

4

глава

КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И СОСТОЯНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух происходит в результате деятельности природных и антропогенных источников, а также в результате регионального и трансграничного переноса.

Задача оценки выбросов является сложной по причине многообразия и сложности источников поступления загрязняющих веществ в атмосферу, а также протекающих в атмосфере физических и химических процессов. На национальном уровне осуществляется учет выбросов от крупных стационарных источников на основании формы статистической отчетности № 1-ос (воздух). Выбросы от мобильных (передвижных) источников оцениваются расчетным путем. Степень полноты информации о выбросах различается в зависимости от загрязняющего вещества. Наиболее полными являются данные о выбросах оксидов серы и азота, оксида углерода и твердых веществ; значительно менее полными представляются данные о выбросах тяжелых металлов, аммиака, стойких органических загрязнителей (СОЗ).

В данном разделе представлены данные о выбросах загрязняющих веществ, полученные на основании результатов статистического учета, а также расчетные данные.

В 2014 г. общие валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников на территории Беларуси составили 1343,6 тыс.т (65,5% от мобильных источников, 34,5% от стационарных источников).

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2014 г., как и в предыдущие годы, преобладали оксид углерода – 48,9%, углеводороды и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС) – 28,8, оксиды азота – 11,6, твердые вещества – 4,6 и диоксид серы – 3,8% (табл. 4.1). Большая часть выброшенных в атмосферу оксида углерода (87,7%) и оксидов азота (61,2%) обусловлена работой мобильных источников. Стационарными источниками обусловлено 99,6% выбросов диоксида серы, 56,4% выбросов твердых веществ и 52,9% выбросов углеводородов (включая НМЛОС).

Таблица 4.1

**Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
от стационарных и мобильных источников
на территории Беларуси в 2014 г., тыс.т**

Область	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углеводороды (включая НМЛОС)	Прочие	Всего
Брестская	8,77	87,35	1,27	19,20	57,68	5,34	179,61
Витебская	9,99	85,12	22,95	22,92	67,12	4,43	212,53
Гомельская	9,62	87,62	19,84	23,34	68,77	6,12	215,30
Гродненская	8,70	78,18	0,91	22,43	49,83	6,15	166,20
г.Минск	5,32	118,75	1,11	21,22	34,68	0,12	181,20
Минская	11,46	138,39	2,47	26,15	70,93	6,89	256,30
Могилевская	8,06	61,98	1,93	20,22	37,63	2,65	132,46
Всего	61,92	657,39	50,48	155,48	386,64	31,70	1343,60

В 2014 г. продолжилась тенденция к сокращению валовых выбросов загрязняющих веществ в Беларуси: по сравнению с 2013 г. валовые выбросы уменьшились на 30,8 тыс.т (или на 2,2%).

В наибольшей степени сократились выбросы оксида углерода – на 28,9 тыс.т. Также наблюдалось сокращение валовых выбросов твердых веществ (на 3,7 тыс.т) и оксидов азота (на 8,5 тыс.т). В то же время выбросы диоксида серы увеличились относительно уровня предыдущего года на 1,6 тыс.т (на 3,2%), выбросы углеводородов – на 6,9 (на 1,8), выбросы прочих загрязняющих веществ – на 1,8 тыс.т (на 6,0%).

В г.Минске суммарный объем выбросов от стационарных и мобильных источников в 2014 г. составил 181,2 тыс.т, что на 4,4 тыс.т меньше, чем в предыдущем году. Работой автотранспорта в г.Минске по-прежнему обусловлена большая часть (87,0%) валовых выбросов загрязняющих веществ.

Выбросы от стационарных источников

В 2014 г. по форме 1-ос(воздух) в Беларуси отчиталось 2332 предприятия, что на 67 предприятий (или на 3%) больше, чем в 2013 г. Начиная с 2011 г. сохраняется тенденция к росту количества организаций, предоставляющих отчетность о выбросах загрязняющих веществ. Как и в предыдущие годы, отчетность за 2014 г. предоставлена преимущественно по организованным источникам, доля которых составила 83% от общего количества стационарных источников выбросов.

Согласно данным статистической отчетности, в 2014 г. стационарными источниками в атмосферный воздух выброшено 462,8 тыс.т загрязняющих веществ, что на 16,8 тыс.т (или на 4%) больше, чем в 2013 г. Рост суммарного количества выбросов от стационарных источников в Беларуси наблюдается третий год подряд, средние приведенные выбросы на одно предприятие сохраняются на примерно на одном уровне – 0,2 тыс.т/предприятие.

В 2014 г. 10,6% организованных стационарных источников выбросов были оснащены газоочистными установками. По данному показателю на протяжении нескольких последних лет наблюдается незначительный рост. Вместе с тем, в 2014 г. общее количество используемых газоочистных установок по сравнению с 2013 г. сократилось на 1926 и составило 14893 единицы. Такое сокращение в значительной степени снивелировало существенное увеличение числа газоочистных установок в 2013 г. по сравнению с 2012 г. Общая эффективность очистки отходящих газов в 2014 г. составила 88,7%, что на 1,1% больше по сравнению с предыдущим годом.

Отрасли экономики. Основной объем выбросов среди отраслей экономики Беларуси в 2014 г. пришелся на обрабатываю-

щую промышленность и составил 189,73 тыс.т или 41,0% от суммарных выбросов от стационарных источников. По сравнению с 2013 г. валовые выбросы в данном секторе сократились на 2,87 тыс.т преимущественно за счет неметановых летучих органических соединений, выбросы которых уменьшились на 8%.

В целом вклад промышленности в валовые выбросы от стационарных источников в 2014 г. составил 58,1%, что на 3,6% меньше по сравнению с предыдущим годом. Кроме промышленности, значительный вклад в валовые выбросы от стационарных источников внесли сельское хозяйство (34,0%) и транспорт и связь (4,7%). Остальными секторами экономики Беларуси в 2014 г. в сумме было выброшено 14,8 тыс.т загрязняющих веществ (табл. 4.2).

На долю промышленности пришлось более 70% выбросов по отдельным загрязняющим веществам, исключая углеводороды (без НМЛОС) и прочие загрязняющие вещества, вклад промышленности в выбросы которых составил соответственно 12 и 19%. Выбросы углеводородов и прочих загрязняющих веществ соответственно на 81,1 и 80,2% были обусловлены выбросами сельскохозяйственных организаций.

Таблица 4.2

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
от стационарных источников по основным отраслям
экономики Беларуси в 2014 г., тыс.т**

Отрасль экономики	Вещество							ВСЕГО
	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углеводороды (без НМЛОС)	НМЛОС	Прочие	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Промышленность	25,67	64,62	48,47	56,34	18,24	49,44	6,00	268,77
в т.ч. горнодобывающая	2,29	1,54	0,65	0,74	0,18	1,31	0,02	6,72
обрабатывающая	15,80	43,82	42,23	31,06	5,15	47,15	4,52	189,73
производство и распределение электроэнергии, газа и воды	7,58	19,27	5,58	24,53	12,91	0,99	1,46	72,33

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	4,73	2,33	0,6	1,06	120,87	2,21	25,41	157,21
Транспорт и связь	0,45	10,09	0,38	2,38	6,68	1,99	0,01	21,98
Строительство	3,03	2,83	0,48	0,32	0,00	0,38	0,00	7,05
Торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования	0,07	0,11	0,03	0,03	0,28	1,39	0,03	1,95
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг потребителям	0,45	0,43	0,06	0,15	0,57	0,05	0,08	1,80
Государственное управление	0,34	0,16	0,23	0,03	0,01	0,01	0,00	0,78
Образование	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,06	0,07	0,03	0,03	0,06	0,00	0,00	0,25
Предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг	0,10	0,23	0,01	0,04	2,41	0,04	0,16	2,99
Всего	34,91	80,88	50,28	60,38	149,12	55,52	31,69	462,79

Для большей части видов деятельности в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом отмечено сокращение суммарных выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Заметный рост выбросов отмечен для сельского хозяйства (на 29,8 тыс.т или на 19%) и строительства (на 0,35 тыс.т или на 5%).

Что касается выбросов по отдельным загрязняющим веществам, то по сравнению с 2013 г. в 2014 г. отмечено увеличение выбросов углеводородов (на 23,0 тыс.т), диоксида серы (на 1,7 тыс.т) и прочих веществ (на 1,8 тыс.т). Выбросы остальных основных загрязняющих веществ, согласно статистическим данным, сократились.

Рост выбросов углеводородов в 2014 г. (на 15,4%), с одной стороны, обусловлен увеличением образования этих загрязняющих веществ, с другой стороны – незначительным (на 0,2%) сокращени-

ем эффективности вторичных мер по снижению их выбросов. Рост выбросов диоксида серы (на 3,3%) связан с увеличением образования этого соединения, которое было больше увеличения эффективности очистки выбросов. Увеличение образования прочих загрязняющих веществ на 19% в сочетании с ростом эффективности их вторичной очистки на 7,1% привело к росту выбросов данной категории веществ только на 5,6%.

Сокращение выбросов твердых веществ и НМЛОС (соответственно на 4,0 и 9,7%), несмотря на увеличение их образования (соответственно на 27,0 и 6,9%), обусловлено увеличением эффективности вторичных мер по снижению выбросов данных загрязняющих веществ (на 0,3 и 7,7%). Для оксида углерода и оксидов азота сокращение выбросов (соответственно на 1,4 и 3,0%) вызвано уменьшением их образования (на 6,6 и 4,3%) при одновременном снижении эффективности мер по их очистке (соответственно на 3,1 и 1,1%).

Города. На урбанизированных территориях размещено 60% (по количеству) стационарных источников, выбрасывающих 47% загрязняющих веществ. В 2014 г. наибольшее количество загрязняющих веществ было выброшено в атмосферный воздух на территории Новополоцка (51,95 тыс.т), Минска (23,50 тыс.т) и Гродно (9,97 тыс.т) (табл. 4.3), причем в каждом из этих городов уже второй год подряд наблюдается тенденция к сокращению выбросов.

Таблица 4.3

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников по областям и городам Беларуси в 2014 г. (указаны города, где выбросы превышают 1 тыс.т), тыс.т*

Область, город	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углевородороды (без НМЛОС)	НМЛОС	Прочие	ВСЕГО
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Брестская область	4,27	6,15	1,27	4,40	28,03	2,35	5,34	51,81
Брест	0,40	0,69	0,04	0,52	0,74	0,84	0,09	3,32
Белозерск	0,07	0,55	0,34	1,93	0,05	0,01	0,00	2,94
Жабинка	0,16	1,74	0,14	0,12	0,04	0,00	0,01	2,21
Барановичи	0,25	0,31	0,03	0,37	0,30	0,21	0,03	1,50
Пинск	0,15	0,27	0,02	0,29	0,16	0,20	0,04	1,12

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Витебская область	6,19	14,42	22,95	10,52	18,74	25,28	4,43	102,53
Новополоцк	0,24	3,31	20,77	3,71	0,47	23,09	0,37	51,95
Новолукомль	0,10	2,71	1,09	3,63	0	0,03	0,00	7,55
Витебск	1,09	0,95	0,05	0,78	0,24	0,50	0,04	3,65
Полоцк	0,53	0,54	0,11	0,55	0,00	0,49	0,04	2,25
Орша	0,26	0,55	0,25	0,61	0,29	0,08	0,01	2,04
Гомельская область	5,42	15,92	19,84	9,94	30,74	13,63	6,12	101,60
Жлобин	0,83	5,89	0,41	1,10	0,55	0,33	0,03	9,14
Гомель	1,07	2,18	0,91	2,41	0,60	0,94	0,49	8,62
Светлогорск	0,16	0,47	0,28	0,66	0,67	0,44	0,05	2,74
Мозырь	0,10	0,44	0,18	0,85	0,15	0,07	0,00	1,79
Речица	0,29	0,48	0,21	0,22	0,01	0,02	0,01	1,23
Гродненская область	5,20	8,78	0,91	10,43	23,81	3,52	6,15	58,80
Гродно	1,37	1,97	0,42	2,43	0,54	1,84	1,41	9,97
Лида	0,15	0,50	0,02	0,26	0,39	0,73	0,05	2,12
Скидель	0,20	1,06	0,03	0,25	0,18	0,01	0,17	1,89
Сморгонь	0,42	0,87	0,05	0,29	0,04	0,20	0,01	1,87
г.Минск	2,02	10,35	1,01	6,22	0,49	3,29	0,12	23,50
Минская область	6,36	17,09	2,37	7,55	30,69	3,54	6,89	74,50
Городея	0,08	2,91	0,12	0,16	0,00	0,14	0,00	3,41
Слуцк	0,33	1,81	0,14	0,21	0,27	0,04	0,06	2,86
Борисов	0,37	0,52	0,05	0,43	0,69	0,57	0,19	2,82
Жодино	0,19	0,25	0,26	0,26	0,01	0,17	0,00	1,14
Молодечно	0,15	0,22	0,09	0,05	0,17	0,41	0,02	1,11
Могилевская область	5,46	8,18	1,93	11,32	16,62	3,91	2,65	50,06
Костюковичи	0,92	1,74	0,29	2,90	0,26	0,07	0,02	6,21
Могилев	0,48	1,39	0,11	1,61	0,50	1,42	0,10	5,61
Бобруйск	0,51	1,04	0,33	1,37	0,66	1,35	0,04	5,31
Кричев	0,42	0,44	0,03	2,15	0,18	0,07	0,03	3,31
Шклов	0,11	0,13	0,01	0,10	0,85	0,02	0,06	1,27
Осиповичи	0,15	0,37	0,03	0,11	0,35	0,01	0,01	1,03

* Данные Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Число городов с суммарным объемом выбросов от стационарных источников более 1 тыс.т сократилось с 34 в 2013 г. до 31 в 2014 г. Вместе с тем отмечено увеличение общего объема выбросов в таких городах, как Белоозерск, Полоцк, Орша, Жлобин, Го-

мель, Светлогорск, Мозырь, Речица, Скидель, Сморгонь, Костюковичи, Осиповичи. Наиболее существенным данное увеличение было в Белоозерске (на 1,84 тыс.т) и Гомеле (на 1,38 тыс.т). В большинстве указанных городов увеличение выбросов отмечено в наибольшей степени для оксида углерода, оксидов азота, диоксида серы.

Для таких городов, как Брест, Жабинка, Барановичи, Пинск, Новополоцк, Новолукомль, Витебск, Гродно, Лида, Минск, Городея, Слуцк, Борисов, Жодино, Молодечно, Могилев, Бобруйск, Кричев в 2014 г. отмечено сокращение выбросов от стационарных источников по сравнению с 2013 г. как суммарно, так и по отдельным загрязняющим веществам. Наиболее существенным данное сокращение было в Барановичах (на 1,18 тыс.т), Новополоцке (на 1,58 тыс.т), Новолукомле (на 1,33 тыс.т), Минске (на 1,64 тыс.т) и Кричеве (на 2,0 тыс.т).

Урбанизированные (города) и прочие (вне городов) территории различаются по структуре выбросов загрязняющих веществ. На урбанизированных территориях выбросы от стационарных источников по отдельным загрязняющим веществам распределены более-менее равномерно: доля преобладающего вещества – оксида углерода – составляет около 25% суммарного объема выбросов, на долю других веществ приходится от 3 до 18%. В то же время на прочих территориях преобладают выбросы углеводородов, составляющие более 50% суммарного объема выбросов стационарных источников вне городов и городских поселков, на долю каждого из других загрязняющих веществ на прочих территориях приходится от 5 до 12% выбросов.

Выбросы от мобильных источников

Оценка выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников за 2014 г. выполнена Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды с использованием удельных показателей выбросов на единицу использованного топлива по обобщенным группам транспортных средств (бензиновые, дизельные, автомобили на сжатом газе, на сжиженном газе) и экологическим классам, а также данных об объемах топлива, израсходованного на работу транспорта.

