

УДК 551.575.31+502.5

Л.Н. Карлин, Л.Т. Матвеев

**ТУМАНЫ И ДЫМКИ В БОЛЬШОМ ГОРОДЕ**

По данным метеорологических наблюдений за 20 лет (1975–1994 гг.) в С.-Петербурге и в Белогорке определена повторяемость туманов и дымок для дневной и ночной частей суток во все сезоны года. Расчет повторяемости выполнен для трех видов туманов и дымок: сильных, умеренных и слабых.

Вопреки сложившимся представлениям, повторяемость туманов в большом городе не только не больше, но и значительно (до 2–3 раз) меньше, чем в естественных условиях. Но если в отношении туманов на это уже указывалось в наших работах, то вывод о столь же значительно меньшей повторяемости дымок в С.-Петербурге по сравнению с естественной средой формулируется впервые.

Рассмотрены сезонные и суточные колебания повторяемости туманов и дымок. Повторяемости их в дневную и ночную части суток близки между собой, что свидетельствует об определяющей роли процессов адвективного типа в образовании туманов и дымок. Приведены сведения о продолжительности и вероятности образования туманов и дымок.

Приведены фактические данные о разности относительных влажностей в С.-Петербурге и Белогорке при образовании тумана или дымки во втором из этих пунктов и при отсутствии их в первом. Оценено изменение водности тумана под влиянием повышения температуры.

Туманы и дымки относятся к числу атмосферных явлений, оказывающих существенное влияние на хозяйственную деятельность человека, прежде всего в связи с использованием для перевозки людей и грузов авиации, автомобильного и других видов транспорта. При образовании туманов резко изменяются оптические свойства атмосферы.

В основу статьи положены данные метеорологических наблюдений за 20 лет (1975–1994 гг.) в Петербурге (П) – городе с населением свыше 5 млн. человек, с развитой промышленностью и мощной отопительной системой, огромным числом автомобилей и других видов транспорта – и Белогорке (Б) – небольшом поселке, удаленном примерно на 80 км к югу от П. Состояние атмосферы в Б близко к условиям невозмущенной атмосферы.

**Туманы**

Сведения о сезонной повторяемости (числе случаев) трех видов туманов и их продолжительности приведены в табл. 1.

В основу таблиц и анализа положены ежедневные метеонаблюдения за 8 сроков в сутки. К дневным отнесены наблюдения в 9, 12, 15 и 18 ч, к ночным – наблюдения в 21; 00, 3 и 6 ч.

При подсчете повторяемости и продолжительности явлений (туман, дымка, осадки) к дневной половине суток отнесено время с 06 ч 1 мин до 18 ч, к ночной – с 18 ч 1 мин до 06 ч. Поскольку наблюдения проводились по декретному московскому времени (до 1 января 1993 г.), то по местному солнечному времени (30° в.д.) день – это интервал с 08 до 20 ч летом и с 07 до 19 ч зимой.

С 1 января 1993 г. метеонаблюдения проводятся по гринвичскому времени. Это означает, что по местному времени день – это интервал с 09 до 21 ч летом и с 08 до 20 ч зимой. Такой сдвиг по отношению к 06 ч местного времени дневной половины суток представляется вполне оправданным, поскольку время наступления максимума температуры и других метеовеличин сдвинуто на 2–3 ч относительно местного полдня (при этом сдвиг этот больше летом, чем зимой).

Таблица 1

**Повторяемость (число случаев) сильных (сил.), умеренных (ум.) и слабых (слаб.) туманов и их продолжительность (ч) в Петербурге (П) и Белогорке (Б); д – день, н – ночь**

