանավակայանում հաճախակի առաջանում են բազային տիպի (շոր) մառախուղներ և բացահայտված են նրանց առաջացման պատճառները։ Բերված են տվյալներ, որոնք բնորոշում են օդերևութաբանական որոշ տարրերի (օդի ջերմաստիճան, խոնավություն, քամի) բնույթը մառախուղագոյացման ժամանակ։

Մառախուղների առաջացման ու զարգացման պայմանները կախված են նաև օդի ստորին շերտի ջերմային վիճակից (ստրատիֆիկացիա)։

Հոդվածում բերված է մառախուղի տևականությունը բնութագրող երկու օրինակ։