Согласно проведенным расчетам, в 2014 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников на территории Беларуси составил 880,8 тыс.т, в том числе 576,5 тыс.т (65,4%) оксида углерода, 182,0 тыс.т (20,7%) углеводородов

(табл. 4.4). Доля остальных загрязняющих веществ в общем объеме выбросов была менее значительной: оксиды азота – 10,8%, твердые вещества – 3,1, диоксид серы – 0,02%.

Таблица 4.4

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников на территории Беларуси в 2014 г., тыс.т*

Область	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углеводороды	Всего
Брестская	4,5	81,2	0,0	14,8	27,3	127,8
Витебская	3,8	70,7	–	12,4	23,1	110,0
Гомельская	4,2	71,7	–	13,4	24,4	113,7
Гродненская	3,5	69,4	–	12,0	22,5	107,4
г.Минск	3,3	108,4	0,1	15,0	30,9	157,7
Минская	5,1	121,3	0,1	18,6	36,7	181,8
Могилевская	2,6	53,8	–	8,9	17,1	82,4
Всего	27,0	576,5	0,2	95,1	182,0	880,8

* Данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Наибольшее количество загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, было выброшено мобильными источниками в Минской области и г.Минске (соответственно 181,8 и 157,7 тыс.т), наименьшее – в Могилевской области (82,4 тыс.т). По сравнению с 2013 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников в 2014 г. сократился на 47,6 тыс.т (на 5,1%). Валовое сокращение выбросов от мобильных источников произошло за счет сокращения выбросов всех загрязняющих веществ: оксида углерода – на 27,9 тыс.т, углеводородов – на 10,7, оксидов азота – на 6,6, диоксида серы – на 0,1, твердых веществ – на 2,3 тыс.т.

Для отдельных областей Беларуси в 2014 г. было характерно сокращение как общего объема выбросов от мобильных источников, так и выбросов отдельных загрязняющих веществ. Исключение составила Минская область, где отмечено увеличение выбросов оксида углерода на 0,6 тыс.т на фоне сокращения общего объема выбросов на 0,7 тыс.т.

Наибольшее сокращение общего объема выбросов от мобильных источников в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом характерно для Брестской области (на 10,6 тыс.т или 7,7%). В Витебской области выбросы от данной категории источников сократились на 10,3 тыс.т (на 8,6%), в Гомельской – на 9,5 (на 7,7), в

Гродненской – на 9,4 (на 8,0), в Могилевской – на 4,3 (на 5,0) и в г.Минске – на 2,8 тыс.т (на 1,7%).

Удельные выбросы загрязняющих веществ

В ряду экологических показателей, характеризующих загрязнение атмосферного воздуха, выделяются показатели удельных выбросов загрязняющих веществ в расчете на единицу площади территории страны и на одного жителя. Данные показатели широко используются для сравнения между собой различных стран, а также регионов внутри страны.

В 2014 г. удельные валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников, рассчитанные на единицу площади Беларуси, составили 6,47 т/км², что на 0,15 т/км² меньше, чем в 2013 г. В разрезе областей данная величина изменялась в диапазоне от 4,6 т/км² (Могилевская область) до 10,9 т/км² (Минская область, включая г.Минск). Для остальных областей этот показатель находился в пределах от 5,3 до 6,6 т/км².

Удельные показатели выбросов основных загрязняющих веществ, рассчитанные в целом для страны, представлены в таблице 4.5. Максимальные удельные показатели выбросов как на единицу площади, так и на душу населения характерны для оксида углерода.

Таблица 4.5

Удельные выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и мобильных источников на территории Беларуси в 2014 г.

Удельный показатель	Твердые вещества	Оксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота
т/км ²	0,30	3,17	0,24	0,75
т/чел.	0,0065	0,0694	0,0053	0,0164

Высокие значения удельных выбросов на единицу площади по большинству рассматриваемых ингредиентов были выявлены в Гродненской и Минской областях (включая г.Минск), где удельные выбросы твердых веществ составили соответственно 0,35 и 0,42 т/км², диоксида серы – 0,04 и 0,09 т/км², оксидов азота – 0,89 и 1,18 т/км², оксида углерода – 3,11 и 6,40 т/км². По сравнению с 2013 г. удельные показатели выбросов загрязняющих веществ, приведенные на единицу площади, для Гродненской и Минской областей (включая г.Минск) сократились, но по-прежнему остаются наиболее высокими в стране.

В пересчете на душу населения удельные валовые выбросы в 2014 г. составили 0,142 т/чел. На уровне областей наиболее высокое значение данного показателя установлено для Минской области (0,183 т/чел), самое низкое – для г.Минска (0,094 т/чел).

Удельные выбросы загрязняющих веществ по отдельным ингредиентам на душу населения в разрезе областей распределены следующим образом. Максимальный удельный выброс твердых веществ установлен для Витебской, Гродненской и Минской областей (0,0082–0,0083 т/чел), минимальный – для г.Минска (0,0028 т/чел). Кроме того, г.Минск характеризуется наименьшими удельными показателями на душу населения по всем рассматриваемым компонентам за исключением оксида углерода, наименьший выброс которого на душу населения характерен для Могилевской области (0,0578 т/чел), в то время как наибольший – для Минской области (0,0987 т/чел). Для Витебской и Гомельской областей характерны наиболее высокие удельные показатели выбросов диоксида серы – соответственно 0,0191 и 0,0139 т/чел.

Оценка выбросов загрязняющих веществ в рамках Программы ЕМЕП

Полнота и качество информации о выбросах загрязняющих веществ являются необходимыми элементами регулирования трансграничного загрязнения атмосферы. Однако, официальные статистические данные не в полной мере учитывают выбросы в атмосферу таких загрязняющих веществ, как тяжелые металлы, аммиак, стойкие органические загрязнители. Кроме того, официальная статистика не дает представления о выбросах твердых веществ с разделением их на фракции различного размера. В связи с этим возникла необходимость проведения дополнительной инвентаризации выбросов.

На протяжении ряда лет в Институте природопользования НАН Беларуси осуществляется подготовка национальных данных о выбросах, которые требуются для выполнения обязательств Республики Беларусь по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

Инвентаризация проводится на основе методологии и руководящих принципов подготовки национальных данных о выбросах в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния в Европе» (Программа ЕМЕП).

Согласно требованиям руководящих принципов предоставления данных, сведения о выбросах предоставляются за год, предшествующий отчетному. Таким образом, в 2014 г. предоставляются данные за 2013 г. В данном подразделе представлены результаты оценки выбросов тяжелых металлов, аммиака, CO₂ и твердых взвешенных частиц в 2013 г.

Тяжелые металлы. В 2014 г. оценены выбросы свинца, кадмия, ртути, мышьяка, хрома, меди, никеля и цинка на территории Беларуси по основным категориям источников с учетом как статистических, так и расчетных данных, за 2013 г. Результаты оценки приведены в таблице 4.6.

Как показывают данные таблицы 4.6, в 2013 г. из перечисленных тяжелых металлов наиболее существенным объемом выбросов характеризовался *цинк* – 83,52 т. При этом 78,0% его выбросов пришлось на такую категорию источников, как производство чугуна и стали. Вторым по значимости источником цинка явилось стационарное сжигание топлива в промышленности – 10,96 т, из которых 6,3% было обусловлено сжиганием топлива при производстве неметаллических минеральных продуктов, 6,8% – сжиганием топлива в черной металлургии. Около 2,7% выбросов цинка дала химическая промышленность. Вклад остальных категорий источников в общий объем выбросов в сумме дал 6,2%.

Вторым по объему выбросов после цинка в 2013 г. был *никель* – 39,50 т, из которых 46,2% (18,25 т) поступило в атмосферу в результате обращения с нефтепродуктами, 41,2% (16,35 т) – при стационарном сжигании топлива в промышленности при производстве неметаллических минеральных продуктов. Вклад каждой из остальных категорий источников в общий объем выбросов никеля не превышал 5%.

Выбросы *свинца* в 2013 г. составили 38,60 т. Наиболее существенный вклад в выбросы данного металла внесли стационарное сжигание топлива в промышленности при производстве неметаллических минеральных продуктов – 58,3% (22,49 т) и производство чугуна и стали – 35,8% (13,82 т).

Основной вклад в выбросы *меди* в 2013 г. внесло производство чугуна и стали – 3,48 т или 51,3% из общего объема выбросов в 6,79 т. Второй по значимости категорией стали передвижные источники, которые обеспечили 17,2% суммарных выбросов данного ингредиента (1,17 т). Выбросы меди в каждой из остальных категорий источников не превышали 1 т.

Таблица 4.6

Выбросы тяжелых металлов на территории Беларуси в 2013 г.*, т

Категория источника	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Zn
Производство чугуна и стали	13,82	0,48	0,01	0,02	1,24	3,48	0,30	65,12
Стационарное сжигание топлива в промышленности (производство неметаллических минеральных продуктов)	22,49	1,07	0,46	0,58	0,46	0,52	16,35	5,29
Стационарное сжигание топлива в промышленности (черная металлургия)	0,81	0,01	0,00	0,02	0,26	0,49	0,11	5,67
Обращение с нефтепродуктами	0,66	0,02	0,02	0,03	0,23	0,22	18,25	0,60
Передвижные источники	0,18	0,04	0,00	0,00	0,19	1,17	1,95	0,39
Химическая промышленность	0,15	0,03	0,02	0,00	0,29	0,06	0,06	2,25
Распределение нефтепродуктов	0,14	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00
Стационарное сжигание топлива в бытовом секторе	0,13	0,03	0,00	0,05	0,13	0,30	0,15	1,23
Стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе	0,10	0,04	0,00	0,09	0,22	0,34	1,49	1,46
Централизованное производство тепловой и электрической энергии	0,08	0,01	0,02	0,02	0,05	0,20	0,66	0,74
Пищевая промышленность	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,06
Обращение с другими продуктами	0,02	0,00	0,00	0,12	0,09	0,01	0,05	0,57
Целлюлозно-бумажное производство	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,13
Сжигание отходов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Строительство и снос	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Всего	38,60	1,74	0,53	0,93	3,23	6,79	39,50	83,52

* Оценка выбросов в рамках Программы ЕМЕП происходит на год позже.

Производство чугуна и стали явилось основным источником поступления в атмосферу *хрома* (1,24 т или 38,4% из общего объема выбросов в 3,23 т) и значимым источником поступления *кадмия* (0,48 т или 27,6% из общего объема выбросов в 1,74 т).

Основной вклад в выбросы *мышьяка* и *ртуты* в 2013 г. внесло стационарное сжигание топлива в промышленности при производстве неметаллических минеральных продуктов – соответственно 62,4% из 0,93 т и 86,8% из 0,53 т. Другие категории источников внесли значительно меньший вклад в выбросы данных ингредиентов.

Аммиак. Статистика на основании форм отчетности № 1-ос (воздух) недоучитывает поступление аммиака в атмосферный воздух из многих значительных источников, в первую очередь, от такой отрасли, как сельское хозяйство. Выполненные в рамках Программы ЕМЕП расчеты показали, что в 2013 г. общие выбросы аммиака на территории Беларуси составили 150,2 тыс.т, что в 6 раз превышает статистические данные о выбросах данного загрязняющего вещества. Основной вклад в поступление аммиака в окружающую среду внесла такая категория сельскохозяйственных источников, как «уборка, хранение и использование навоза» (110,0 тыс.т или 73,3% от общего выброса аммиака). От категории «использование минеральных удобрений» в 2013 г. в атмосферу поступило 26,7 тыс.т аммиака или 17,8% от его общего выброса. Вклад других категорий источников в общую эмиссию аммиака по отдельности не превышал 4% (рис. 4.1).

Стойкие органические загрязнители (СОЗ). Выбрасываемые в атмосферный воздух стойкие органические загрязнители представлены большой группой соединений, в состав которой входят диоксины/фураны, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПХБ), гексахлорбензол (ГХБ), а также ряд других веществ.

Все оценки выбросов СОЗ получены расчетным путем. Выбросы диоксинов/фуранов оценены в граммах эквивалента токсичности (диоксинового эквивалента).

Общий выброс диоксинов/фуранов в 2013 г. составил 32,75 г ЭТ, что на 1,17 г ЭТ меньше, чем в 2012 г. Основные источники выбросов диоксинов/фуранов показаны на рисунке 4.2. Наибольший вклад в общий объем выбросов внесли такие категории источников, как сжигание отходов – 10,72 г ЭТ (32,7% от общего объема выбросов), производство чугуна и стали – 7,18 г ЭТ (21,9%), стационарное сжигание топлива в жилом секторе и ста-

ационарное сжигание топлива в промышленности (черная металлургия) – соответственно 5,35 и 3,59 г ЭТ (16,3 и 11,0%). На долю остальных категорий источников в сумме пришлось 5,91 г ЭТ или 18,1% от общего объема выбросов.

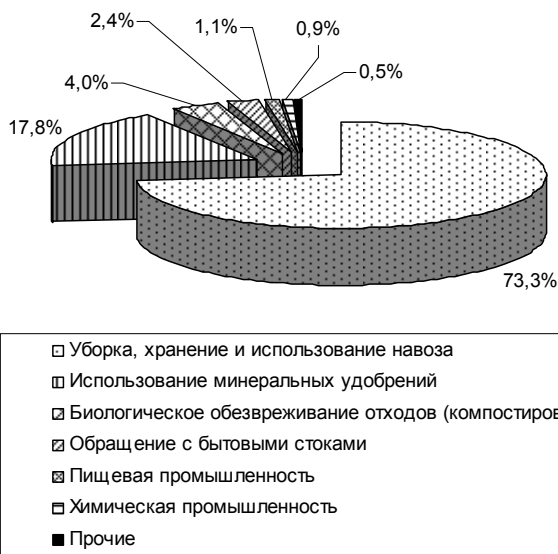
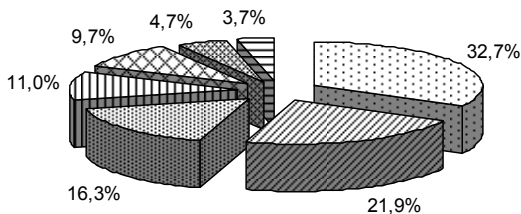


Рис. 4.1. Структура источников выбросов аммиака на территории Беларуси в 2013 г.

Суммарный выброс 4-х индикаторных ПАУ составил 43,4 т, в том числе бензо(а)пирена – 10,6 т, бензо(б)флуорантена – 20,9 т, бензо(к)-флуорантена – 5,8 т, индено(1,2,3-с,д)пирена – 6,1 т.

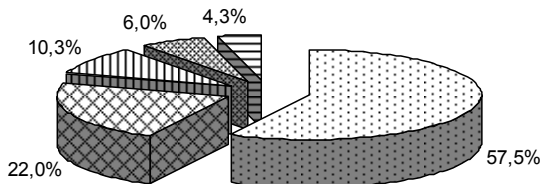
Основным источником выбросов индикаторных ПАУ явилось стационарное сжигание топлива в жилом секторе – 24,95 т (57,5%). Существенный вклад внесли также стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе – 9,53 т (22,0%) и передвижные источники – 4,49 т (10,3%) (рис. 4.3).

Твердые взвешенные частицы (ТЧ). Согласно расчетам, проведенным с использованием модели GAINS, валовые выбросы твердых взвешенных частиц (суммарные твердые частицы) на территории Беларуси в 2013 г. составили 100,18 тыс.т, что на 33% превосходит величину выбросов твердых веществ, полученную на основании данных статистической отчетности по формам № 1-ос (воздух).



- Сжигание отходов
- Производство чугуна и стали
- Стационарное сжигание топлива в жилом секторе
- Стационарное сжигание топлива в промышленности (черная металлургия)
- Стационарное сжигание топлива в промышленности строительных материалов
- Энергетика общего пользования и производства тепла
- Прочие

Рис. 4.2. Структура источников выбросов диоксинов/фуранов на территории Беларуси в 2013 г.