	Сил.		Ум.		Слаб.		Прод.		Сил.		Ум.		Слаб.		Прод.	
	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Весна								Лето								
1975–1979 гг.																
д	1	4	15	14	34	48	147	231	0	1	1	6	1	29	21	168
н	0	7	16	13	37	48			1	7	1	12	10	53		
1980–1984 гг.																
д	0	0	6	20	31	54	68	243	0	0	2	11	6	33	5	167
н	0	0	7	43	19	47			0	0	0	22	17	42		
1985–1989 гг.																
д	0	0	6	5	18	44	64	146	0	0	0	4	8	33	21	252
н	0	0	1	10	18	42			0	0	0	8	10	60		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1990–1994 гг.																
д	0	0	10	7	17	17	239	126	0	0	3	11	4	17	30	60
н	0	0	15	16	17	28			0	1	4	9	8	27		
1975–1994 гг.																
д	1	4	37	46	100	163	518	746	0	1	6	32	19	112	77	647
н	0	7	39	82	86	154			1	8	5	51	45	182		
Осень								Зима								
1975–1979 гг.																
д	2	0	8	20	35	88	101	403	1	0	6	13	20	24	38	267
н	1	3	4	25	25	96			0	1	3	12	19	25		
1980–1984 гг.																
д	0	0	5	20	19	106	86	498	0	0	10	10	34	34	94	208
н	0	0	6	41	31	87			0	0	3	17	27	55		
1985–1989 гг.																
д	0	0	6	13	24	78	66	454	0	0	5	2	18	33	39	142
н	0	0	0	16	11	67			0	0	1	1	13	41		
1990–1994 гг.																
д	0	0	6	12	11	32	123	166	0	0	3	2	15	18	99	84
н	0	0	3	14	19	47			0	0	1	5	25	23		
1975–1994 гг.																
д	2	0	25	65	89	304	376	1521	1	0	24	27	87	109	270	701
н	1	3	13	96	86	297			0	1	8	35	84	144		

Число туманов всех видов, наблюдавшихся в различные сезоны за 20 лет, составило:

	Весна	Лето	Осень	Зима
П. День	138	25	116	112
Ночь	125	51	100	92
Сутки	263	76	216	204
Б. День	213	145	369	136
Ночь	243	241	396	180
Сутки	456	386	765	316

Вне города почти в 2 раза чаще, чем в другие сезоны, туманы образуются осенью. В городе сезонный максимум повторяемости не столь четко выражен, как вне его; зато здесь очень хорошо выражен минимум повторяемости, особенно днем – он приходится на лето.

Приведем еще данные об общем числе туманов трех видов, образовавшихся за весь 20-летний период:

	Сильные	Умеренные	Слабые	Все виды
П. День	4	92	295	391
Ночь	2	65	301	368
Сутки	6	157	596	759
Б. День	5	170	688	863
Ночь	19	264	777	1060
Сутки	24	434	1465	1923

В среднем за год наблюдалось 38 туманов в П и 96 – в Б. Как по данным каждой пятилетки, так и за весь 20-летний период повторяемость туманов в большом городе существенно меньше, чем в естественных (невозмущенных) условиях.

В табл. 2 представлены значения отношения числа туманов в Б к числу их в П за весь 20-летний период. Для всех видов туманов и во все сезоны года это отношение больше единицы (для не включенных в табл. 2 сильных туманов оно равно за день – 1,25, ночь – 9,5 и сутки – 4,0). Среди сезонов отношение достигает максимума летом, минимально же оно зимой, лишь ночью в случае умеренных туманов – весной. 28 значений (из 45) в табл. 2 больше 2; 20 больше 3; 13 больше 4 и 7 больше 5. За весь 20-летний период число туманов в Б превосходит (по данным за сутки) число их в П: сильных – в 4 раза, умеренных – в 2,76, слабых – в 2,46 и всех видов – в 2,53 раза.

О преобладании (по сравнению с П) туманов свидетельствуют и данные о продолжительности их. Согласно табл. 1 во все сезоны года и во всех пятилетках, кроме одного сезона – весны – в одной пятилетке (1990–1994 гг.), продолжительность туманов в Б существенно больше, чем в П.

