

Ю.Л. Матвеев

ВЛИЯНИЕ БОЛЬШОГО ГОРОДА НА ПОЛЕ ОСАДКОВ

Проанализированы наблюдения за осадками в большом городе и в сельской (естественной) среде за 20-летний период. Определены повторяемость (число случаев) и число дней с осадками, количество, интенсивность и продолжительность осадков. Влияние города на поле осадков менее существенно, чем на туманы и дымки. Исключение составляют ливневые осадки, повторяемость и продолжительность которых в городе намного меньше, чем в сельской местности. Характеристики осадков в дневную и ночную части суток близки между собой. Определяющую роль в формировании поля осадков играют динамические факторы, прежде всего вертикальные движения синоптического масштаба. Доля термического фактора (изменения вертикального градиента температуры под влиянием притока солнечной радиации) в образовании осадков не превышает 2–5%.

Поскольку, как следует из [1, 2], режимы температуры и влажности в большом городе существенно отличаются от этих режимов в окружающей его сельской местности, то естественно предположить, что и поля облаков и осадков в городе будут обладать некоторыми особенностями по сравнению с естественной средой.

Результаты подсчета за 20-летний период (1975–1994 гг.) сезонной повторяемости (числа случаев) и

количества осадков отдельно для дневной (от 8 до 20 ч местного солнечного времени летом и от 7 до 19 ч зимой) и ночной (от 20 до 8 ч того же времени летом и от 19 до 7 ч зимой) частей суток представлены по наблюдениям в Петербурге (П) и Белогорке (Б) в табл. 1.

В табл. 2 показана частота выпадения осадков в каждом сезоне и за год в целом (в среднем за 20 лет).

Таблица 1

Повторяемость (число случаев) и количество осадков (мм) в дневную (д) и ночную (н) части суток, число дней и продолжительность (ч) всех видов и ливневых осадков в Петербурге (П) и Белогорке (Б) за 1975–1994 гг.
В – весна, Л – лето, О – осень, З – зима

Сезон и время суток		Число случаев		Количество осадков		Число дней				Продолжительность, ч			
		П	Б	П	Б	все виды		ливневые		все виды		ливневые	
						П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
1975–1979 гг.													
В	д	338	276	253	293	237	240	106	153	1158	1056	387	643
	н	329	262	300	340								
Л	д	197	204	526	537	238	222	236	221	875	844	866	800
	н	187	189	471	481								
О	д	419	341	472	478	309	298	127	177	1787	1586	617	794
	н	422	360	468	427								
З	д	510	499	366	361	430	416	150	340	3420	2795	739	1754
	н	513	492	370	360								
1980–1984 гг.													
В	д	222	226	253	240	223	244	114	253	1190	1042	433	938
	н	215	223	231	258								
Л	д	196	196	475	604	244	231	224	226	935	792	759	788
	н	191	224	451	568								
О	д	332	312	645	534	341	332	177	315	2315	1817	855	1694
	н	330	296	524	512								
З	д	383	367	399	391	388	386	108	331	2734	2575	683	1906
	н	362	372	446	331								
1985–1989 гг.													
В	д	286	291	233	308	235	236	117	213	1279	1184	385	1090
	н	251	252	224	268								
Л	д	280	269	741	751	313	319	282	312	1003	846	906	824
	н	269	270	656	643								
О	д	378	402	456	460	326	317	201	293	1911	1813	818	1642
	н	367	365	422	433								
З	д	507	470	287	261	372	352	94	306	3129	2186	538	1694
	н	453	419	299	272								

Сезон и время суток		Число случаев		Количество осадков		Число дней				Продолжительность, ч			
						все виды		ливневые		все виды		ливневые	
		П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
1990–1994 г.													
В	д	292	317	306	333	235	251	129	229	1216	1049	452	875
	н	267	279	290	280								
Л	д	194	178	595	702	220	234	215	232	648	613	598	593
	н	212	167	519	516								
О	д	362	378	382	489	311	307	162	277	1592	1532	510	1241
	н	326	345	412	549								
З	д	485	461	296	333	361	372	132	305	2401	2420	550	1758
	н	470	451	321	356								
1975–1994 г.													
В	д	1138	1110	1045	1467	930	971	466	848	4843	4331	1657	3546
	н	1062	1016	1045	1146								
Л	д	867	847	2337	2594	1015	1006	957	991	3461	3095	3129	3005
	н	859	850	2097	2208								
О	д	1491	1433	1955	1961	1287	1254	667	1052	7605	6748	2800	5371
	н	1445	1366	1826	1921								
З	д	1885	1797	1348	1346	1551	1526	484	1282	11684	9976	2510	7112
	н	1798	1734	1436	1319								