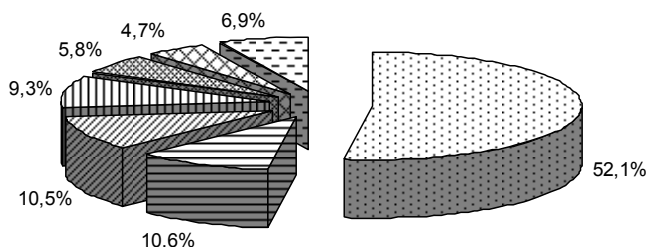
- Стационарное сжигание топлива в жилом секторе
- Стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе
- Передвижные источники
- Энергетика общего пользования и производства тепла
- Стационарное сжигание топлива в промышленности строительных материалов

Рис. 4.3. Структура источников выбросов ПАУ в атмосферу на территории Беларуси в 2013 г.

В общем объеме выбросов ТЧ выбросы твердых частиц фракции размером менее 10 микрон (ТЧ10) составили 57,74 тыс.т, менее 2,5 микрон (ТЧ2,5) – 45,00 тыс.т.

Наибольший вклад в выбросы суммарных твердых частиц в 2013 г. внесли передвижные источники – 33%. Существенным был вклад таких категорий источников, как хранение и использование навоза – 21% и стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе – 12%.

В выбросы ТЧ10 наибольший вклад также внесли передвижные источники – 30,09 тыс.т или 52,1% от общего объема выбросов, стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе – 6,14 тыс.т (10,6%) и стационарное сжигание топлива в жилом секторе – 6,07 тыс.т (10,5%) (рис. 4.4).



- Передвижные источники
- Стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе
- Стационарное сжигание топлива в жилом секторе
- Уборка, хранение и использование навоза
- Стационарное сжигание топлива в промышленности (черная металлургия)
- Стационарное сжигание топлива в энергетике и централизованном производстве тепла
- Прочие

Рис. 4.4. Структура источников выбросов ТЧ10 в атмосферу на территории Беларуси в 2013 г.

В выбросы ТЧ2,5 основной вклад внесли передвижные источники – 57%, стационарное сжигание топлива в жилом секторе – 13% и стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе – 12%.

Относительно предыдущего 2012 г. выбросы суммарных твердых частиц уменьшились на 7,22 тыс.т (на 6,7%), ТЧ10 – на 9,76 тыс.т (на 14,5%), ТЧ2,5 – на 6,46 тыс.т (на 12,6%).

4.2. Качество атмосферного воздуха

В Беларуси в системе мониторинга атмосферного воздуха проводятся наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, атмосферных осадках и снежном покрове. Проведение этого вида мониторинга осуществляют организации, подчиненные Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

В 2014 г. мониторинг атмосферного воздуха проводился в 19 промышленных городах, включая областные центры, а также Полоцк, Новополоцк, Оршу, Бобруйск, Мозырь, Речицу, Светлогорск, Пинск, Жлобин, Лиду, Солигорск, Барановичи и Борисов. Регулярными наблюдениями были охвачены территории, на которых проживает 87% населения крупных и средних городов страны. Государственная сеть мониторинга включала в себя также стационарные наблюдения, проводимые Министерством здравоохранения Республики Беларусь в г.Могилеве (один стационарный пост).

Сеть мониторинга атмосферного воздуха в 2014 г. включала 65 станций: 11 станций в Минске, 6 в Могилеве, по 5 в Гомеле и Витебске, по 4 в Бресте и Гродно; в остальных промышленных центрах действовало по 1–3 станции. В Минске, Витебске, Могилеве, Гродно, Бресте, Гомеле, Полоцке, Новополоцке, Солигорске и в районе Мозырского промышленного узла функционировало 14 автоматических станций, позволяющих получать информацию о содержании в воздухе приоритетных загрязняющих веществ в режиме реального времени.

Во всех городах в воздухе определялись концентрации основных загрязняющих веществ, которые подлежат обязательному учету, нормированию, мониторингу и контролю на всей территории страны (суммарные твердые частицы – недифференцированная по составу пыль/аэрозоль, оксид углерода, диоксид азота), в 8 городах – диоксида серы. Измерялись также концентрации приоритетных специфических загрязняющих веществ: формальдегида, аммиака, фенола, сероводорода, сероуглерода. Выбор приоритетного перечня специфических веществ производился на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь о выбросах с учетом размеров городов, предельно допустимых концентраций (ПДК) и коэффициентов рассеивания. Во всех промышленных центрах определялось содержание в воздухе свинца и кадмия, в 16 городах – бензо(а)пирена, в 10 городах – летучих органических соединений. На автоматических станциях

измерялись концентрации твердых частиц фракции размером до 10 микрон (ТЧ10) и приземного озона.

В 19 пунктах мониторинга регулярно проводились наблюдения за химическим составом атмосферных осадков. В месячных пробах осадков определялись кислотность, содержание компонентов основного солевого состава и тяжелых металлов. Ввиду отсутствия в феврале устойчивого снежного покрова в районах пунктов мониторинга пробы снега в 2014 г. не отбирались.

Оценка дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния в Европе» (Программы ЕМЕП) проводилась на специализированной трансграничной станции Высокое (западная граница Беларуси). Дополнительно в рамках данной программы работ продолжались наблюдения за суточными выпадениями атмосферных осадков на станциях Мстиславль (восточная граница) и Браслав (северная граница). На станции фонового мониторинга (СФМ) Березинский заповедник анализировалось состояние воздуха и атмосферных осадков по программе Глобальной службы атмосферы.

Для оценки состояния атмосферного воздуха использовались максимально разовые, среднесуточные и среднегодовые ПДК загрязняющих веществ. Средние за год концентрации загрязняющих веществ, измеренные на автоматических станциях с непрерывным режимом работы и на стационарных пунктах с дискретным режимом отбора проб воздуха в сроки 1, 7, 13 и 19 часов, сравнивались с ПДК среднегодовыми. Для станций с дискретным режимом отбора проб в сроки 7, 13 и 19 часов полученные значения сравнивались с максимально разовыми ПДК.

Кроме этого, для оценки состояния атмосферного воздуха использовался такой экологический показатель, как количество (доля) дней в году, в течение которых установлены превышения среднесуточных ПДК и повторяемость (доля) проб с концентрациями выше максимально разовых ПДК.

Данные о количестве (доле) дней в году со среднесуточными концентрациями ТЧ10 выше ПДК, полученные в результате непрерывных измерений, сравнивались с целевым показателем, принятым в странах Европейского Союза.

Состояние атмосферного воздуха городов

По результатам стационарных наблюдений в 2014 г. состояние атмосферного воздуха в большинстве контролируемых городов Беларуси оценивалось как стабильно хорошее. Доля проб с концентрациями загрязняющих веществ 0,5 ПДК и менее составляла от 93 до 99%. Количество дней со среднесуточными концентрациями ТЧ10 выше ПДК в атмосферном воздухе городов Брест, Витебск, Гродно, Полоцк, Новополоцк, Солигорск, жилых районов Минска и Могилева оставалось стабильным и было ниже целевого показателя, принятого в Европейском Союзе. В 2014 г. уровень загрязнения воздуха канцерогенным бензо(а)пиреном в Полоцке и Минске уменьшился на 22–32%.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению количества «проблемных» районов в контролируемых промышленных центрах страны. Так, в 2012–2014 гг. их число было в два с половиной раза ниже, чем в 2007 г. (рис. 4.5).

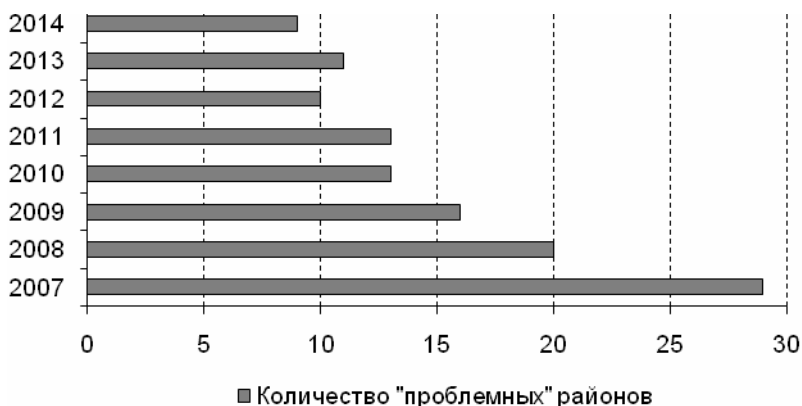


Рис. 4.5. Количество «проблемных» районов в отношении загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах Беларуси в 2007–2014 гг.

Вместе с тем, в Могилеве по-прежнему существует проблема загрязнения воздуха диоксидом азота, фенолом и формальдегидом (табл. 4.7). В периоды с неблагоприятными метеоусловиями их максимальные концентрации превышали ПДК в 3 раза. Не всегда соответствовало установленным нормативам качество воздуха

в Полоцке и Новополоцке: при неблагоприятных направлениях ветра, обуславливающих перенос загрязняющих веществ от основного источника воздействия – Новополоцкого промышленного узла, в воздухе городов зафиксированы концентрации диоксида серы выше предельно допустимой.

Таблица 4.7

Перечень «проблемных» районов в отношении загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах Беларуси в 2014 г.

Город	Адрес станции	Зона наблюдений	Характеристика нагрузки	Вещества, определяющие повышенный уровень загрязнения воздуха
Минск	ул.Радиальная, 50	Промышленная	Эпизодически*	ТЧ10
	ул.Тимирязева, 23	Смешанная**	Эпизодически	Диоксид азота, оксид углерода
Гомель	ул.Барыкина, 319	Смешанная	Эпизодически	ТЧ10, оксид углерода
Могилев	ул.Челюскинцев, 45	Промышленная	Эпизодически	Диоксид азота
	ул.Первомайская, 10	Жилая	Эпизодически	Диоксид азота
	пер.Крупской, 5	Автодорога	Эпизодически	ТЧ10, диоксид азота
Новополоцк	ул.Молодежная, 135	Автодорога	Эпизодически	Диоксид азота, оксид углерода
	ул.Молодежная, 49	Смешанная	Эпизодически	Диоксид серы, оксид углерода
Полоцк	ул.Кульнева	Смешанная	Эпизодически	Диоксид серы, оксид углерода

* Превышения нормативов качества отмечались только в отдельные месяцы.

** Станция расположена в зоне влияния выбросов как стационарных, так и мобильных источников.

Данные непрерывных измерений на автоматических станциях показали, что в некоторых районах Минска (ул.Радиальная), Могилева (пер.Крупской) и Гомеля (ул.Барыкина) превышен целевой показатель качества атмосферного воздуха по ТЧ10, который, согласно Директиве Совета Европейского Союза не допускает превышение среднесуточной ПДК (50 мкг/м^3) более, чем в 9,6% от общего количества измерений в течение календарного года. Существенный рост уровня загрязнения воздуха ТЧ10 отмечен в

феврале–марте, которые характеризовались дефицитом атмосферных осадков, формальдегидом и приземным озоном – в конце июля–первой декаде августа, что было связано с преобладанием рекордно высоких температур воздуха, способствовавших быстрому протеканию фотохимических реакций в атмосфере и образованию вторичных загрязняющих веществ. Максимальные концентрации формальдегида в воздухе в Жлобине, Орше, Гродно, Бресте и Пинске достигали 2–3 ПДК.

Ухудшение качества воздуха в городах отмечено и в конце октября. Основная причина – преобладание приземных инверсий и дефицит атмосферных осадков. Сочетание таких неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеорологических условий обусловило образование смога. Во многих городах уровень загрязнения воздуха возрос в 1,5–2,0 раза. Превышения нормативов качества по ТЧ10, оксидам азота и оксиду углерода зарегистрированы в Минске, Солигорске, Могилеве, Жлобине и Гомеле.

В таблицах 4.8 и 4.9 представлены характеристики состояния воздуха по данным стационарных наблюдений на станциях с дискретным и непрерывным режимом измерений.

Суммарные твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль). В воздухе городов Лида, Пинск, Светлогорск, Речица, Жлобин и Мозырь доля проб с концентрациями суммарных твердых частиц ниже 0,5 ПДК в 2014 г. составляла 83–88%, в остальных городах – более 90%. Как и в предыдущем году, сезонные изменения концентраций в воздухе городов Витебской, Гродненской, Могилевской и Минской областей были незначительны. В городах, расположенных в южной части страны, существенное увеличение содержания в воздухе твердых частиц отмечено в феврале–марте и октябре (рис. 4.6). Основная причина – дефицит атмосферных осадков.

Превышения максимально разовой ПДК суммарных твердых частиц в воздухе отмечены в 10 городах. В Пинске и Жлобине зарегистрированы концентрации 1,6–1,8 ПДК, в Гомеле и Речице – 2,0–2,4 ПДК. В период смоговой ситуации максимальные из разовых концентраций твердых частиц в воздухе в Новополоцке и Полоцке достигали 2,3–2,7 ПДК.

По сравнению с 2010 г. содержание суммарных твердых частиц в воздухе в Пинске понизилось на 7%, в Светлогорске, Гродно и Мозыре – на 15–20%, в Речице и Гомеле – на 33–37%, в Витебске – в 2 раза. Вместе с тем, в последние годы прослеживается рост концентраций суммарных твердых частиц в воздухе в Жлоби-

не и Бресте. В остальных городах уровень загрязнения воздуха суммарными твердыми частицами сохраняется стабильно низким.

Таблица 4.8

Среднегодовые и максимально разовые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов Беларуси в 2014 г., мкг/м³ (данные станций с дискретным отбором проб)

Город	Суммарные твердые частицы		Оксид углерода		Диоксид азота	
	q _{ср.} *	q _{м.} **	q _{ср.}	q _{м.}	q _{ср.}	q _{м.}
Бобруйск	<15	217	879	2800	37	310
Борисов	25	215	444	1420	18	50
Барановичи	36	170	824	2000	–	–
Брест	35	349	938	5100	39	555
Витебск	52	251	530	2900	41	243
Гомель	33	592	500	4000	26	361
Гродно	31	260	509	4560	26	225
Жлобин	80	553	406	1800	32	233
Лида	78	171	582	740	17	36
Минск	21	403	470	5040	37	475
Могилев	<15	262	495	4900	51	708
Мозырь	53	327	565	3500	21	173
Новополоцк	<15	700	916	2300	46	588
Орша	<15	171	1100	2900	23	147
Пинск	43	467	517	1400	22	337
Полоцк	<15	800	1256	3600	58	320
Речица	63	713	471	1600	35	81
Светлогорск	50	354	751	2400	32	124
ПДК	–	300	–	5000	–	250

* Среднегодовая концентрация загрязняющего вещества. ** Максимально разовая концентрация загрязняющего вещества.

Твердые частицы фракции до 10 микрон (ТЧ10). Мониторинг ТЧ10 проводился в 9 городах и в районе Мозырского промышленного узла. Среднегодовые концентрации ТЧ10 в воздухе в Могилеве (район пер.Крупской), Гомеле (район ул.Барыкина) и Минске (район ул.Радиальной) находились в пределах 0,8–1,0 ПДК, в других городах – 0,4–0,6 ПДК.