Таблица 2

Отношение числа туманов в Белогорке к числу их в Петербурге. 1975–1994 гг. (д – день; н – ночь; с – сутки)

Сезон	Умеренные			Слабые			Все туманы		
	д	н	с	д	н	с	д	н	с
Весна	1,24	2,10	1,68	1,63	1,79	1,70	1,54	1,94	1,73
Лето	5,33	10,20	7,55	5,89	4,04	4,59	5,80	4,73	5,08
Осень	2,60	7,38	4,24	3,42	3,45	3,43	3,18	3,96	3,54
Зима	1,12	4,38	1,94	1,25	1,71	1,48	1,21	1,96	1,55
Год	1,85	4,06	2,76	2,33	2,58	2,46	2,21	2,88	2,53

За весь 20-летний период отношение продолжительности туманов в Б к продолжительности их в П составляет:

Весна	Лето	Осень	Зима	Год
1,44	8,40	4,05	2,60	2,92

Так же как для числа туманов, отношение их продолжительностей достигает максимума летом, минимум же этого отношения приходится на весну (для умеренных туманов в этом же сезоне отмечается минимум отношения их числа).

Наряду с абсолютными значениями продолжительности туманов, приведенными за сезоны в табл. 1 и равными за все 20 лет 1241 ч в П и 3615 ч в Б, оценим вероятность существования туманов, т.е. отношение продолжительности их к общему интервалу времени наблюдения (сезон, год).

Для всех видов туманов эти вероятности (%) равны:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	1,173	0,174	0,861	0,623	0,708
Б.	1,689	1,465	3,482	1,618	2,062

Хотя число туманов, особенно вне города, значительно (в среднем за год 96 в Б и 38 в П), вероятность их существования, даже в таком увлажненном районе как северо-запад европейской части России, достаточно мала: она заключена между 1,4 и 3,5% в сельской местности и между 0,17 и 1,2% – в большом городе. Вероятность эта исключительно мала по сравнению с другим явлением, обусловленным той же конденсацией водяного пара, – облаками, количество которых в том же районе превышает 50%.

Приводим данные о средней (за 20 лет) продолжительности существования (ч) одного тумана:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	1,97	1,01	1,74	1,32	1,64
Б.	1,64	1,68	1,99	2,22	1,88

В Б наиболее длительное время туман в среднем существует зимой, в П – весной, наименьшее время – в Б весной, в П – летом.

Большинство туманов – слабые. Приводим отношение числа слабых туманов к умеренным (по данным за сутки):

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	2,45	5,82	4,61	5,34	3,80
Б.	2,48	3,54	3,73	4,08	3,38

Что касается сильных туманов (метеодальность видимости меньше 200 м), то их повторяемость за обсуждаемый 20-летний период вообще крайне мала, при этом все туманы (6 в П и 23 в Б), кроме одного, наблюдались в первой пятилетке.

Далее рассмотрим вопрос об условиях образования туманов в различное время суток. Согласно табл. 1 число умеренных и слабых туманов за пятилетку было больше ночью, чем днем, в 36 сезонах;

меньше ночью, чем днем, в 24 и было равным в 4 сезонах. Только летом повторяемость туманов за 20-летний период примерно в 1,5 раза больше ночью, чем днем (в Б всех видов туманов, в П – только слабых). В другие сезоны года число туманов, наблюдавшихся днем и ночью, отличается значительно меньше. При этом весной и осенью повторяемость слабых туманов (за 20 лет) как в Б, так и в П ночью меньше, чем днем. В таком же соотношении находятся повторяемости умеренных туманов в П во все сезоны года (весной они практически равны). Лишь в Б повторяемость умеренных туманов в течение всего года существенно больше ночью, чем днем.

Полученные данные позволяют оценить роль различных факторов в образовании туманов. Широко распространено мнение (нашедшее отражение в учебной литературе) о важной (определяющей) роли радиации в возникновении туманов ночью и о преобладании радиационных туманов над другими (по крайней мере, в эту часть суток). Представленные выше данные не подтверждают это мнение.

В самом деле, в дневную часть суток под влиянием радиации туманы образуются не могут, поскольку радиационный баланс во все сезоны года (не исключая и зимы) днем положителен. Таким образом, в эту часть суток туманы возникают только под влиянием адвективных и турбулентных притоков тепла и влаги. Поскольку адвекция равновероятна как днем, так и ночью, то ночью под ее влиянием образуется столько же туманов, сколько наблюдается их днем. В Б, как следует из приведенных выше данных, за 20 лет образовались ночью 863 адвективных тумана (столько же, сколько их возникло днем). Под влиянием радиации в Б образовалось, таким образом,  $1060 - 863 = 197$  туманов, т.е. доля радиационных туманов составляет в нашем районе всего лишь 10% от общего числа (1923) туманов.

