

УДК 543.311

Ааде ЛЕММИК, П. ЛУЙГА

КИСЛОТНОСТЬ ОСАДКОВ В ЭСТОНСКОЙ ССР

3. ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЖДЕВЫХ ОСАДКОВ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА В ТАЛЛИНЕ

(Представил О. Киррет)

В настоящей статье сравниваются результаты анализов дождевых осадков, отобранных в течение 1983—1986 гг. в двух районах Таллина — в Мустамяэ и Клоостриметса (рис. 1), и обсуждается зависимость основных характеристик этих осадков от направления ветра во время дождя. Пробы дождевых осадков отбирали по возможности одновременно в обоих местах, а также отдельно в случае разовых дождей в одном из районов. Результаты исследования основных характеристик осадков опубликованы в [1-4].

В целях выяснения зависимости загрязненности дождевых осадков от направления движения воздушных масс полученные характеристики всех исследованных осадков разделили по направлению ветра на восемь групп. Для каждого из восьми румбов рассчитывали месячные, трехмесячные и сезонные взвешенные средние показатели. На основе этих данных определяли многолетние средние показатели, характеризующие дождевые осадки при определенных направлениях ветра, отдельно для летнего и весенне-осеннего (отопительного) периодов (см. таблицу;

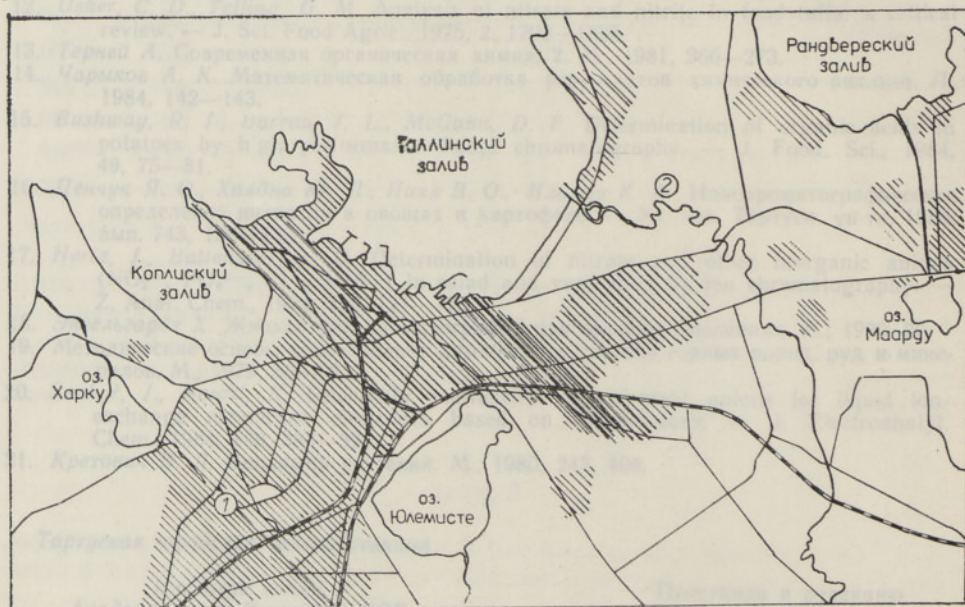


Рис. 1. Расположение мест отбора проб дождевых осадков: 1 — Мустамяэ, 2 — Клоостриметса. Заштрихованные площади — районы с источниками атмосферных выбросов.

Средние значения характеристик дождей осадков при разных направлениях ветра
в Мустамяэ (М) и Клоостримета (К) за 1983—1986 годы

m — суммарное количество осадков, мм; pH — минус логарифм от концентрации водородных ионов; ТК — титруемая кислотность, мг·экв/л;
ε — электропроводность, мкОм·л·см⁻¹; SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ — концентрации анионов, мг/л