Таблица 4.9

Среднегодовые и максимально разовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов Беларуси в 2014 г. (по данным непрерывных измерений)

Город	Расположение станции	ТЧ10			Диоксид серы			Оксид углерода		
		Q _{ср.} *	Q _{м.} **	n***	Q _{ср.}	Q _{м.}	n	Q _{ср.}	Q _{м.}	n
Брест	ул.Северная, 75	22	61	4	15	80	0	394	2000	0
Витебск	ул.Чкалова, 14	18	61	3	-****	-	-	320	4994	0
Гомель	ул.Барыкина	38	135	60	-	-	-	548	18660	2
Гродно	пр.Космонавтов	21	63	2	15	53	0	291	3572	0
	пр.Независимости, 110	21	88	10	4	328	0	109	7036	0
Минск	ул.Тимирязева, 23	26	153	24	4	350	0	532	8720	0
	ул.Корженевского	20	90	8	16	355	0	298	2485	0
	ул.Радиальная, 50	40	288	49	-	-	-	194	18570	0
Могилев	пер.Крупской	34	149	57	-	-	-	296	3716	0
	пр.Шмидта	22	70	6	19	116	0	331	5687	0
Новополоцк	ул.Молодежная	22	88	9	32	4021	2	907	8733	0
	ул.Кульнева	16	44	0	46	1668	1	967	6464	0
Солигорск	ул.Северная	21	88	11	24	100	0	419	2000	0
Мозырский промузел	д.Пеньки	18	52	1	31	1920	1	213	2087	0
ПДК		40	50	-	50	500	-	500	5000	-

Продолжение таблицы 4.9

Город	Расположение станции	Диоксид азота		Оксид азота		Приземный озон		Бензол					
		Q _{ср.}	Q _{м.}	п	Q _{ср.}	Q _{м.}	п	Q _{ср.}	Q _{м.}	п			
Брест	ул.Северная, 75	30	200	3	9	200	0	54	184	32	0,6	53,1	0
Витебск	ул.Чкалова, 14	11	284	0	11	412	0	-	-	-	1,9	10,0	0
Гомель	ул.Барыкина	33	211	1	29	741	0	44	148	1	0,7	6,6	0
Гродно	пр.Космонавтов	28	285	0	8	371	0	62	145	27	1,3	45,9	0
Минск	пр.Независимости, 110	28	176	0	10	933	1	46	143	5	0,8	49,9	0
	ул.Тимирязева, 23	47	693	9	35	1465	2	39	131	0	0,8	7,7	0
	ул.Корженевского	45	269	5	18	994	1	46	155	5	2,3	64,5	0
	ул.Радиальная, 50	34	632	7	16	725	0	32	132	0	1,7	21,6	0
Могилев	пер.Крупской	53	375	29	29	1811	1	34	143	3	0,5	6,3	0
	пр.Шмидта	12	150	0	5	482	0	64	174	40	0,7	3,1	0
Новополоцк	ул.Молодежная	27	217	0	16	1272	0	48	234	2	0,2	33,0	0
Полоцк	ул.Кульнева	35	329	2	17	492	0	47	153	1	0,8	13,7	0
Солигорск	ул.Северная	13	200	0	10	200	0	64	159	50	0,4	1,4	0
Мозырский промузел	д.Пеньки	18	193	0	6	287	0	55	236	14	0,4	13,1	0
ПДК		40	250	-	100	400	-	90	160	-	10	100	-

* Среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, мкг/м³ (для приземного озона – среднесуточная концентрация).

** Максимально разовая концентрация загрязняющего вещества (период осреднения – 20 минут, для приземного озона период осреднения – 1 час, для ТЧ10 – 24 часа, мкг/м³. *** Количество дней со среднесуточной концентрацией выше ПДК. **** Концентрация загрязняющего вещества не измерялась.

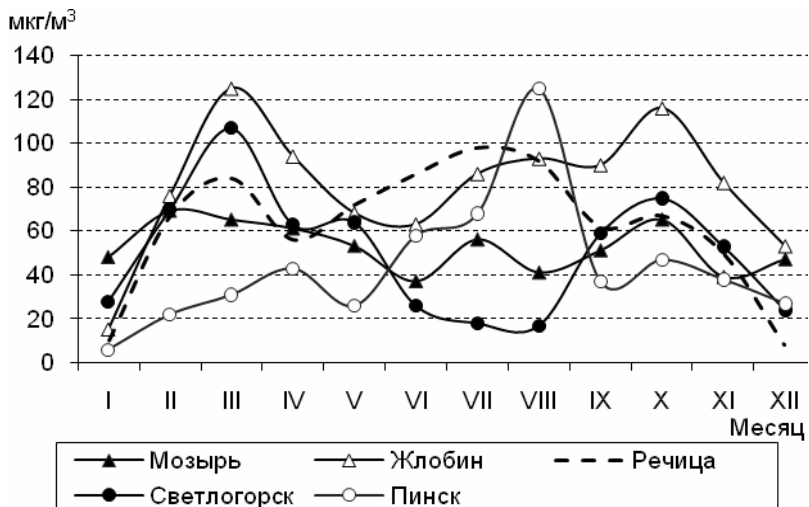


Рис. 4.6. Внутригодовое распределение среднемесячных концентраций суммарных твердых частиц в атмосферном воздухе городов Беларуси в 2014 г.

В годовом ходе существенный рост уровня загрязнения воздуха ТЧ10 (как и суммарными твердыми частицами) зафиксирован в марте и октябре. Повышенное содержание в воздухе ТЧ10 сохранялось и в первой половине ноября. В эти периоды отмечено большинство превышений среднесуточной ПДК. В 2014 г. доля дней со среднесуточными концентрациями ТЧ10 выше ПДК в отдельных районах Могилева, Гомеля и Минска была существенно выше целевого показателя, принятого в странах Европейского Союза (табл. 4.10).

Максимальные среднесуточные концентрации ТЧ10 в воздухе в Новополоцке, Солигорске и в жилых районах Минска составляли 1,8 ПДК, в Гомеле и Могилеве – 2,7–3,0 ПДК. В Минске (район ул.Радиальной) 4 ноября зарегистрирована концентрация ТЧ10 в 5,8 раза выше норматива качества.

Диоксид серы (SO₂). По данным непрерывных измерений, среднегодовые концентрации диоксида серы в воздухе в Минске, Бресте, Гродно и Могилеве в 2014 г. находились в пределах 0,2–0,4 ПДК, в Солигорске, Новополоцке и в районе Мозырского промышленного узла – 0,5–0,6 ПДК. В Полоцке среднегодовая концентрация SO₂ составила 0,9 ПДК.

Таблица 4.10

**Характеристика загрязнения воздуха ТЧ10
в городах Беларуси в 2012–2014 гг.**

Город	Расположение станции	Доля дней с превышениями среднесуточной ПДК, %			Максимальная среднесуточная концентрация, ПДК		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Брест	ул.Северная	6,2	2,2	1,4	2,3	1,1	1,2
Гомель	ул.Барыкина	10,2	11,0	20,6	2,1	2,2	2,7
Гродно	пр.Космонавтов	2,3	0,6	0,6	1,5	1,6	1,3
Минск	пр.Независимости	4,3	2,0	4,2	2,0	1,3	1,8
	ул.Тимирязева	7,0	18,3	9,1	1,5	5,2	3,1
	ул.Корженевского	7,4	3,9	2,9	2,9	3,0	1,8
	ул.Радиальная	15,6	11,9	22,0	2,3	4,3	5,8
Могилев	пер.Крупской	7,5	5,0	17,1	1,9	2,7	3,0
	пр.Шмидта	0,5	1,2	2,1	1,1	1,05	1,4
Новополоцк	ул.Молодежная	0,6	0,6	2,8	1,2	1,2	1,8
Полоцк	ул.Кульнева	3,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,9
Солигорск	ул.Северная	3,2	1,5	4,0	2,6	1,4	1,8
Витебск	ул.Чкалова	3,2	0	1,4	1,1	1,0	1,2
Мозырский промузел	д.Пеньки	0,3	0,3	0,4	1,1	1,0	1,04

Превышения среднесуточной ПДК диоксида серы (200 мкг/м^3) в течение 1–2 дней отмечены только в Полоцке, Новополоцке и в районе Мозырского промышленного узла. При неблагоприятном направлении ветра, обуславливающим перенос загрязняющих веществ со стороны основного объекта воздействия, зафиксированы концентрации диоксида серы выше норматива качества. Максимальная разовая (период осреднения 20 мин.) концентрация диоксида серы в воздухе в Новополоцке достигала 8,0 ПДК, в районе Мозырского промышленного узла – 3,8 ПДК. Выбросы предприятий Новополоцкого промышленного узла оказывают существенное влияние на качество воздуха в Полоцке. При неблагоприятных направлениях ветра в воздухе города зарегистрированы концентрации диоксида серы в 3,3 раза выше ПДК.

Оксид углерода (СО). По данным непрерывных измерений, на автоматических станциях среднегодовые концентрации оксида углерода в воздухе в Минске (район ул.Тимирязева) и Гомеле (район ул.Барыкина) составляли 1,1 ПДК, в Новополоцке (район ул.Молодежная, 49) и Полоцке (район ул.Кульнева) – соответст-

венно 1,8 и 1,9 ПДК. В других городах среднегодовые концентрации оксида углерода находились в пределах от 0,4 до 0,8 ПДК.

Превышения среднесуточной ПДК оксида углерода в воздухе в течение двух дней отмечены только в Гомеле. В районах станций с дискретным режимом отбора проб воздуха концентрации рассматриваемого загрязняющего вещества в 99% измерений были ниже 0,5 ПДК. Кратковременные (в течение 20 мин.) превышения норматива качества зарегистрированы в 6 городах. Максимальные разовые концентрации оксида углерода в воздухе в Гомеле и Минске достигали 3,7 ПДК. В Гомеле (район ул.Барыкина) кратковременные превышения максимально разовой ПДК оксида углерода регистрировались ежемесячно. Продолжительность таких периодов в течение года составила 91 час (рис. 4.7).

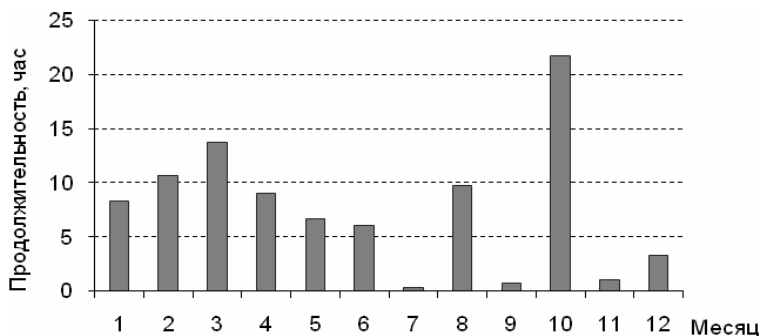


Рис. 4.7. Продолжительность периодов с концентрациями оксида углерода в воздухе выше максимально разовой ПДК в Гомеле (район ул.Барыкина) в 2014 г.

В суточном ходе концентраций оксида углерода по-прежнему выделяются два максимума: первый – с 7 до 9 часов, второй – после 18 часов (рис. 4.8).

По сравнению с 2010 г. содержание оксида углерода в воздухе в Гродно, Речице и Светлогорске понизилось на 13–21%, в Витебске и Могилеве – на 30–44%. Вместе с тем, среднегодовые концентрации оксида углерода в воздухе в Минске и Бобруйске повысились на 14–23%, в Мозыре и Жлобине – соответственно на 30 и 50%. Существенно возрос уровень загрязнения воздуха данным загрязняющим веществом в Бресте. Тенденция изменения среднегодовых концентраций оксида углерода в воздухе в Полоцке, Новополоцке и Лиде очень неустойчива.

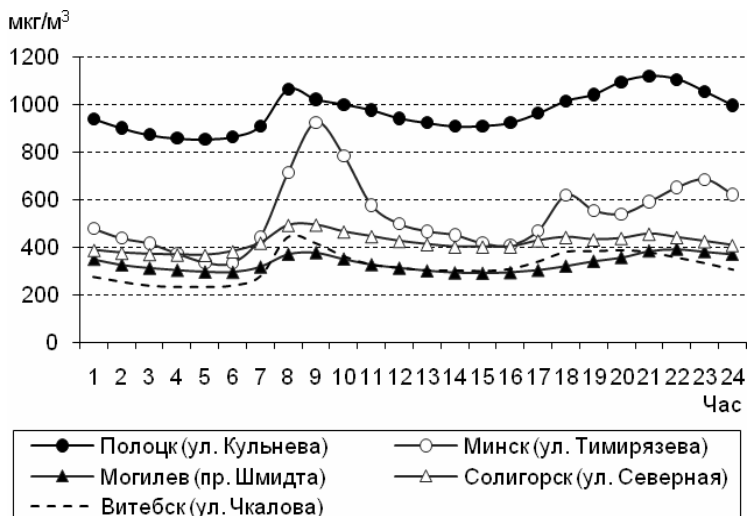


Рис. 4.8. Суточный ход концентрации оксида углерода в городах Беларуси в 2014 г.

Диоксид азота (NO₂). По данным непрерывных измерений, в отдельных районах Минска (улицы Тимирязева и Корженевского) и Могилева (пер.Крупской) среднегодовые концентрации диоксида азота в воздухе по-прежнему превышали ПДК. В Солигорске, Витебске, жилом районе Могилева и в районе Мозырского промышленного узла среднегодовые концентрации диоксида азота находились в пределах 0,3–0,4 ПДК, в Бресте, Гродно, Гомеле, Новополоцке, Полоцке и Минске (пр.Независимости и ул.Радиальная) – 0,7–0,9 ПДК.

Повышенная загрязненность воздуха диоксидом азота отмечена также в районах некоторых станций с дискретным режимом отбора проб в Новополоцке, Витебске, Минске, Могилеве и Бресте. Количество дней с превышениями среднесуточной ПДК диоксида азота в воздухе в Минске, Бресте и Витебске было незначительно (не более 10). В двух районах Новополоцка зарегистрировано 18 дней со среднесуточными концентрациями NO₂ выше ПДК. Больше всего превышений среднесуточной ПДК отмечено в юго-западном районе Могилева (ул.Челюскинцев) (табл. 4.11).

По данным непрерывных измерений, большинство превышений нормативов качества по диоксиду азота (среднесуточных и максимально разовых ПДК) отмечено в первой декаде февраля и в

октябре. Основная причина увеличения концентраций – преобладание длительных периодов с неблагоприятными метеорологическими условиями. Максимальные из разовых концентраций диоксида азота в воздухе в Бресте и Новополоцке превышали ПДК в 2,2–2,4 раза, в Могилеве и Минске – в 2,8 раза.

Таблица 4.11

Средние за год концентрации диоксида азота и количество дней с превышениями среднесуточной ПДК диоксида азота в воздухе в Могилеве в 2014 г.

Характеристики загрязнения	Станция № 1*	Станция № 2	Станция № 3	Станция № 4	Станция № 6	Станция № 12
Средняя за год концентрация, ПДК	1,5	1,5	0,9	1,3	0,3	1,1
Количество дней с превышениями среднесуточной ПДК	35	29	2	29	0	5

* Станция № 1 – ул.Челюскинцев, 45; станция № 2 – ул.Первомайская, 10; станция № 3 – ул.Каштановая, 5; станция № 4 – пер.Крупской, 5; станция № 6 – пр.Шмидта, 19а; станция № 12 – ул.Мовчанского, 4.

Суточный ход концентраций диоксида азота по-прежнему аналогичен суточному ходу концентраций оксида углерода, что свидетельствует об общем источнике загрязнения – выбросах автотранспорта. Большинство превышений максимально разовой ПДК фиксируется, как правило, в утренние часы и в период с 18 до 22 часов, что явно связано с интенсивностью движения транспорта (рис. 4.9).

По сравнению с 2010 г. содержание диоксида азота в воздухе в Бобруйске и Светлогорске повысилось на 9–18%, в Пинске, Полоцке и Витебске – на 22–28%, в Речице, Гомеле и Бресте – на 46–63%. Значительно возрос уровень загрязнения воздуха диоксидом азота в Жлобине. В Минске, Могилеве, Мозыре и Орше среднегодовые концентрации данного загрязняющего вещества существенно не изменились. Тенденция среднегодовых концентраций диоксида азота в воздухе в других городах очень неустойчива.

Оксид азота (NO). Содержание в воздухе городов оксида азота в 2014 г. было существенно ниже. Его среднегодовые концентрации во всех контролируемых городах находились в пределах 0,1–0,4 ПДК. Однако в периоды с неблагоприятными метеорологическими условиями максимальные концентрации оксида азота

в воздухе в Гомеле достигали 1,9 ПДК, в Новополоцке – 3,2, в Минске – 3,7, в Могилеве – 4,5 ПДК. Чаще всего превышения норматива качества по NO фиксировались в октябре, особенно в период смоговой ситуации.