Таблица 2

Пункт	Время	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П	д	57	43	75	94	269
	н	53	43	72	90	258
	сутки	110	86	147	184	527
Б	д	55	42	72	90	259
	н	51	42	68	87	248
	сутки	106	85	140	177	507

Наиболее часто выпадают осадки зимой, наименее часто – летом. Такой же годовой ход повторяемости осадков наблюдается и в каждой пятилетке. Повторяемости осадков в П и Б близки между собой: за год в целом только на 20 случаев (при общем числе свыше 500) в П больше, чем в Б.

Среднее за 20 лет число дней с осадками в каждом сезоне и за год в целом следующее (ВВО – всех видов, ЛО – ливневые), табл. 3:

Таблица 3

Вид осадков	Весна		Лето		Осень		Зима		Год	
	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б	П	Б
ВВО	46	49	51	50	64	63	78	76	239	238
ЛО	23	42	48	49	33	53	24	64	128	209

Число дней с осадками всех видов в обоих пунктах максимально зимой, а минимально – весной (хотя и летом число дней близко к минимальному). Это число в П и Б практически одно и то же. Однако очень существенно отличаются повторяемости ливневых осадков. Во все сезоны, кроме лета, число дней с ливневыми осадками (дождем или снегом) в Б в 1,5–2,5 раза больше, чем в П. В некоторых случаях (зима второй и третьей пятилеток) это отношение больше 3. В отдельные месяцы (ноябрь второй и третьей пятилеток, март, апрель, декабрь и февраль второй, январь и февраль третьей) повторяемость ливневого снега в Б в 4–5 раз больше, чем в П.

В Б число дней с ливнем, так же как число случаев и число дней с осадками всех видов, наи-

большее зимой, а наименьшее – весной. В П, за счет резкого уменьшения зимой дней с ливневым снегом, максимум числа дней с ливнем смещается на лето; зимой же число дней с ливнем так же мало, как и весной.

Ниже приведено среднее число случаев выпадения осадков всех видов в сутки с осадками:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П	2,39	1,69	2,30	2,36	2,20
Б	2,16	1,70	2,22	2,33	2,13

В течение суток с осадками в среднем свыше 2 раз начинают выпадать осадки какого-либо вида.

Средние (за 20 лет) сезонные значения количества осадков (мм) даны в табл. 4.

Таблица 4

Пункт	Время	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П	д	52	117	98	67	334
	н	52	105	91	72	320
	сутки	104	222	189	139	654
Б	д	73	130	98	67	368
	н	57	110	96	66	329
	сутки	130	240	194	133	697

Наибольшее количество осадков как в П, так и в Б выпадет летом, затем идут осень и зима. Самое сухое время года (как по количеству осадков, так и числу дней с осадками) – весна. Количества осадков в П и Б осенью и зимой близки между собой. Поскольку ливней в Б значительно больше, чем в П (зимой в 2,5 раза), а число дней с осадками всех видов почти равное, то отсюда следует, что ливни в Б менее интенсивны, чем в П. Летом и весной в Б осадков выпадает ощутимо больше, чем в П: за сутки на 7,5 и 20%, за день – на 10 и 29% соответственно.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что условия для образования осадков днем близки к условиям ночью. В самом деле, количест-

во осадков, выпавших осенью и зимой в дневную и ночную части суток, практически одно и то же. Летом и весной осадков выпадает днем несколько больше (особенно в Б), чем ночью. Однако именно в эти сезоны числа случаев с осадками днем и ночью наиболее близки между собой (летом просто равны).

Из данных о количестве и числе случаев с осадками следует важный вывод: в формировании поля осадков определяющую роль играют динамические, а не термические факторы. Действительно, ночью осадки, в том числе ливневые, могут образовываться только под влиянием динамических факторов, среди которых, согласно [3, 4], важнейшее значение имеют вертикальные движения синоптического масштаба.