Для различных сезонов доля радиационных туманов в Б составляет: 6,6% – весной, 24,9% – летом, 3,5% – осенью и 13,9% – зимой. В Б радиация играет определяющую роль в образовании умеренных туманов в 21,7% случаев и всего лишь в 6,1% при возникновении слабых туманов. Что касается П, то только летом значительна роль радиации: под ее влиянием возникает  $51 - 25 = 26$  туманов, т.е. 34,2% от общего числа летних туманов. В другие сезоны года все туманы в П имеют адвективную природу (поскольку число туманов днем больше, чем ночью).

### Обсуждение опытных данных

Кратко вопрос о влиянии повышения температуры в городе на формирование туманов рассмотрен в [1,2].

Конденсация водяного пара и образование тумана начинаются в атмосфере тогда, когда относительная влажность воздуха  $f = e/E(T)$  приближается к 100% (здесь  $e$  – давление водяного пара,  $E(T)$  – давление насыщенного пара, растущее вместе с температурой  $T$ ).

В согласии с этой формулой на образование и последующее усиление тумана оказывают влияние изменения температуры воздуха и давления водяного пара.

Вопрос о разностях  $\Delta T = T_{\text{П}} - T_{\text{Б}}$  и  $\Delta e = e_{\text{П}} - e_{\text{Б}}$  температур воздуха и давлений водяного пара в П и Б детально обсужден в [3]. Разности  $\Delta T$  и  $\Delta e$  влияют на разность  $\Delta f = f_{\text{П}} - f_{\text{Б}}$  в противоположные стороны: увеличение  $\Delta T$  способствует уменьшению  $\Delta f$ , рост  $\Delta e$  ведет к увеличению  $\Delta f$ . За 1975–1979 гг. средние значения разности  $\Delta f$  равны:  $-5,3\%$  летом (при  $-7,4\%$  ночью и  $-3,2\%$  днем),  $-2\%$  зимой (при  $-2,2\%$  ночью и  $-1,8\%$  днем).

Отрицательные значения  $\Delta f$  (т.е.  $f_{\text{П}} < f_{\text{Б}}$ ), способствующие уменьшению числа туманов в городе, наблюдаются в 74% летом (при 84% ночью и 64% днем) и в 47% зимой (как ночью, так и днем).

Приведенные данные характеризуют общие условия, главным образом при отсутствии туманов и дымок (время существования которых не превышает нескольких процентов). С целью установления связи  $\Delta f$  с формированием туманов и дымок выполнен расчет  $\Delta T$ ,  $\Delta e$  и  $\Delta f$  для тех случаев, когда в Б наблюдались туман или дымка, а в П они отсутствовали. По данным 84 таких случаев летом разность  $\Delta T \geq 0$  в 83%, а  $\Delta e \geq 0$  в 60%.

Функция распределения  $F$  разности  $\Delta f$  имеет вид

$\Delta f \leq$	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	10
$F, \%$	8	13	18	24	38	55	67	80	89	93	95	100

Таким образом, в 89% разность  $\Delta f \leq 0$  – относительная влажность в городе меньше, чем вне его.

По данным другой выборки, включающей 24 случая (осень), при таких же условиях (в Б – туман или дымка, в П их нет) значения  $\Delta T \geq 0$  и  $\Delta e \geq 0$  наблюдались в 96 и 75% соответственно, а разность  $\Delta f \leq 0$  в 93% случаев.

Представленные данные убедительно свидетельствуют о том, что если по общим метеоусловиям обра-

зуется в сельской местности туман или дымка, то относительная влажность в городе в большинстве случаев оказывается ниже, чем вне его, что, в свою очередь, препятствует образованию тумана или дымки в городе или способствует уменьшению их интенсивности.