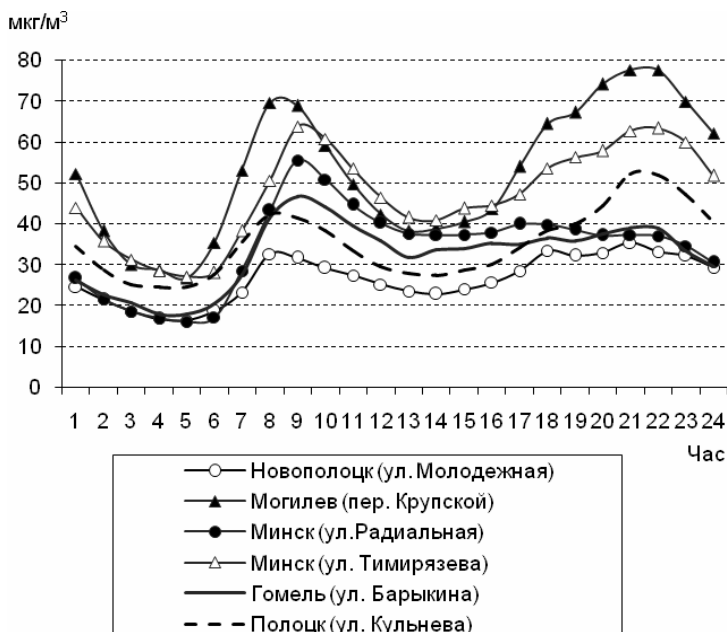


Рис. 4.9. Суточный ход концентрации диоксида азота в городах Беларуси в 2014 г.

Загрязнение атмосферного воздуха в городах Беларуси наиболее распространенными специфическими веществами представлено в таблице 4.12.

Сероводород (H₂S) определяли в атмосферном воздухе в Мозыре, в городах с предприятиями химической и нефтехимической промышленности и в Бресте. Средние за год концентрации данного специфического загрязняющего вещества в воздухе в Полоцке, Новополоцке, Бресте и Могилеве находились в пределах 1,0–1,4 мг/м³, в Мозыре – 0,4 мг/м³. Превышение максимально разовой ПДК сероводорода (в 1,1 раза) отмечено только в Мозыре. Концентрации H₂S в воздухе в Светлогорске были по-прежнему ниже инструментального предела обнаружения.

Таблица 4.12

**Среднегодовые и максимально разовые концентрации
специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе
городов Беларуси в 2014 г., мкг/м³
(данные станций с дискретным отбором проб)**

Город	Сероводород		Фенол		Аммиак		Формальдегид		Свинец	
	Q _{ср.} * —***	Q _{м.} **	Q _{ср.}	Q _{м.}	Q _{ср.}	Q _{м.}	Q _{ср.}	Q _{м.}	Q _{ср.}	Q _{м.}
Бобруйск	—***	—	1,3	5,0	21	81	7,6	83,0	0,011	0,029
Борисов	—	—	1,7	5,0	—	—	7,6	37,0	0,020	0,038
Брест	—	—	—	—	—	—	10,3	132,0	0,031	0,055
Витебск	—	—	1,4	4,0	29	168	10,5	43,0	0,037	0,075
Гомель	—	—	0,6	5,0	12	60	6,8	51,0	0,030	0,062
Гродно	—	—	—	—	15	188	5,4	100,0	0,026	0,054
Жлобин	—	—	—	—	—	—	3,1	53,0	0,066	0,130
Лида	—	—	—	—	—	—	7,0	10,0	0,020	0,033
Минск	—	—	0,3	2,0	14	386	6,4	30,0	0,017	0,058
Могилев	1,0	8,0	1,8	29,0	18	300	6,6	89,0	0,007	0,019
Мозырь	0,3	4,0	—	—	—	—	7,0	35,0	0,028	0,069
Новогрудок	—	—	—	—	—	—	1,2	17,0	0,028	0,044
Новополоцк	1,2	8,0	1,0	13,0	8	61	3,2	40,0	0,015	0,023
Орша	—	—	—	—	—	—	10,4	42,0	0,024	0,048
Пинск	—	—	—	—	—	—	12,5	52,0	0,024	0,062
Полоцк	1,2	8,0	1,0	15,0	15	336	3,9	40,0	0,021	0,059
Речица	—	—	1,6	8,0	7	29	6,7	104,0	0,047	0,205
Светлогорск	<п/о****		—	—	—	—	14,0	44,0	0,023	0,035
ПДК	—	8,0	—	10,0	—	200	—	30,0	0,300	—

* Среднегодовая концентрация загрязняющего вещества. ** Максимально разовая концентрация загрязняющего вещества. *** Загрязняющее вещество не определялось. **** Ниже предела обнаружения.

Тенденция среднегодовых концентраций сероводорода в воздухе в Могилеве очень неустойчива, однако по сравнению с 2010 г. его содержание здесь повысилось на 75%. В Новополоцке и Полоцке концентрации сероводорода в воздухе понизились соответственно на 8 и 23%. Прослеживается устойчивая тенденция к увеличению среднегодовых концентраций сероводорода в воздухе в Мозыре.

Сероуглерод (CS₂) на протяжении многих лет определяют в воздухе в Могилеве и Светлогорске. В Могилеве доля проб с концентрациями сероуглерода выше 0,5 ПДК в 2014 г. составила только 2,6%. Превышений максимально разовой ПДК не зарегистрировано. Содержание сероуглерода в воздухе в Светлогорске также сохранялось стабильно низким. Некоторое увеличение его

содержания отмечено в мае и августе, однако максимально разовые концентрации не превышали 0,3 ПДК.

По сравнению с 2010 г. уровень загрязнения воздуха сероуглеродом в Могилеве понизился на 33%. Прослеживается некоторый рост содержания сероуглерода в воздухе в Светлогорске.

Фенол (C_6H_5OH). По данным стационарных наблюдений, концентрации фенола в воздухе в Бобруйске, Витебске, Гомеле, Минске, Полоцке, Новополоцке и Речице в 99% проанализированных проб не превышали 0,5 ПДК. Вместе с тем, во всех контролируемых районах Могилева эпизодически отмечали концентрации фенола выше норматива качества: максимально разовые концентрации в периоды с неблагоприятными метеорологическими условиями достигали 3,0 ПДК. Превышения максимально разовой ПДК в 1,1–1,2 раза в воздухе в Бобруйске, Полоцке и Новополоцке зарегистрированы только в единичных пробах воздуха.

По сравнению с 2010 г. содержание фенола в воздухе в Речице и Минске повысилось на 18–20%, в Витебске – на 33%, в Бобруйске – на 58%. Существенно возрос уровень загрязнения воздуха фенолом в Полоцке и Новополоцке. Снижение среднегодовых концентраций данного специфического загрязняющего вещества отмечено только в Гомеле. Уровень загрязнения воздуха фенолом в Могилеве в последние годы стабилизировался.

Аммиак (NH_3). Средние за год концентрации аммиака в воздухе в Могилеве, Витебске и Бобруйске находились в пределах 25–32 мкг/м³, а в других городах были в 1,5–2,0 раза ниже. Превышения максимально разовой ПДК в 1,3–1,5 раза зафиксированы только в трех районах Могилева, однако доля таких проб составляла всего 0,3%.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня загрязнения воздуха аммиаком в Гомеле, Минске, Полоцке и Речице. Некоторое увеличение его среднегодовых концентраций отмечено в Новополоцке, Витебске и Гродно. В 2014 г. повысилось содержание аммиака в атмосферном воздухе в Могилеве.

Формальдегид ($HCHO$). В 2014 г. содержание в воздухе формальдегида определяли в 18 городах Беларуси на всех станциях с дискретным режимом отбора проб. Измерения проводились только в летний период.

Доля проб с концентрациями формальдегида выше 0,5 ПДК в воздухе в Новополоцке, Минске, Полоцке, Гомеле, Жлобине и Речице составила 9–17%, в Гродно, Витебске, Бобруйске, Могилеве

ве, Бресте и Светлогорске – 32–39%, в Пинске и Орше – 43–46%, в Мозыре, Борисове и Лиде – менее 5%.

Существенный рост уровня загрязнения воздуха формальдегидом в большинстве городов зафиксирован в конце июля–первой половине августа. Основная причина – длительный период с повышенным температурным режимом и отсутствие атмосферных осадков.

В воздухе 7 городов зарегистрированы концентрации формальдегида выше 1,5 ПДК. Максимально разовые концентрации в Могилеве и Бресте достигали 2,9 ПДК, в Пинске – 3,2 ПДК.

Повышенное содержание формальдегида в воздухе отмечено в районах автодорог с интенсивным движением транспорта. По данным Минского городского Центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, превышения норматива качества по формальдегиду в 1,5–2,5 раза зарегистрированы в районах перекрестков и светофоров. 5–6 августа максимальные концентрации в районах улиц Захарова и Корвата достигали 3,1–3,3 ПДК, ул.Сурганова – 3,7 ПДК. В парках Горького и Челюскинцев отмечены концентрации формальдегида в 1,4–1,5 раза выше ПДК.

Приземный озон (O₃). Мониторинг приземного озона в 2014 г. проводился в 9 городах и в районе Мозырского промышленного узла. Средние за год концентрации в воздухе в Минске, Гомеле, Новополоцке и Полоцке находились в пределах 32–48 мкг/м³, в Бресте, Гродно, Солигорске, жилом районе Могилева и в районе Мозырского промышленного узла – 54–64 мкг/м³ и были ниже, чем в предыдущем году.

Количество дней с превышениями среднесуточной ПДК приземного озона в воздухе в жилом районе Могилева и в Солигорске составило 40–50, в Гродно и Бресте – 27–32, а в других городах было существенно ниже. Максимальные среднесуточные концентрации приземного озона в Солигорске, Могилеве, Бресте и в районе Мозырского промышленного узла превышали норматив качества в 1,4–1,6 раза.

Суточная динамика приземного озона в воздухе всех городов одинакова, различаются лишь уровни концентраций. Максимум загрязнения отмечается, как правило, в послеполуденное время (рис. 4.10).

В годовом ходе концентраций приземного озона отмечено два максимума – в марте–мае и в период с 28 июля по 14 августа. Весенний максимум загрязнения воздуха связан с перестройкой атмосферы и, как следствие, притоком озона из стратосферы, летний – с преобладанием в этот период сухой, безоблачной и жаркой погоды.

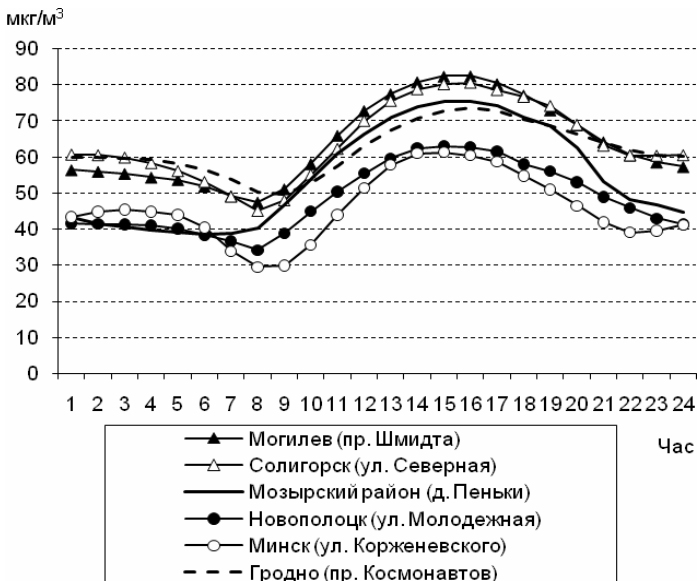


Рис. 4.10. Суточный ход концентрации приземного озона в городах Беларуси в 2014 г.

Летучие органические соединения (ЛОС). В 2014 г. содержание в воздухе летучих органических соединений (в том числе бензола) измеряли во всех областных центрах, Полоцке, Новополоцке, Мозыре, Солигорске и в районе Мозырского промышленного узла. По данным непрерывных измерений среднегодовые концентрации бензола в воздухе во всех городах были существенно ниже норматива качества. Превышений среднесуточной ПДК не зарегистрировано. Максимальная (период осреднения 20 мин.) концентрация бензола 0,6 ПДК отмечена в Минске. На станциях с дискретным режимом отбора проб содержание в воздухе бензола, ацетона, толуола, ксилола, этилацетата, стирола, этилбензола и бутилацетата также было значительно ниже ПДК. В единичных пробах воздуха, отобранных в Могилеве, зафиксированы концентрации бензола 0,9 ПДК, в Витебске этилацетата – 1,4 ПДК.

Тяжелые металлы. Содержание в воздухе соединений тяжелых металлов в 2014 г. определяли в 18 городах. Средние за год концентрации свинца во всех контролируемых городах были ниже 0,3 ПДК. Максимальные среднемесячные концентрации в воздухе в Речице и Пинске составили соответственно 0,4 и 0,6 ПДК. В Бресте

(район ул.Пушкинская) в феврале средняя за месяц концентрация свинца превысила норматив в 1,5 раза. Содержание в воздухе кадмия на протяжении многих лет сохраняется стабильно низким.

Тенденция среднегодовых концентраций свинца в воздухе во многих городах неустойчива. Однако по сравнению с 2010 г. содержание свинца в воздухе в Речице понизилось на 28%, в Гродно, Минске, Могилеве, Орше, Мозыре, Лиде и Бобруйске – на 52–64%, в Светлогорске, Гомеле и Жлобине – на 72–79%. В последние годы прослеживается некоторое увеличение содержания свинца в воздухе в Бресте, Пинске и Полоцке. Уровень загрязнения воздуха свинцом в Новополоцке стабилизировался.

Бенз(а)пирен. Содержание в воздухе городов бенз(а)пирена в 2014 г. определяли только в отопительный сезон. По результатам измерений, средние концентрации данного загрязняющего вещества в январе–марте и октябре–декабре в воздухе в Гродно, Бресте, Гомеле, Полоцке и Жлобине находились в пределах 2,0–2,7 нг/м³, в Солигорске, Новополоцке, Могилеве – 1,2–1,7 нг/м³, а в Минске, Витебске и в районе Мозырского промышленного узла были ниже 1,0 нг/м³ (табл. 4.13).

В 2014 г. некоторый рост содержания бенз(а)пирена в воздухе в большинстве городов отмечен в декабре, однако абсолютные значения его максимальных среднемесячных концентраций были ниже, чем в предыдущие годы. Максимальная среднемесячная концентрация бенз(а)пирена – 5,1 нг/м³ – зафиксирована в Жлобине в феврале.

Таблица 4.13

Средние концентрации бенз(а)пирена в воздухе городов Беларуси в отопительные сезоны 2012–2014 гг., нг/м³

Город	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Брест	4,0	2,6*	2,1
Витебск	1,3	0,8	0,9
Гомель	2,9	1,3	2,4
Гродно	2,7	1,8	2,0
Жлобин	3,3	3,3	2,7
Минск	1,4	1,2	0,8
Могилев	1,8	1,5	1,7
Новополоцк	1,0	0,9	1,2
Полоцк	4,5	3,1	2,4
Солигорск	1,3	1,0	1,5
Мозырский промышленный узел	0,7	0,6	0,7

* Данные за период январь–март.

В последние годы прослеживается тенденция к снижению содержания бенз(а)пирена в воздухе в Бресте, Витебске, Жлобине, Минске и Полоцке. В остальных городах тенденция изменения концентраций данного загрязняющего вещества неустойчива.

Таким образом, результаты стационарных наблюдений на сети мониторинга атмосферного воздуха в 2014 г. позволяют сделать вывод, что общая картина состояния атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах Беларуси по-прежнему достаточно благополучна.

Вместе с тем, в отдельных районах Минска, Могилева и Новополоцка сохраняется проблема загрязнения воздуха диоксидом азота, в Гомеле – оксидом углерода, в Полоцке и Новополоцке – диоксидом серы. В некоторых районах Гомеля, Минска и Могилева превышен целевой показатель качества атмосферного воздуха по ТЧ10. В конце июля–первой половине августа в большинстве городов отмечен существенный рост уровня загрязнения воздуха формальдегидом и приземным озоном. Крайне неблагоприятная обстановка наблюдалась в конце октября–первой декаде ноября – в период возникновения смоговой ситуации.