Период	Показатель	Направление ветра													
		С-В		В		Ю-В		Ю		Ю-З		З		С-З	
		М	К	М	К	М	К	М	К	М	К	М	К	М	К
Летний период	<i>m</i>	94	59	49	35	67	34	56	74	134	100	43	50	36	9
	pH	5,4	5,2	6,1	6,0	5,3	5,8	5,2	5,5	5,1	5,0	5,2	4,9	6,2	6,1
	TK	28	16	94	65	23	22	53	45	61	110	69	104	39	120
	ε	34	27	26	141	24	34	27	47	46	33	55	45	68	47
Летний период	SO ₄ ²⁻	4,4	1,9	3,1	2,4	4,8	4,3	3,2	5,1	3,6	1,8	3,4	2,8	4,2	4,0
	NO ₃ ⁻	2,4	0,5	4,3	0,5	1,1	1,9	1,0	5,8	1,2	0,3	0,6	0,6	2,2	4,7
	Cl ⁻	0,8	1,5	0,3	1,5	0,4	3,4	1,3	1,5	1,5	1,4	2,0	1,2	1,1	0,8
Весенне-осенний период (отопительный)	<i>m</i>	11		37		51	43	39	148	244	146	73	40	104	28
	pH	6,1		5,1		4,6	4,9	4,7	4,7	5,2	5,3	5,8	5,4	5,7	6,6
	TK	5		19		37	60	41	58	54	96	54	160	32	51
	ε	48		41		82	39	34	57	59	36	57	36	69	43
Весенне-осенний период	SO ₄ ²⁻	7,0		8,0		6,6	4,1	3,3	5,4	6,1	3,6	4,9	5,5	4,2	3,5
	NO ₃ ⁻	0,8		3,2		2,8	2,0	2,4	2,4	3,0	2,7	1,6	2,2	0,7	1,3
	Cl ⁻	4,2		0,4		2,5	0,5	1,4	1,4	2,2	2,2	2,0	2,9	1,8	2,8
В среднем за год	<i>m</i>	105	59	86	35	118	77	95	222	378	246	116	90	140	37
	pH	5,4	5,2	5,4	6,0	4,9	5,1	4,8	4,8	5,2	5,2	5,5	5,1	5,8	6,4
	TK	26	16	62	65	29	43	48	54	56	102	60	129	34	68
	ε	36	27	32	141	49	37	30	54	54	35	56	41	69	44
В среднем за год	SO ₄ ²⁻	4,7	1,9	5,2	2,4	5,6	4,2	3,2	5,3	5,2	2,9	4,3	4,0	4,2	3,6
	NO ₃ ⁻	2,2	0,5	3,8	0,5	1,8	2,0	1,2	2,5	2,4	1,7	1,2	1,3	1,1	2,1
	Cl ⁻	1,2	1,5	0,3	1,5	1,3	1,8	1,4	1,9	2,0	1,9	2,0	2,0	1,6	2,3

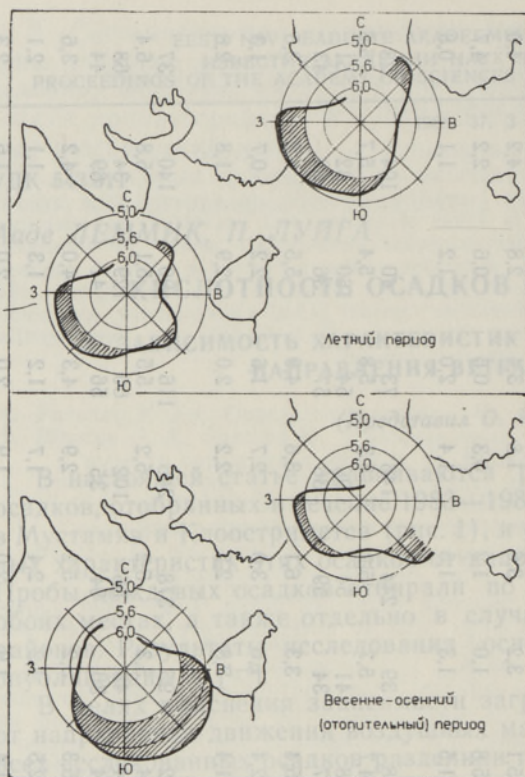


Рис. 2. Значение рН дождевых осадков в зависимости от направления ветра.

поскольку северные ветры практически не сопровождаются ветрами, а в Клоостриметса проб осадков при восточном и северо-восточном ветрах получено не было, данные в таблице отсутствуют).

На основе средних данных составляли схемы направления ветра и изменения в связи с этим значений рН дождевых вод и содержания в них примесей в теплый и отопительный сезоны (рис. 2—4).