Следует обратить внимание на одну немаловажную особенность туманов (равно как и облаков): они исключительно чувствительны к изменению температуры. В табл. 3 приведены значения коэффициента  $b$  в формуле  $\Delta \delta = -b \Delta T$ , связывающей уменьшение ( $\Delta \delta$ ) объемной водности тумана  $\delta$  с повышением ( $\Delta T$ ) температуры  $T$  для различных интервалов ее. Из табл. 3 следует, что при температуре выше  $-5^\circ\text{C}$  повышение ее только на  $0,5^\circ\text{C}$  приведет к уменьшению водности от 0,18 до 0,55 г/м<sup>3</sup>. Поскольку водность туманов в реальных условиях, как правило, не превышает этих значений, то отсюда следует, что увеличение температуры воздуха в городе даже на  $0,3$ – $0,5^\circ\text{C}$  приведет к рассеянию (исчезновению) тумана.

Таблица 3

Значения коэффициента  $b, \text{г}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ , в формуле  $\Delta \delta = -b \Delta T$

Интервал температур, $^\circ\text{C}$				
$-25 \div -15$	$-15 \div -5$	$-5 \div 5$	$5 \div 15$	$15 \div 25$
0,087	0,184	0,363	0,661	1,119

При одном и том же  $\Delta T$  водность тумана уменьшается тем больше, чем выше сама температура. Именно вследствие этого в летнее время года особенно резко уменьшается число туманов, хотя разность  $\Delta T$  в дневные часы летом значительно меньше, чем в другие сезоны года.

### Дымки

Сведения о сезонной повторяемости (числе случаев) трех видов дымок и общей за сезон продолжительности их представлены в табл. 4.

Таблица 4

Повторяемость (число случаев) сильных (сил.), умеренных (ум.) и слабых (слаб.) дымок и их продолжительность (ч) в Петербурге (П) и Белогорке (Б); д – день, н – ночь

	Сил.		Ум.		Слаб.		Прод.		Сил.		Ум.		Слаб.		Прод.	
	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Весна								Лето								
1975–1979 гг.																
д	0	0	35	59	114	199	481	1066	0	0	1	46	21	132	117	868
н	0	0	30	66	90	216			0	0	6	47	55	262		
1980–1984 гг.																
д	0	0	52	93	205	344	859	1529	0	0	11	56	62	240	263	1203
н	0	0	38	70	177	290			0	0	9	59	72	290		
1985–1989 гг.																
д	0	2	79	57	124	202	900	983	0	1	34	37	121	157	801	863
н	0	1	92	46	157	144			0	0	61	46	162	182		
1990–1994 гг.																
д	1	0	51	35	49	172	497	964	0	1	9	13	12	29	99	180
н	1	1	66	39	68	194			0	1	21	21	34	36		

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1975–1994 гг.																
д	1	2	217	244	492	917	2737	4538	0	2	55	152	216	558	1280	3114
н	1	2	225	221	392	844			0	1	97	173	323	770		
Осень								Зима								
1975–1979 гг.																
д	0	1	48	132	174	466	822	2097	0	0	27	149	127	215	530	1355
н	0	0	44	90	182	384			0	1	21	161	112	198		
1980–1984 гг.																
д	0	0	33	144	352	452	1477	1847	0	0	64	99	288	218	1536	1304
н	0	1	55	77	282	233			0	0	33	80	263	196		
1985–1989 гг.																
д	0	0	123	87	202	246	1450	1108	0	0	99	62	245	219	1574	979
н	0	0	118	58	174	173			0	0	70	37	248	113		
1990–1994 гг.																
д	0	1	53	77	73	316	657	1636	0	1	47	62	60	236	631	1138
н	0	0	62	68	87	263			0	0	47	52	62	156		
1975–1994 гг.																
д	0	2	257	440	801	1480	4406	6688	0	1	237	372	720	688	4271	4776
н	0	1	279	293	725	1053			0	1	171	330	685	663		

Распространено очень устойчивое мнение (нашедшее отражение в монографической [4, 5] и учебной литературе) относительно того, что повторяемость дымок в большом городе значительно больше, чем в сельской местности. Мотивируется это тем, что в городе атмосфера более загрязнена различными примесями. Однако данные табл. 4 не только не подтверждают распространенное мнение, но и приводят к противоположному заключению: число дымок в П существенно меньше, чем в Б.