В 13 промышленных городах страны (Бресте, Витебске, Гомеле, Гродно, Минске, Могилеве, Новополоцке, Полоцке, Орше, Пинске, Жлобине, Бобруйске и Светлогорске) проводились работы по прогнозированию качества атмосферного воздуха. В периоды с неблагоприятными для рассеивания метеоусловиями 72 промышленным предприятиям, вклад которых в общий объем выбросов от стационарных источников составляет 80–95%, направлялись предупреждения о возможном увеличении уровня загрязнения воздуха. В 9 городах предупреждения направлялись также 16 крупным автотранспортным предприятиям. Всего в течение года направлено 290 предупреждений.

Качество воздуха на станции фонового мониторинга (СФМ) Березинский заповедник

Мониторинг атмосферного воздуха на станции «Березинский заповедник» организован с целью получения информации о региональном фоновом состоянии атмосферного воздуха.

По результатам непрерывных наблюдений, в 2014 г. содержание в воздухе Березинского заповедника большинства измеряемых загрязняющих веществ заметно повысилось. Неблагоприятное влияние метеоусловий проявилось в феврале, что было

связано с дефицитом атмосферных осадков, в конце июля–первой половине августа – с преобладанием аномально высоких температур воздуха и осенью (особенно в конце октября–первой половине ноября) – с крайне неблагоприятными метеоусловиями, обусловившими образование смога на большей части территории страны. В остальное время года основная роль в формировании уровня загрязнения воздуха принадлежала региональному и глобальному переносу.

Диоксид серы (SO₂). Среднегодовая концентрация диоксида серы в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 0,24 мкг/м³ (в 2013 г. – 0,17 мкг/м³). Значения выше этого уровня зафиксированы почти в 48% измерений. Как и в предыдущем году, зимний уровень загрязнения был в 3 раза выше летнего (рис. 4.11).

В 2014 г. увеличение содержания в воздухе диоксида серы в конце января–первой декаде февраля было связано с пониженным температурным режимом. Рост концентраций зафиксирован также в конце второй декады сентября, октябре, в отдельные дни ноября и, по всей вероятности, был связан с региональным переносом загрязняющих веществ. Максимальная среднесуточная концентрация отмечена 17 сентября – 9,50 мкг/м³.

В июне–августе фоновый уровень содержания диоксида серы в воздухе составил 0,10 мкг/м³, что свидетельствует о стабильности его летних источников в районе заповедника и определяет период с минимальным антропогенным влиянием.

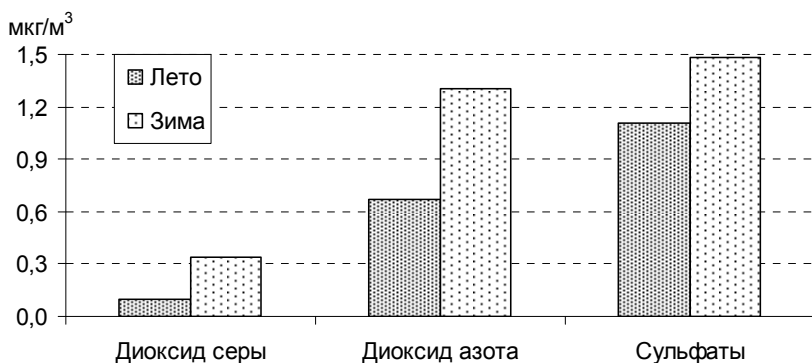


Рис. 4.11. Сезонные изменения концентраций загрязняющих веществ в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г.

Измерения показывают, что содержание диоксида серы в воздухе в Березинском заповеднике находится на стабильно низком уровне. По сравнению с 2005 г. концентрации данного загрязняющего вещества понизились на 37%

Диоксид азота (NO₂). Среднегодовая концентрация диоксида азота в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 0,85 мкг/м³ (в 2013 г. – 0,65 мкг/м³) (рис. 4.12).

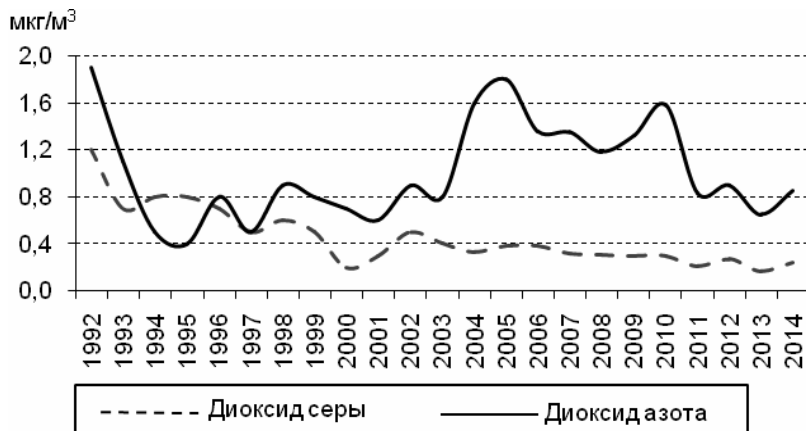


Рис. 4.12. Изменение среднегодовых концентраций диоксида серы и диоксида азота в воздухе в Березинском заповеднике в 1992–2014 гг.

Максимальная среднесуточная концентрация диоксида азота зафиксирована 19 февраля – 6,49 мкг/м³. Сезонные изменения содержания в воздухе данного загрязняющего вещества незначительны. Зимний уровень загрязнения был только в 2 раза выше летнего. В годовом ходе увеличение концентраций отмечено в ноябре, который характеризовался дефицитом атмосферных осадков (выпало всего 13% климатической нормы). В остальное время года длительных периодов со среднесуточными концентрациями диоксида азота более 2,0 мкг/м³ не отмечено. Минимальное содержание диоксида азота в воздухе заповедника зарегистрировано в апреле (среднемесячная концентрация составляла 0,41 мкг/м³).

В последние годы тенденция изменения среднегодовых концентраций диоксида азота в воздухе в Березинском заповеднике неустойчива. Однако по сравнению с 2005 г. его содержание в воздухе заповедника понизилось в 2 раза.

В целом, как показывают результаты мониторинга, содержание диоксида серы и диоксида азота в воздухе в Березинском заповеднике не превышает национальные и международные стандарты и соответствует современным представлениям о фоновом состоянии окружающей среды. Среднегодовые концентрации по-прежнему значительно ниже, чем принятые в мировой литературе допустимые значения для самых чувствительных видов наземной растительности

Сульфаты. Среднегодовая концентрация сульфатов в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила $1,32 \text{ мкг/м}^3$ и была несколько ниже, чем в предыдущем году. Сезонные колебания концентраций незначительны. В 2014 г. существенный рост содержания в воздухе сульфатов (как и серы диоксида) зафиксирован в ноябре: среднемесячная концентрация составила $3,42 \text{ мкг/м}^3$ и была в 2–4 раза выше, чем в январе–октябре. Повышенные концентрации сульфатов в воздухе сохранялись и в декабре. Максимальная среднесуточная концентрация ($15,08 \text{ мкг/м}^3$) зарегистрирована 8 декабря. Минимальное содержание в воздухе сульфатов отмечено в марте, июне и августе: среднемесячные концентрации не превышали $1,0 \text{ мкг/м}^3$.

Значительные межгодовые колебания средних концентраций сульфатов в воздухе в Березинском заповеднике не позволяют однозначно охарактеризовать тренды их изменений, хотя можно проследить их стабилизацию и снижение начиная с 2005 г.

Суммарные твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль). Среднегодовая концентрация суммарных твердых частиц в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 15 мкг/м^3 . Как и на протяжении многих лет, на этом фоне выделяется заметное увеличение содержания ТЧ в апреле–мае преимущественного терригенного происхождения, что очевидно связано с проведением сельскохозяйственных работ в регионе. Кроме того, в конце апреля–начале мая в составе аэрозолей резко возрастает массовая доля пыльцы цветущих растений, что также увеличивает концентрацию суммарных твердых частиц в воздухе. Максимальная среднесуточная концентрация ТЧ (121 мкг/м^3) зарегистрирована 20 апреля.

Второй максимум загрязнения воздуха суммарными твердыми частицами отмечен в ноябре. Основная причина – дефицит атмосферных осадков. Уровень загрязнения воздуха ТЧ в зимний и летний периоды был в 1,5–2,0 раза ниже, чем весной и осенью.

В 2014 г. содержание в воздухе в Березинском заповеднике суммарных твердых частиц сохранялось на уровне 2005 г., однако было в 1,5 раза выше, чем в предыдущие пять лет.

Твердые частицы фракции размером до 10 микрон (ТЧ10). По данным непрерывных измерений, среднегодовая концентрация ТЧ10 в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 17 мкг/м³. Концентрации выше этого уровня отмечены в 37% дней. Количество дней со среднесуточными концентрациями ТЧ10 выше 25 мкг/м³ (0,5 ПДК) составило 23%. В годовом ходе существенный рост содержания в воздухе ТЧ10 (как и в крупных промышленных центрах страны) зафиксирован в период с 29 октября по 7 ноября. Основная причина – дефицит атмосферных осадков. Среднесуточные концентрации ТЧ10 в этот период превышали ПДК в течение 6 дней. Максимальная среднесуточная концентрация составила 1,3 ПДК.

В 2014 г. уровень загрязнения воздуха в Березинском заповеднике ТЧ10 был выше, чем в предыдущие годы.

Тяжелые металлы. Среднегодовые концентрации свинца и кадмия в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составили соответственно 2,58 и 0,19 нг/м³ и были несколько выше, чем в 2013 г. Сезонные изменения уровня загрязнения воздуха тяжелыми металлами по-прежнему не имели ярко выраженного характера. Увеличение содержания в воздухе свинца и кадмия (как и большинства загрязняющих веществ) отмечено в октябре–ноябре и было связано с преобладанием неблагоприятных метеорологических условий. Максимальная среднесуточная концентрация свинца в этот период составила 9,80 нг/м³, кадмия – 1,02 нг/м³. Минимальное содержание тяжелых металлов в воздухе зафиксировано в апреле.

По сравнению с 2005 г. среднегодовые фоновые концентрации кадмия и свинца в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. понизились на 32–40%.

Бензол. Содержание бензола в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. сохранялось низким. Среднегодовая его концентрация составила 0,2 мкг/м³. Максимальная среднесуточная концентрация (2,4 мкг/м³) зафиксирована 7 ноября.

Приземный озон (O₃). По результатам непрерывных измерений, среднегодовая концентрация приземного озона в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 69 мкг/м³. В годовом ходе концентраций «пик» загрязнения воздуха приземным озоном зафиксирован весной и в конце июля–первой декаде августа (рис. 4.13).

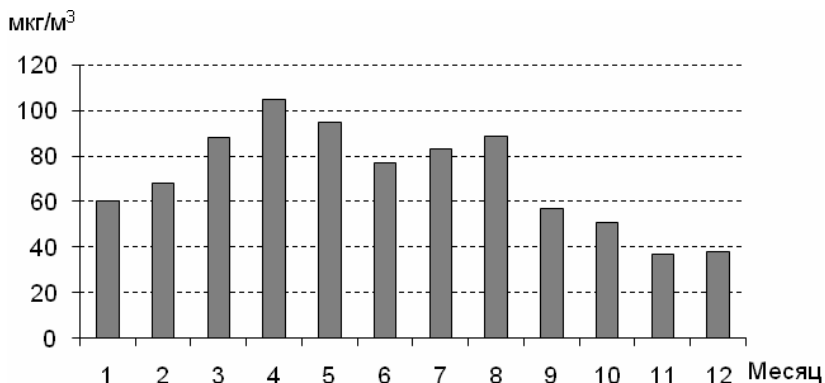


Рис. 4.13. Среднемесячные концентрации приземного озона в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г.

Весенний максимум загрязнения воздуха приземным озоном связан с перестройкой атмосферы и, как следствие, притоком озона из стратосферы, летний – с преобладанием сухой, безоблачной и жаркой погоды (максимальная температура воздуха достигала +34°С). В течение года зарегистрировано 78 дней со среднесуточными концентрациями приземного озона выше ПДК. Максимальная среднесуточная концентрация превышала ПДК в 1,8 раза и была отмечена 21 апреля. В ноябре–декабре содержание в воздухе приземного озона было существенно ниже, максимальные среднесуточные концентрации находились в пределах 0,6–0,8 ПДК.

Оксид углерода (СО). Среднегодовая концентрация оксида углерода в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 53 мкг/м³ и была выше, чем в 2013 г. На фоне очень низких концентраций в теплый период года по-прежнему выделяются зимние месяцы со среднесуточными концентрациями оксида углерода в 2–3 раза выше летних. Максимальная среднесуточная концентрация оксида углерода (550 мкг/м³) отмечена в конце декабря.

Диоксид углерода (СО₂). Среднегодовая концентрация диоксида углерода в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г. составила 833 мг/м³ и была несколько выше, чем в предыдущие годы. Среднесуточные концентрации варьировали в широком диапазоне – от 763 до 905 мг/м³. В отдельные дни июля и августа концентрации диоксида углерода в ночные часы повышались до 1175–1194 мг/м³.

Амплитуда значений суточного хода концентраций диоксида углерода в летний период была по-прежнему существенно выше, чем в зимний (рис. 4.14).

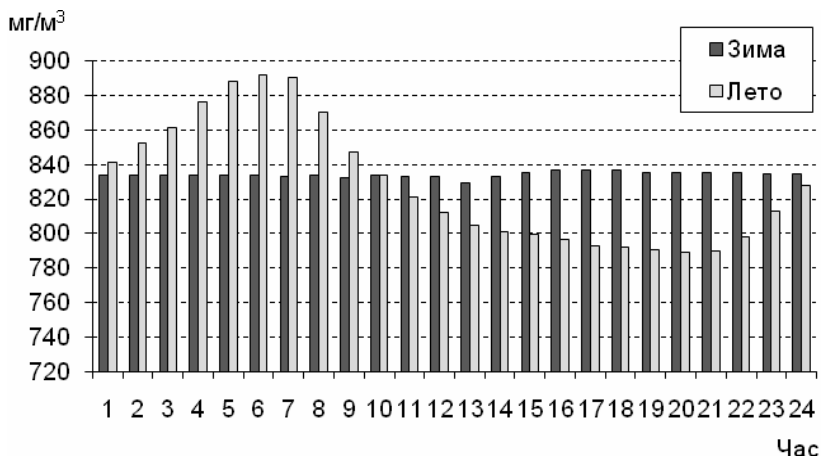


Рис. 4.14. Суточный ход концентрации диоксида углерода в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г.

Сезонные изменения содержания в воздухе диоксида углерода по-прежнему незначительны: отклонения среднемесячных концентраций не превышали $\pm 4\%$ (рис. 4.15).

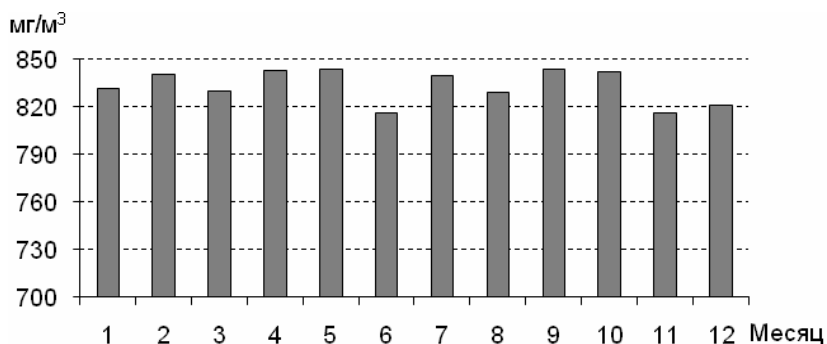


Рис. 4.15. Среднемесячные концентрации диоксида углерода в воздухе в Березинском заповеднике в 2014 г.

По данным непрерывных измерений, среднегодовые концентрации диоксида углерода в воздухе в Березинском заповеднике варьируют в диапазоне 789–833 мг/м³ и согласуются с данными зарубежных станций фоновоего мониторинга

4.3. Химический состав атмосферных осадков

Атмосферные осадки являются чувствительным индикатором загрязнения атмосферы. Данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферных осадках являются основным материалом при оценке регионального загрязнения атмосферного воздуха промышленных центров, городов и сельской местности.