Для Мустамяэ разброс значений рН дождевых осадков оказался довольно большим: от 3,4 (декабрь 1984, ветер южный) до 10,0 (сентябрь 1986, ветер западный) и 10,6 (октябрь 1985, ветер западный). Для Клоостриметса экстремальные значения рН разовых дождей были ближе — 4,3 и 7,6. Для чистой дождевой воды, т. е. при равновесном растворении в каплях углекислого газа, содержащегося в воздухе, характерным считается рН 5,6. Повышенные значения рН приходится, как правило, на летние дожди, выпадающие после длительного сухого периода, в течение которого в воздухе успевает скопиться довольно много известняковой пыли. Такое положение чаще складывается в Северной Эстонии. Влияние пыли уменьшается в холодную маловетреную погоду и в случае частых дождей.

При восточных и северо-западных ветрах дождевые воды имеют сравнительно высокое значение рН, в сред-

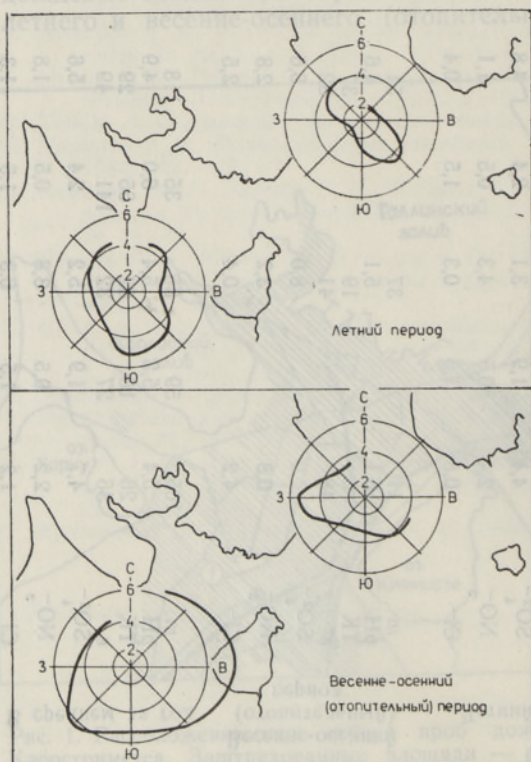


Рис. 3. Загрязненность дождевых осадков сульфатами в зависимости от направления ветра.

Рис. 4. Загрязненность дождевых осадков хлоридами в зависимости от направления ветра.

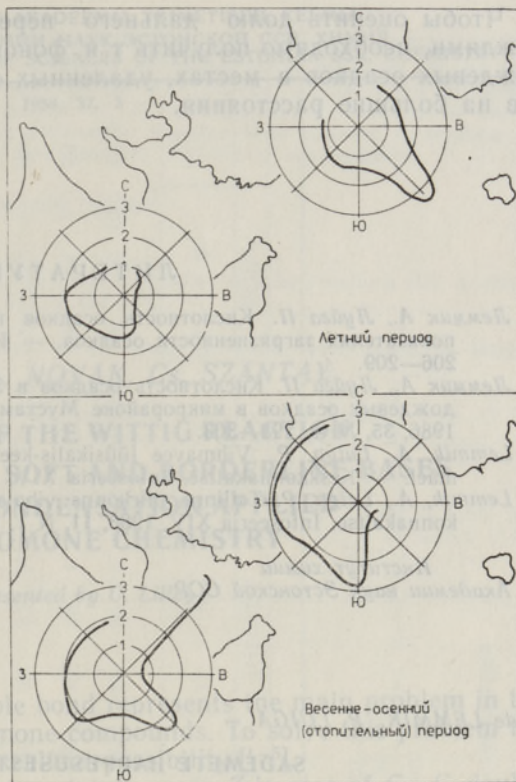
нем около 6 (рис. 2). В Клоостриметса эти ветры несут с собой пыль от известнякового рудника Вю, а в Мустамяэ — от промышленного района Мяннику. Кислые осадки ($pH < 5,6$) приносят главным образом ветры юго-западного и северо-восточного направлений, где крупных пылевых источников нет. С наступлением отопительного сезона картина меняется. Как правило, pH уменьшается из-за меньшей, по сравнению с летним периодом, запыленности воздуха, а также из-за больших объемов выбрасываемых в атмосферу кислотных дымовых газов, особенно в районах с печным отоплением. Низкие значения pH связаны с меньшим переносом пыли с промплощадок крупных предприятий при определенном направлении ветра.