За 20-летний период, согласно табл. 4, только 4 значения (из 45) отношения числа дымок в Б к их числу в П близки к единице, все остальные значительно больше единицы (в том числе 9 значений больше 2). Как и в случае туманов (табл. 2), максимальные значения этого отношения наблюдаются летом, минимальные – по слабым и всем видам дымок зимой, а по умеренным – весной.

Выпишем число дымок всех видов, наблюдавшихся в различные сезоны за 20 лет:

	Весна	Лето	Осень	Зима
П. День	710	271	1058	957
Ночь	618	420	1004	856
Сутки	1328	691	2062	1813
Б. День	1163	712	1922	1061
Ночь	1067	883	1347	994
Сутки	2230	1595	3269	2055

Максимум повторяемости дымок как в П, так и в Б, особенно четко выраженный в сельской местности (Б), приходится на осень, минимум ее, особенно четкий в П, – на лето.

Приведем еще данные об общем числе дымок трех видов, образовавшихся за 20-летний период:

	Сильные	Умеренные	Слабые	Все виды
П. День	1	766	2229	2996
Ночь	1	772	2125	2898
Сутки	2	1538	4354	5894
Б. День	7	1208	3643	4858
Ночь	5	1017	3269	4291
Сутки	12	2225	6912	9149

В среднем за 20 лет в течение одного года образуется 295 дымок в П и 457 дымок в Б. Число дымок как за отдельные сезоны, так и за весь год, равно как днем так и ночью, в П меньше, чем в Б. Поскольку, однако, на условия образования дымок в городе оказывает влияние не только температурно-влажностный режим (как в случае туманов), но и загрязнение атмосферы примесями антропогенного происхождения, то и число дымок в городе уменьшается (по сравнению с Б) не столь значительно, как в случае туманов: если в среднем за год число туманов в П в 2,53 раза меньше, чем в Б (см. табл. 2), то число дымок – в 1,55 раза (см. табл. 4).

Дымки, равно как и туманы, образуются в процессе конденсации водяного пара на ядрах конденсации. Водяной пар начинает осаждаться (конденсироваться) на гигроскопичных частицах (ядрах) задолго до достижения состояния насыщения. По данным Г.В. Розенберга [6], уже начиная с относительной влажности 60%, доля воды, осевшей на такой частице, превосходит массу этой частицы. При дальнейшем увеличении относительной влажности эта доля все более возрастает, а частица (теперь уже капля) увеличивается в размерах.

Совершенно естественно, что при этом сначала возникает дымка, а затем, если относительная влажность достигает значений, близких к 100%, возможно и образование тумана. Поскольку состояние насыщения достигается далеко не всегда, то и переход дымки в туман также далеко не всегда возможен. Вследствие этого повторяемость дымок всюду существенно больше, чем повторяемость туманов.

По данным, приведенным выше, отношение сезонного числа дымок к числу туманов следующее:

	Весна	Лето	Осень	Зима
П.	5,1	9,1	9,6	8,9
Б.	4,9	4,1	4,3	6,5

Годовые значения этого же отношения:

	Умеренные	Слабые	Все виды	
П.	День	8,3	7,6	7,7
	Ночь	11,9	7,1	7,9
	Сутки	9,8	7,3	7,8
Б.	День	7,1	5,3	5,6
	Ночь	3,9	4,2	4,0
	Сутки	5,1	4,7	4,8

В естественных условиях (Б) дымок образуется в 4–5 раз больше, чем туманов. В городе (П) число туманов уменьшается (по сравнению с Б) только под влиянием изменения температурно-влажностного режима. На формирование же дымок оказывает влияние еще и загрязнение воздуха, способствующее увеличению их числа по сравнению с тем, что наблюдалось бы при отсутствии загрязнения. Вследствие этого отношение числа дымок к числу туманов увеличивается в городе до 7–9 (исключение составляет весна).