В 2014 г. мониторинг атмосферных осадков проводили в 19 пунктах. В пробах осадков, отобранных в течение месяца, определяли кислотность, содержание компонентов основного солевого состава и удельную электропроводность.

Содержание отдельных компонентов в атмосферных осадках во многом зависит от количества осадков – чем больше осадков, тем меньше их загрязненность. И эта зависимость проявляется всегда – и в отдельных пробах, и в осредненных за месяцы, сезоны, годы. Влияет и направление ветра, и интенсивность выпадения осадков, и предшествующая выпадению погода (длительность периода без осадков).

В 2014 г. в Беларуси в среднем по стране выпало 567 мм осадков или 86% годовой климатической нормы (в 2013 г. – 103%). В течение года осадки выпадали неравномерно. Влажными были январь, май, август и декабрь. Остальные месяцы года были сухими. Наиболее значительный недобор осадков отмечен в ноябре: в большинстве пунктов Могилевской и Гомельской областей, например, выпало от 5 до 13% климатической нормы, а в Жлобине осадки практически отсутствовали. В западной части Беларуси дефицит осадков отмечен в октябре.

Общая минерализация (сумма ионов). В 2014 г. величина общей минерализации атмосферных осадков в большинстве пунктов наблюдения варьировала в диапазоне от 5,43 (Березинский заповедник) до 28,97 мг/дм³ (Бобруйск). Осадки с малой минерализацией (не более 15 мг/дм³) отмечены в 9 пунктах (рис. 4.16, табл. 4.14).

По сравнению с предыдущим годом в 6 пунктах мониторинга зафиксировано снижение минерализации атмосферных осадков. В абсолютном выражении оно составило от 0,68 (Березинский заповедник) до 6,60 мг/дм³ (Березино), в относительном – от 11 (Бара-

новичи, Березинский заповедник) до 32% (Березино). В Бресте и на Нарочи общая минерализация атмосферных осадков уменьшилась на 23–29% (соответственно на 2,81 и 4,40 мг/дм³), в Жлобине – на 15% (на 2,92 мг/дм³).

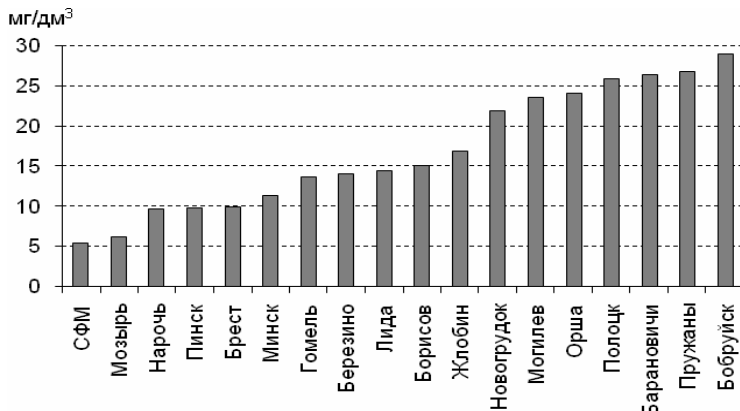


Рис. 4.16. Общая минерализация атмосферных осадков в городах Беларуси в 2014 г.

В Лиде и Мозыре общая минерализация атмосферных осадков существенно не изменилась, в остальных пунктах мониторинга увеличилась. Увеличение составило от 1,10 (Борисов) до 4,88 мг/дм³ (Пружаны), в процентном отношении – от 8 (Борисов) до 28% (Гомель). В Минске, Орше и Полоцке сумма ионов в осадках повысилась на 11–14%, в Бобруйске и Новогрудке – на 17%, в Могилеве, Пинске и Пружанах – на 20–22%.

В Бобруйске, Жлобине и Минске максимальные значения минерализации отмечены в феврале, в Могилеве – в марте, в Бресте – в апреле, в Пружанах, Новогрудке, Гомеле и Борисове – летом, в Пинске, Лиде и на Нарочи – в октябре–ноябре, в остальных пунктах – в декабре. Следует отметить, что в большинстве случаев увеличение суммы ионов зафиксировано в месяцы с дефицитом атмосферных осадков. Абсолютные максимальные значения минерализации в Барановичах и Пружанах достигали 50,01–56,56 мг/дм³, в Новогрудке и Лиде – 58,43–60,58 мг/дм³. В 14 пунктах существенное снижение суммы ионов отмечено в летние месяцы. Абсолютные минимальные значения общей минерализации (3,29–5,05 мг/дм³) зарегистрированы в июне–августе в Мозыре.

Таблица 4.14

Химический состав атмосферных осадков на территории Беларуси в 2014 г.

Пункт наблюдения	Количество осадков, мм	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	pH	Удельная электропроводность, мксм/см	Сумма ионов, мг/дм ³
		мг/дм ³											
Барановичи	559,5	4,13	2,98	1,47	10,87	1,54	1,48	1,41	2,32	0,24	6,69	46,64	26,44
Березино	554,9	2,88	1,75	2,40	3,54	0,16	0,92	0,71	1,41	0,22	5,88	26,09	13,99
Бережинский заповедник	611,2	1,15	0,59	1,18	1,00	0,44	0,16	0,07	0,74	0,10	5,83	11,05	5,43
Бобруйск	529,9	4,05	1,90	1,98	13,11	0,76	1,60	0,77	4,13	0,67	6,12	44,47	28,97
Борисов	567,4	2,23	1,03	1,64	6,12	1,39	0,48	0,38	1,59	0,27	6,10	26,79	15,12
Брест	555,9	2,05	0,75	1,55	2,78	0,68	0,26	0,18	1,56	0,13	6,21	18,26	9,92
Гомель	635,5	2,63	1,29	2,45	3,49	0,71	0,40	0,42	2,07	0,25	6,06	24,72	13,70
Жлобин	473,7	2,79	1,56	3,10	4,85	0,88	0,55	0,58	2,29	0,33	5,87	28,77	16,94
Лида	602,0	1,92	0,95	2,68	5,55	0,25	0,32	0,17	2,21	0,37	5,74	23,04	14,43
Минск	604,6	2,20	0,92	1,39	3,78	0,89	0,25	0,14	1,56	0,23	5,91	20,48	11,38
Могилев	518,2	2,54	1,62	2,89	10,28	0,49	1,67	0,49	3,07	0,54	6,40	34,72	23,59
Мозырь	502,1	2,04	0,56	1,46	0,52	0,64	0,12	0,09	0,71	0,10	5,33	11,95	6,24
Нарочь	700,4	1,61	0,91	3,52	1,31	0,21	0,40	0,23	1,20	0,21	4,90	20,69	9,60
Новогрудок	690,8	3,40	1,20	2,84	8,82	0,82	0,47	0,24	3,77	0,33	5,70	34,05	21,89
Орша	452,4	3,40	1,96	2,47	10,05	0,61	1,65	0,53	2,79	0,60	6,50	44,59	24,06
Пинск	499,8	1,88	0,61	1,36	2,96	0,79	0,29	0,22	1,50	0,17	6,29	18,91	9,78
Полоцк	636,3	2,53	1,85	2,05	12,92	0,45	1,70	0,56	3,13	0,76	6,52	36,68	25,95
Пружаны	521,7	4,49	1,51	2,09	12,34	2,86	0,66	0,78	1,88	0,20	6,60	45,27	26,81

В Березинском заповеднике средняя за год общая минерализация атмосферных осадков составила 5,43 мг/дм³ и была на 11% ниже, чем в предыдущем году. Увеличение суммы ионов (до 12,22–16,17 мг/дм³) отмечено в феврале и ноябре и было связано с дефицитом атмосферных осадков. Минимальные значения минерализации (3,12–3,61 мг/дм³) зафиксированы в июне и августе. В остальное время года содержание ионов варьировало в диапазоне от 4,38 до 7,28 мг/дм³.

Основные компоненты. В 2014 г. качественный состав атмосферных осадков, как и в предыдущие годы, характеризовался существенным разнообразием (табл. 4.14 и 4.15). При анализе химического состава атмосферных осадков интерес представляет прежде всего соотношение ионов в них, так как именно оно является отражением характера антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В 2014 г. в большинстве пунктов мониторинга в анионном составе атмосферных осадков преобладали гидрокарбонаты. При этом в Барановичах, Бобруйске, Борисове, Лиде, Могилеве, Новогрудке, Орше и Полоцке по содержанию анионов осадки относились к гидрокарбонатному классу – содержание иона HCO_3^- составляло в них 45,1–60,5 %-экв, а содержание других анионов было меньше 25 %-экв.

В Березино, Бресте, Гомеле, Жлобине, Минске, Пинске и Пружанах кроме гидрокарбонатов (28,1–54,3 %-экв) в составе осадков было также велико содержание сульфатов (25,0–31,6 %-экв), осадки относились к сульфатно-гидрокарбонатному классу.

В Березинском заповеднике и в Мозыре доминирующим анионом в ионном составе атмосферных осадков были сульфаты – соответственно 31,3 и 46,8 %-экв, велико было также содержание нитратов – соответственно 25,4 и 26,4 %-экв. Осадки относились к нитратно-сульфатному классу вод.

Нитратным классом вод характеризовались атмосферные осадки на Нарочи – содержание нитратов в них составило 41,7 %-экв, содержание каждого из остальных анионов было меньше 25 %-экв.

Что касается катионов, то преобладающим катионом в составе атмосферных осадков в большинстве пунктов мониторинга был кальций. При этом в Бобруйске, Гомеле, Жлобине, Лиде, Могилеве, Нарочи, Новогрудке, Орше и Полоцке осадки относились к кальциевому классу (содержание кальция – 45,3–65,5 %-экв).

Таблица 4.15
Ионный состав и тип воды атмосферных осадков на территории Беларуси в 2014 г.

Пункт наблюдения	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	%—ЭКВ				Mg ²⁺	Тип воды атмосферных осадков*
						Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
Барановичи	23,1	22,6	6,5	47,9	26,5	20,0	11,2	36,1	6,1	Гидрокарбонатный аммонийно-кальциевый	
Березино	29,0	23,9	19,0	28,1	5,7	25,7	11,7	45,3	11,6	Сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый	
Березинский заповедник	31,3	21,8	25,4	21,5	31,1	8,9	2,3	47,2	10,5	Нитратно-сульфатный аммонийно-кальциевый	
Бобруйск	21,9	13,9	8,4	55,8	10,7	17,7	5,0	52,5	14,0	Гидрокарбонатный кальциевый	
Борисов	22,9	14,3	13,3	49,5	36,8	10,0	4,6	38,0	10,6	Гидрокарбонатный аммонийно-кальциевый	
Брест	31,6	15,7	18,9	33,8	26,5	7,9	3,2	54,8	7,5	Сульфатно-гидрокарбонатный аммонийно-кальциевый	
Гомель	29,0	19,3	21,3	30,4	20,5	9,1	5,6	54,0	10,7	Сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	
Жлобин	25,0	18,9	21,9	34,2	21,3	10,4	6,5	50,0	11,8	Сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый	
Лида	19,8	13,3	21,8	45,1	8,0	8,0	2,5	63,9	17,6	Гидрокарбонатный кальциевый	
Минск	29,2	16,6	14,6	39,6	30,7	6,8	2,2	48,5	11,8	Сульфатно-гидрокарбонатный аммонийно-кальциевый	
Могилев	16,8	14,5	15,1	53,6	8,8	23,4	4,0	49,5	14,3	Гидрокарбонатный кальциевый	

Продолжение таблицы 4.15

Пункт наблюдения	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Тип воды атмосферных осадков*
Мозырь	46,8	17,4	26,4	9,4	40,9	6,0	2,7	40,9	9,5	Нитратно-сульфатный аммонийно-кальциевый
Нарочь	24,2	18,5	41,7	15,5	10,4	15,5	5,2	53,5	15,4	Нитратный кальциевый
Новогрудок	23,9	11,4	15,7	48,9	15,8	7,1	2,1	65,5	9,4	Гидрокарбонатный кальциевый
Орша	21,3	16,7	12,2	49,7	11,0	23,3	4,4	45,3	16,0	Гидрокарбонатный кальциевый
Пинск	30,8	13,5	17,5	38,2	29,0	8,4	3,7	49,7	9,3	Сульфатно-гидрокарбонатный аммонийно-кальциевый
Полоцк	15,0	14,9	9,6	60,5	7,5	22,3	4,3	47,1	18,8	Гидрокарбонатный кальциевый
Пружаны	25,1	11,4	9,2	54,3	49,9	9,0	6,3	29,6	5,2	Сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-аммонийный

* Согласно классификации О.А. Алекина.

В Барановичах, Березинском заповеднике, Борисове, Бресте, Минске, Мозыре и Пинске помимо кальция в осадках было велико содержание иона аммония (26,5–40,9 %-экв), осадки относились к аммонийно-кальциевому классу. В Пружанах содержание иона аммония в осадках (49,9 %-экв) даже превысило содержание кальция (29,6 %-экв), класс вод по катионам характеризовался как кальциево-аммонийный.

В Березино вторым по значимости катионом после кальция был натрий с содержанием 25,7 %-экв, осадки относились к натриево-кальциевому классу. Достаточно высоким было содержание натрия в атмосферных осадках в Могилеве, Орше и Полоцке – 22,3–23,4 %-экв, но недостаточным, чтобы определять класс вод.

Содержание калия и магния в атмосферных осадках на всех пунктах мониторинга как обычно не превышало 25 %-экв и составляло для калия – 2,1–11,7 %-экв, для магния – 5,2–18,8 %-экв.

По сравнению с предыдущим годом в 2014 г. в целом для Беларуси в атмосферных осадках несколько увеличилось содержание сульфатов, что свидетельствует об усилении антропогенного воздействия на атмосферный воздух. В наибольшей степени это увеличение коснулось таких городов, как Березино, Брест, Жлобин и Пружаны, а также Березинского заповедника, где содержание сульфатов увеличилось с 19,5–22,8 до 25,0–31,6 %-экв и сульфаты начали влиять на класс воды атмосферных осадков. В Лиде в осадках уменьшилось содержание нитратов (с 28,6 до 21,8 %-экв), а на Нарочи оно, наоборот, повысилось (с 38,1 до 41,7 %-экв), соответственно произошло изменение класса воды осадков по анионам.

В Барановичах, Бресте и Пружанах в осадках увеличилось содержание аммонийного азота (с 18,8–30,0 до 26,5–49,9 %-экв), а в Жлобине и Новогрудке оно, наоборот, уменьшилось (с 25,1–29,8 до 15,8–21,3 %-экв). При этом в указанных городах произошло изменение класса воды атмосферных осадков по катионам. В Полоцке натриево-кальциевый класс атмосферных осадков сменился на кальциевый – содержание натрия в осадках уменьшилось с 34,8 до 22,3 %-экв.

Кислотность осадков (рН). Кислотность атмосферных осадков обусловлена распределением вклада основных кислотообразующих ионов (SO_4^{2-} и NO_3^-) и ионов HCO_3^- .

Среднегодовая величина рН атмосферных осадков в Мозыре в 2014 г. составила 5,33. В Новогрудке, Лиде, Березинском заповеднике, Березино, Жлобине и Минске значения рН находились в пределах 5,70–5,90, в Бобруйске, Борисове, Бресте, Гомеле –

6,10–6,20, в Пинске и Могилеве – 6,30–6,40, в Орше, Полоцке и Пружанах – 6,50–6,60. Минимальное значение кислотности атмосферных осадков (рН 4,9) отмечено на Нарочи, максимальное (рН 6,70) – в Барановичах.

Выпадения кислых осадков (рН<5,0) зафиксированы в 7 пунктах, большинство из них – в Березинском заповеднике, Мозыре, Жлобине и Минске. В Жлобине выпадения кислых осадков отмечены в теплый период года, в Березинском заповеднике – в зимние месяцы. В Минске и Мозыре выпадения кислых осадков отмечались как в теплый, так и в холодный период года. В 2014 г. минимальное значение кислотности атмосферных осадков (рН 4,02) зарегистрировано 9 февраля в Березинском заповеднике.