Поскольку вероятность образования или прихода циклона, с которым только и связано образование (под влиянием динамики) обложных и ливневых осадков, днем такая же, как и ночью, то приходим к заключению: под влиянием термического фактора (изменения градиента температуры днем за счет солнечной радиации) летом образуется не более 5% осадков в П и 8% в Б, в среднем за год – 2% в П и 6% в Б, а также 12% в Б весной.

Усредненная за 20 лет сезонная и годовая продолжительность (ч) всех видов (ВВО) и ливневых (ЛО) осадков дана в табл. 5.

Таблица 5

Пункт	Весна		Лето		Осень		Зима		Год	
	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО
П	242	83	173	156	380	140	584	126	1379	505
Б	216	177	155	150	327	268	499	356	1197	952

В согласии с приведенным в табл. 3 числом случаев и дней продолжительность всех видов осадков максимальна зимой, затем идут осень и весна, а минимальна летом. В сельской местности (Б) такой же годовой ход продолжительности сохраняется и для ливневых осадков. В городе (П) наибольшая продолжительность (равно как и число дней) ливневых осадков наблюдается летом, затем идут осень, зима и весна.

Продолжительность всех осадков во все сезоны в П несколько больше, чем в Б (в среднем за год – на 182 ч). Однако как и число дней, продолжительность ливневых осадков во все сезоны, кроме лета, в Б в 1,5–2,5 раза больше, чем в П.

Ниже приводим значения отношения числа дней и продолжительности ливневых осадков в Б к их числу и продолжительности в П.

Отношение (Б/П):	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
числа дней	1,83	1,02	1,61	2,67	1,63
продолжительности	2,13	0,96	1,91	2,83	1,89

Согласно этим данным, в Б во все сезоны (кроме лета) и за год в целом не только число ливневых осадков существенно больше, чем в П, но и каждый

ливневый дождь или снег в Б более продолжителен (в среднем), чем в П.

Число дней с осадками и особенно число случаев как в П, так и в Б (равно как в целом на северо-западе Европы) довольно значительно: весной и летом один день из двух, осенью – два дня из трех и зимой – три дня из четырех с осадками.

Вероятность (%) выпадения всех (ВВО) и ливневых (ЛО) осадков, равная отношению продолжительности их к общему интервалу времени наблюдения, приведена в табл. 6.

Таблица 6

Пункт	Весна		Лето		Осень		Зима		Год	
	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО	ВВО	ЛО
П	11,0	3,8	7,8	7,1	17,4	6,4	27,0	5,8	15,7	5,8
Б	9,8	8,0	7,0	6,8	15,0	12,3	23,0	16,4	13,7	10,9

Вероятность выпадения всех видов осадков колеблется между 8% (лето) и 27% (зима) в П и между 7% (лето) и 23% (зима) в Б.

Ниже приведены средние сезонные значения интенсивности всех видов осадков (мм/ч) – отношения количества осадков к их продолжительности:

	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
П	0,43	1,28	0,50	0,24	0,47
Б	0,60	1,55	0,59	0,27	0,58

Интенсивность осадков максимальна летом (когда большинство осадков – ливневые) и минимальна зимой.

Из изложенного выше следует:

а) влияние антропогенных факторов на повторяемость, количество, интенсивность и продолжительность осадков менее существенно, чем на туманы и дымки, поля температуры и влажности;

б) исключения составляют ливневые осадки, повторяемость и продолжительность которых в большом городе значительно меньше, чем в сельской местности;

в) не наблюдается сколько-нибудь существенного различия в характеристиках осадков в дневную и ночную части суток;

г) определяющую роль в формировании поля осадков (в том числе – ливневых) играют динамические факторы, прежде всего вертикальные движения синоптического фактора, доля термического фактора в образовании осадков не превышает 2–5%.

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.: Гидрометеоздат, 1991. С. 61–86.
3. Матвеев Ю.Л., Краснова Т.В. Метеорологические условия образования гроз // Метеорология и гидрология. 1992. № 4. С. 13–19.
4. Матвеев Ю.Л. Физико-статистический анализ условий образования облаков // Изв. РАН. Сер. ФАО. 1994. № 3. С. 345–351.

Yu. L. Matveev. **Influence of Big Town on the Precipitation.**

The analysis of atmospheric precipitations was made for a big town and for a village for 20 years. A repetition (number of cases) and number of days with precipitation as well as amount and duration of the precipitations were determined.