В согласии с данными о числе дымок находятся сведения о продолжительности дымок, приведенные в той же табл. 4. В 17 из 20 пар продолжительность дымок в Б больше, чем в П. За весь 20-летний период отношение продолжительности дымок в Б к продолжительности их в П равно:

Весна	Лето	Осень	Зима	Год
1,65	2,43	1,52	1,12	1,51

Эти значения близки к отношениям числа дымок (см. табл. 4), максимум и минимум приходится на одни и те же сезоны (лето и зиму), годовые значения практически равны. Близость отношений числа и продолжительности дымок по данным за сутки дает основание предположить, что и для дня и ночи эти отношения также не отличаются очень существенно.

Продолжительность дымок за 20 лет равна 12694 ч в П и 19116 ч в Б, а общее число их 5894 в П и 9149 в Б. Оценим вероятность дымок – отношение продолжительности существования их к общему интервалу времени наблюдения (сезон, год).

Для всех дымок эти вероятности (%) равны:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	6,198	2,899	10,087	9,859	7,240
Б.	10,274	7,052	15,311	11,025	10,903

По сравнению с туманами вероятность существования дымок уже более значительна: она колеблется между 3 и 10% в П и между 7 и 15% в Б. Среднее время существования (ч) одной дымки составляет:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	2,061	1,852	2,137	2,356	2,154
Б.	2,035	1,952	2,046	2,324	2,089

Время существования дымки в П и Б практически одно и то же: они отличаются в данном сезоне не более чем на 0,1 ч (6 мин). Время это минимально летом и максимально зимой.

Сравнение с вышеприведенными оценками времени существования туманов показывает, что дымка в среднем существует более длительное время, чем туманы. Выпишем значения отношения времени существования дымок к такому же времени для туманов:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	5,3	16,6	11,7	15,8	10,2
Б.	6,1	4,8	4,4	6,8	5,3

В Б эти (временные) отношения вполне сопоставимы с приведенными выше отношениями числа дымок к числу туманов. Однако в П первые (временные) отношения значительно больше вторых (исключение составляет весна, для которой оба отношения практически равны и намного меньше, чем в другие сезоны). Это свидетельствует о том, что в П увеличивается под влиянием загрязнения не только число дымок, но еще в большей степени время существования дымки.

Большинство дымок – слабые:  $6 < S_m \leq 10$  км. Приводим отношение числа слабых дымок к числу умеренных (за сутки):

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П.	2,0	3,5	2,8	3,4	2,8
Б.	3,8	4,1	3,5	1,9	3,1

Число сильных дымок ( $1 < S_m \leq 2$  км), так же как и сильных туманов, очень мало: в П за 20 лет наблюдались только 2 таких дымки, в Б – 12.

Сведения о дымках (см. табл. 4) свидетельствуют, вопреки распространенному мнению, о том, что дымки возникают днем ничуть не реже, чем ночью. Умеренные дымки, по данным табл. 4, в 17 сезонах (из 32), а слабые дымки в 15 сезонах (из тех же 32) фиксировались в обоих пунктах днем чаще, чем ночью. Большинство случаев (по умеренным дымкам – 14 и слабым – 17), когда ночью отмечалось дымок больше, чем днем, приходится на лето (7 – для умеренных и 8 – для слабых дымок).

За весь 20-летний период слабые дымки как в П, так и в Б днем отмечались чаще, чем ночью, во всех сезонах, кроме лета; умеренные – в 3 сезонах из 4 в Б и в 1 сезоне из 4 в П.

Поскольку в большинстве сезонов на долю дневных дымок приходится больше, чем ночных, то те же рассуждения, что и относительно туманов, позволяют заключить, что определяющую роль в формировании дымок играют адвективный и турбулентный притоки тепла и влаги. Лишь летом некоторая часть (от 20 и 40%) дымок ночью образуется под влиянием радиационных потерь тепла земной поверхностью и воздухом.