Содержание сульфатов в дождевых осадках (рис. 3) явно зависит от местных источников. Так, например, летом в Клоостриметса чувствуются сернистые выбросы ТЭЦ Иру и Маардуским химзаводом. В Мустамяэ поставщиками сульфатов являются крупные котельные, работающие на мазуте. Концентрации этой примеси резко увеличиваются с началом отопительного сезона и варьируют в зависимости от направления ветра.

Наличие хлоридов в дождевых осадках в районе Таллина можно объяснить близостью моря. Ранней весной и осенью, когда преобладают сильные северо-восточные и северо-западные ветры, брызги морской воды попадают в атмосферу. Поэтому в Клоостриметса, расположенном ближе к морю, чем Мустамяэ, и средние концентрации хлоридов выше. Этот факт подтверждает морское происхождение хлоридов.

Против ожидания повышенным оказалось содержание хлоридов в дождях южного и юго-восточного направлений. Очевидно, имеется очаг, постоянно выделяющий значительные количества хлористых соединений. Можно думать, что это сельскохозяйственный источник, поскольку крупных промышленных предприятий там нет.

Хотя известно, что атмосферные выбросы могут переноситься на большие расстояния и выпадать с мокрыми осадками за сотни километров от источника, несомненен тот факт, что в загрязнение воздушного бассейна Таллина значительный вклад вносят местные источники выбросов, а также транспорт. При этом существенное влияние оказывают интеракции разных видов ингредиентов, как, например, реакции кислотных газообразных соединений с пылью.



Чтобы оценить долю дальнего переноса атмосферных выбросов дождями, необходимо получить т. н. фоновые данные путем отбора проб дождевых осадков в местах, удаленных от местных источников выбросов на большие расстояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леммик А., Луйга П. Кислотность осадков в Эстонской ССР. 1. О характерных показателях загрязненности осадков. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1985, **34**, № 3, 206—209.
2. Леммик А., Луйга П. Кислотность осадков в Эстонской ССР. 2. О характеристике дождевых осадков в микрорайоне Мустамяэ Таллина. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1986, **35**, № 4, 298—303.
3. Lemmik, A., Luiga, P. Vihmavee füüsikalise-keemilised omadused Tallinnas Mustamäel. — Keskkonnakaitse. Infoseeria XIV, 1987, **10**, N 3, 12—16.
4. Lemmik, A., Luiga, P. Tallinna piirkonna vihmavee saastatusest 1986—87. — Keskkonnakaitse. Infoseeria XIV, 1988, **11**, N 1, 10—16.

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
30/XII 1987

Aade LEMMIK, P. LUIGA

SADEMETE HAPPEUSSEST EESTI NSV-s

3. Vihmavee karakteristikute sõltuvus tuule suunast Tallinnas

On võrreldud aastail 1983—1986 Mustamäel ja Kloostrimetsas samaaegselt kogutud vihmavee proovide analüüside tulemusi. Saadud andmed on rühmitatud tuule suuna järgi ning arvutatud aastaegade keskmised näitajad. Aasta on tinglikult jagatud suve- ja kütteperioodiks.

Sulfaat- ja kloriidioonide kontsentratsioonide ning pH muutused, mis olenevad tuule suunast nii Mustamäel kui ka Kloostrimetsas, on esitatud joonistel. Keskmiste näitajate erinevused tuule suuna ja aastaegade järgi viitavad kohalike saasteallikate suurele osatähtsusele vihmavee koostise kujunemisel.

Aade LEMMIK, P. LUIGA

THE ACIDITY OF PRECIPITATION IN THE ESTONIAN SSR

3. Characteristics of rainwater depending on wind direction in Tallinn

Results of the rainwater samples analyses collected simultaneously in the districts of Mustamäe and Kloostrimetsa, Tallinn, in 1983—1986 have been compared. The data obtained have been classified according to the wind direction. The weighted mean indices for different seasons of the year have been calculated. The year has been conventionally divided into the summer and heating period.

Variations in the pH, concentration of SO_4^{2-} and Cl^- ions of rainwater depending on wind direction of both Mustamäe and Kloostrimetsa have been shown in the figures. Differences in the weighted indices due to wind direction and season of the year indicate that local pollution sources influence considerably the nature of rainwater.