В заключение отметим, что и наблюдения в других районах находятся в согласии с развитым выше взглядом на условия образования туманов и дымок. В последнее время данные наблюдений на 7 метеостанциях Москвы обобщены и кратко проанализированы в монографии [7]. Приводим по наблюдениям

за 1950–1989 гг. отношения числа туманов на обсерватории Сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, расположенной в 8–9 км от центра (к северо-северо-западу от него), к количеству их на метеостанции Балчуг в центре города:

Весна	Лето	Осень	Зима
1,63	3,30	1,83	1,17

Несмотря на то, что обсерватория находится в черте города (правда, в хорошо озелененной местности) и недалеко от центра, туманов на ней образуется существенно больше, чем в центре города. Выписанные отношения числа туманов по Москве вполне сравнимы с приведенными в табл. 2 по Петербургу (хотя за счет меньшего расстояния между сравниваемыми точками, первые меньше вторых). Однако сезонный ход отношений полностью совпал: максимум – летом, минимум – зимой. В столь же хорошем согласии находятся данные по образованию и повторяемости туманов в различные сезоны года, в дневную и ночную части суток. Среднее годовое число туманов (38) в центре П значительно больше, чем в центре Москвы (23) и даже несколько больше, чем в ТСХА (36), не говоря уже о том, что в Б (на расстоянии 80 км от П) туманов образуется намного больше, чем в П и Москве.

Можно выразить некоторое сожаление по поводу того, что авторам монографии [7] не представилось возможности ознакомиться с работами [1,2], поскольку в этой же монографии приведены данные, однозначно указывающие на основную причину наблюдаемых особенностей формирования туманов в Балчуге и ТСХА.

В самом деле, средние (за 40 лет) месячные температуры в ТСХА ниже температуры в Балчуге: от 0,6°C в ноябре до 1,1°C в июне и июле (отметим,

что по сравнению с Немчиновкой, находящейся примерно на таком же расстоянии от центра, как ТСХА, но к юго-западу, средние месячные температуры в Балчуге выше на 1,8°C в июне и июле и на 1°C в ноябре).

Средние месячные значения относительной влажности в Балчуге на 3÷10% ниже, чем в ТСХА, Немчиновке и особенно в Ленино-Дачном. Совершенно естественно, что как повышение температуры, так и понижение относительной влажности способствуют уменьшению числа туманов в центре города (Балчуг) по сравнению с пунктами на окраине города. Можно лишь пожалеть, что в [7] не приведено более полных данных о температуре и относительной влажности как в самой Москве, так и в удаленных от нее на 50–150 км пунктах.

Что касается Петербурга и Москвы, то, конечно, разность в числе туманов обусловлена общециркуляционными факторами. Однако нельзя исключить и того, что температура в Москве увеличилась за последние 100 лет на 1,5÷2,5°C в то время как в Петербурге на 1,0÷1,5°C.

1. *Матвеев Л.Т.* Особенности метеорологического режима большого города // *Метеорология и гидрология*. 1979. № 5. С. 22–27.
2. *Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г.* Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 424 с.
3. *Матвеев Ю.Л., Меркурьева Н.А.* Особенности формирования температурно-влажностного режима в большом городе // *Оптика атмосферы и океана*. 1997. Т. 10. № 10. С. 1181–1187.
4. *Смит К.* Основы прикладной метеорологии: Пер. с англ. / Под ред. Л.Т. Матвеева. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 423 с.
5. *Рамад Ф.* Основы прикладной экологии: Пер. с франц. / Под ред. Л.Т. Матвеева. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 540 с.
6. *Розенберг Г.В.* Сумерки. М.: Физматгиз, 1963. 380 с.
7. *Климат, погода, экология Москвы* / Под ред. Ф.Я. Клинова. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 437 с.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию  
28 апреля 1998 г.

*L.N. Karlin, L.T. Matveev. Fogs and Mists in Big Town.*

According to 20 years meteorological data (1975–1994) in St. Petersburg and in Belogorka – the repetition of fogs and mists for day and night for all seasons of a year is determined. The calculation of densities was made for three kinds of fogs and mists, strong, temperature and weak. In spite of opinion that repetition of fogs and mists in a big town is greater than in village it is much smaller (2–3 times) in big town than in natural conditions. The conclusion that the repetition of mists is also smaller in big town than in village is formulated for the first time. A seasonal and daily fluctuations of density of fogs and mists are examined. This day and night densities are similar to each other, which indicates the main role of advective process in the formation of fogs and probability of formation of fogs and nights. The data are included about the time and the probability of fogs and mists creation. There are the practical data about the difference of relative humidity between St. Petersburg and Belogorka. The change of liquid – water content under the rise of temperature was estimated.