Как и в предыдущие годы, для большинства пунктов мониторинга характерны слабощелочные осадки. В Барановичах, Борисове, Бресте, Гомеле, Лиде, Могилеве, Орше, Пинске, Полоцке и Пружанах их повторяемость была выше 50%. В 8 пунктах зафиксированы выпадения щелочных осадков (рН>7,0). Чаще всего выпадения щелочных осадков отмечались в Могилеве, Полоцке и Пружанах. Максимальное значение кислотности атмосферных осадков (рН 8,20) зарегистрировано 9 мая в Пружанах.

В Березинском заповеднике выпадения слабощелочных осадков отмечали во все месяцы, кроме января – февраля. Максимальное значение (рН=6,82) зарегистрировано 19 мая.

Химический состав атмосферных осадков на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль

В 2014 г. в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния в Европе» (Программы ЕМЕП) на станции Высокое (западная граница Беларуси) продолжались работы по мониторингу атмосферных осадков. Дополнительно в рамках данной программы проводились наблюдения за суточными выпадениями атмосферных осадков на станциях Мстиславль (восточная граница страны) и Браслав (северная граница). Характеристика основных компонентов химического состава атмосферных осадков на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль представлена в таблице 4.16.

Таблица 4.16

**Содержание соединений серы и азота в атмосферных осадках
на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль в 2014 г.***

Месяц	Высокое					Браслав					Мстиславль				
	Количество осадков, мм	pH	SO ₄ ²⁻ /мг/дм ³	NO ₃ ⁻ /мгН/дм ³	NH ₄ ⁺ /мгН/дм ³	Количество осадков, мм	pH	SO ₄ ²⁻ /мг/дм ³	NO ₃ ⁻ /мгН/дм ³	NH ₄ ⁺ /мгН/дм ³	Количество осадков, мм	pH	SO ₄ ²⁻ /мг/дм ³	NO ₃ ⁻ /мгН/дм ³	NH ₄ ⁺ /мгН/дм ³
Январь	46,4	6,29	0,79	0,44	0,84	31,5	5,79	0,31	0,24	0,28	54,0	6,17	3,06	0,19	0,56
Февраль	21,8	6,13	1,63	0,55	1,05	44,9	5,14	0,70	0,44	0,50	30,2	6,32	5,85	0,80	1,46
Март	22,0	6,38	1,97	0,63	1,29	35,0	6,93	0,19	0,09	0,07	22,6	6,82	2,65	0,26	0,58
Апрель	45,3	6,31	2,28	1,17	2,01	32,9	6,13	0,99	0,31	0,80	30,4	5,77	0,59	0,45	1,15
Май	124,0	6,58	1,10	0,25	0,77	104,9	7,26	0,28	0,16	0,23	55,7	6,35	1,96	0,44	0,23
Июнь	65,3	6,45	0,39	0,12	0,21	75,4	7,94	0,20	0,15	0,25	59,9	6,40	3,20	0,42	0,44
Июль	61,3	6,78	1,00	0,27	1,07	73,5	8,01	0,53	0,20	0,48	61,1	6,22	1,30	0,48	0,31
Август	143,1	6,94	0,30	0,15	0,45	78,0	8,28	0,02	0,03	0,06	115,3	6,83	2,31	0,31	0,30
Сентябрь	21,8	6,64	1,31	0,63	0,77	22,2	8,12	0,21	0,25	0,24	31,3	7,03	2,57	0,24	0,54
Октябрь	3,7	6,40	0,52	0,45	0,42	48,4	8,16	0,54	0,32	0,49	7,5	6,76	2,09	—	0,13
Ноябрь	52,4	6,89	0,55	0,21	0,50	12,1	8,40	0,45	0,18	0,24	6,5	6,96	0,71	0,14	1,20
Декабрь	67,7	5,77	0,84	0,42	0,89	45,4	6,19	0,09	0,24	0,52	40,7	6,88	2,74	0,81	0,49
Среднее за год	674,8	6,54	0,92	0,35	0,77	604,2	7,38	0,36	0,19	0,34	515,2	6,48	3,04	0,47	0,61

* При оценке содержания соединений серы и азота в атмосферных осадках в рамках Программы ЕМЕП все величины концентратий даются в пересчете на серу и азот.

На станции Высокое значения рН атмосферных осадков в 2014 г. варьировали в диапазоне от 4,20 до 7,40 при среднем годовом 6,54. Минимальное значение рН отмечено в осадках, выпавших 16–17 декабря, максимальное – в конце августа. На станции Мстиславль значения рН варьировали в диапазоне от 5,37 до 7,85 при среднем годовом 6,48. Выпадения кислых осадков не зафиксировано. На станции Браслав диапазон значений рН был более широким: от 4,10 до 8,44 при среднем годовом 7,38. Выпадения кислых осадков ($\text{pH} < 5,0$) зарегистрированы, в основном, в первой декаде февраля.

В 2014 г. некоторое увеличение содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках отмечено только в районе станции Мстиславль. На станции Высокое среднегодовые концентрации основных компонентов сохранялись примерно на прежнем уровне. Существенное снижение содержания в атмосферных осадках сульфатной серы зарегистрировано в районе станции Браслав (с 1,56 до 0,36 mgS/dm^3). Следует отметить, что на западной и северной границах Беларуси среднегодовые концентрации сульфатной серы и азота нитратного были значительно ниже, чем на восточной границе. Более высокие концентрации загрязняющих веществ на восточной границе страны, очевидно, связаны с недобором атмосферных осадков (в течение года выпало всего 77% климатической нормы).

Как и в предыдущие годы, диапазон минимальных и максимальных концентраций соединений серы и азота в атмосферных осадках на трансграничных станциях был весьма значительным (табл. 4.17). По большинству компонентов максимальные концентрации на несколько порядков превосходили минимальные.

Таблица 4.17

Минимальные и максимальные концентрации соединений серы и азота на трансграничных станциях Высокое, Мстиславль и Браслав в 2014 г.

Станция	SO_4^{2-} , mgS/dm^3		NO_3^- , mgN/dm^3		NH_4^+ , mgN/dm^3	
	min	max	min	max	min	max
Высокое	0,00	4,62	0,04	2,81	0,04	3,43
Мстиславль	0,51	10,31	0,08	1,49	0,06	2,30
Браслав	0,00	3,65	0,02	0,93	0,03	3,29

Максимальные концентрации азота аммонийного на станции Браслав и Мстиславль и азота нитратного на всех станциях отмечены в апреле–мае. На станции Высокое максимальная концен-

трация сульфатной серы зафиксирована в период смоговой ситуации (7–8 ноября), азота аммонийного – 14–15 декабря. Минимальное содержание загрязняющих веществ на станциях Высокое и Браслав зарегистрировано в июне и августе, которые характеризовались частыми и обильными осадками (в августе, например, на станции Высокое выпало почти две климатические нормы).

Динамика среднегодовых концентраций серы и азота на станции Высокое по-прежнему очень неустойчива, однако, по сравнению с 2004 г. содержание в осадках азота нитратного понизилось на 13%, азота аммонийного – на 24%, сульфатной серы – на 49% (табл. 4.18).

Таблица 4.18

Динамика среднегодовых концентраций соединений серы и азота и величины pH в атмосферных осадках на ст. Высокое в 2004–2014 гг.

Год	pH	SO ₄ ²⁻ , мгS/дм ³	NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³
2004	6,63	1,79	0,40	1,01
2005	5,55	1,87	0,38	0,94
2006	6,70	0,94	0,38	0,70
2007	6,50	1,03	0,72	0,69
2008	6,75	1,53	0,50	0,94
2009	6,45	0,82	0,47	0,98
2010	–	0,72	0,43	0,75
2011	–	0,73	0,52	0,83
2012	6,28	0,71	0,35	0,50
2013	5,98	0,87	0,42	0,84
2014	6,54	0,92	0,35	0,77

4.4. Трансграничный перенос и атмосферные выпадения загрязняющих веществ

Модельные расчеты выпадений загрязняющих веществ в рамках Программы ЕМЕП

Состояние воздушной среды на территории Беларуси во многом определяется поступлением загрязняющих веществ с трансграничным переносом. Величины трансграничных потоков загрязняющих веществ оцениваются Метеорологическими синтезирующими центрами (МСЦ) «Запад» (Норвегия) и «Восток» (Россия) в рамках Программы ЕМЕП.

Расчеты, проводимые МСЦ «Запад» и МСЦ «Восток», выполняются на основе данных, предоставляемых национальными центрами Программы ЕМЕП. Данный процесс сбора и анализа информации занимает длительное время, и окончательные оценочные данные по трансграничным потокам загрязняющих веществ появляются с некоторой задержкой. В связи с этим в обзоре 2014 г. приводятся данные по выпадениям соединений серы и азота за 2012 г., тяжелых металлов и СОЗ – за 2013 г.

По последним модельным расчетам МСЦ «Запад» (по состоянию на 2012 г.) годовой поток выпадений серы на территорию Беларуси составил 92,9 тыс.т, нитратного (окисленного) азота – 58,6 тыс.т, аммонийного (восстановленного) азота – 96,0 тыс.т. По сравнению с 2011 г. выпадения серы увеличились на 22%, нитратного азота – на 8%, аммонийного азота – на 9%.

Преобладающие расчетные фоновые концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе на западе и юге Беларуси составили в 2012 г. 0,5–1,0 мкгS/м³, на севере и востоке – 0,3–0,5 мкгS/м³. Максимальные концентрации диоксида серы были характерны для Мозыря (4,2 мкгS/м³) и Новополоцка (3,3 мкгS/м³).

Расчетные фоновые концентрации диоксида азота в 2012 г. находились преимущественно в диапазоне 1,0–1,3 мкгN/м³ в западной части страны и 0,8–1,1 мкгN/м³ – в восточной при существенной мозаичности концентраций. Максимальные уровни концентраций были характерны для Минска – 3,7 мкгN/м³.

Преобладающие среднегодовые расчетные концентрации ТЧ10 от антропогенных источников варьировали по территории Беларуси преимущественно в диапазоне от 7 до 11 мкг/м³ с возрастанием концентраций с северо-востока на юго-запад. Максимальные концентрации были характерны для Высокого и Минска – соответственно 11,1 и 10,7 мкг/м³.

Среднесуточные концентрации приземного озона в 2012 г. на территории Беларуси составляли от 28,7 (Минск) до 32,8 ppb (юг Наровлянского района). Максимальные из среднесуточных концентраций находились в диапазоне 31–32 ppb. Величина показателя содержания приземного озона АОТ40f (суммарное аккумулированное за год (вегетационный период, дневное время) содержание приземного озона выше 40 ppb) варьировала в диапазоне от 9437 (Россонский район) до 19350 ppb-ч (юг Малоритского района). Величина показателя содержания озона SOMO35 (сумма за год максимальных за сутки 8-часовых скользящих средних концентраций озона, превышающих 35 ppb) составляла от 1554 (Россонский район) до 2435 ppb-дней (юг Малоритского района).

Основной пространственный тренд содержания большинства компонентов в атмосферном воздухе – возрастание с северо-востока на юго-запад (рис. 4.17 и 4.18).

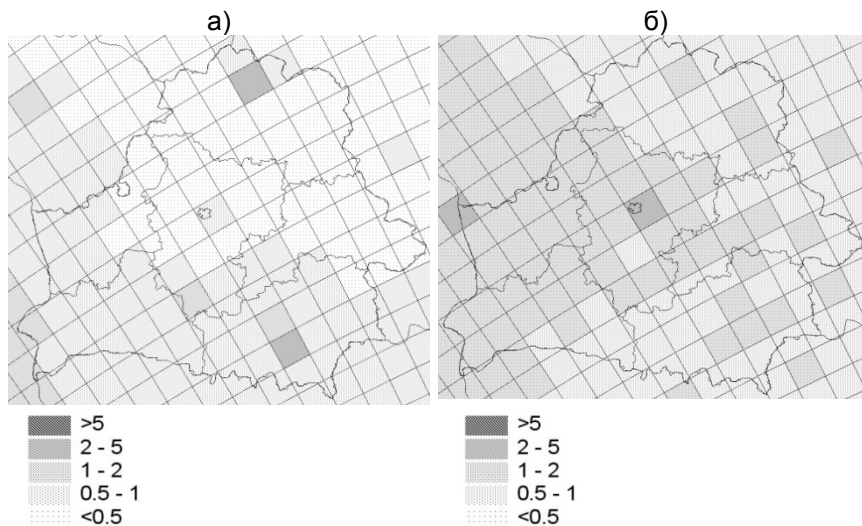


Рис. 4.17. Среднее содержание диоксида серы (а) ($\text{мкгS}/\text{м}^3$) и диоксида азота (б) ($\text{мкгN}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе на территории Беларуси в 2012 г. (по данным Программы ЕМЕП)

По оценкам МСЦ «Восток» годовой поток выпадений свинца от антропогенных источников на территорию Беларуси в 2013 г. составил 54,8 т, кадмия – 2,26 т, ртути – 0,36 т, бензо(а)пирена – 6,1 т, диоксинов/фуранов – 334,4 г ЭТ. По сравнению с 2011 г. в 2013 г. выпадения свинца уменьшились на 15%, кадмия и ртути – на 37%. Выпадения бензо(а)пирена и диоксинов/фуранов увеличились соответственно на 6 и 8%.

По оценкам центров ЕМЕП доля трансграничной серы в выпадениях на территорию Беларуси в 2012 г. составила 85%, нитратного азота – 90%, аммонийного азота – 43%. В 2013 г. 57% антропогенного свинца, 54% кадмия, 77% ртути, 44% бензо(а)пирена, 76% диоксинов/фуранов, выпадающих на территорию Беларуси, также имели внешнее происхождение.

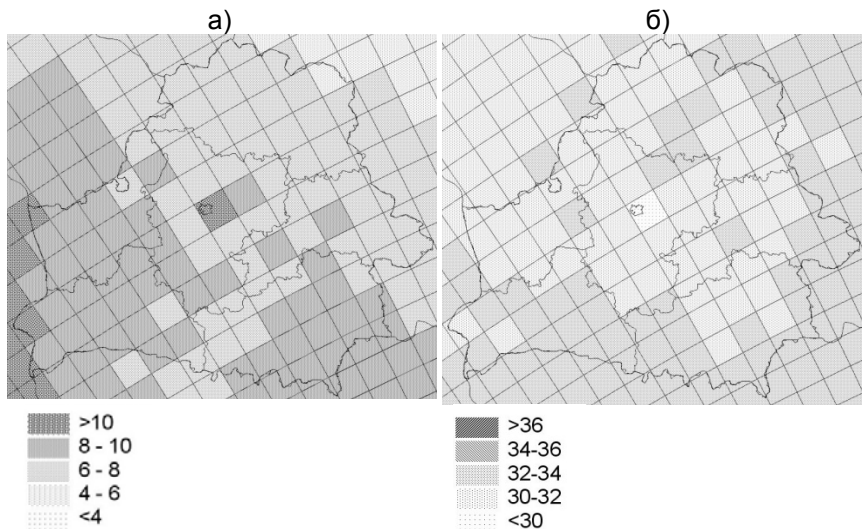


Рис. 4.18. Среднее содержание ТЧ10 (а) ($\mu\text{г}/\text{м}^3$) и приземного озона (б) (ppb) в атмосферном воздухе на территории Беларуси в 2012 г. (по данным Программы ЕМЕП)

В поступлении на территорию Беларуси серы и нитратного азота, тяжелых металлов, бензо(а)пирена основной вклад принадлежит следующим странам (рис. 4.19):

- Польше: 25% серы, 23% нитратного азота, 12% аммонийного азота, 32% свинца, 22% кадмия, 31% ртути, 12% бензо(а)пирена, 12% диоксинов/фуранов;

- Украине: 27% серы, 12% нитратного азота, 1% аммонийного азота, 4% свинца, 3% кадмия, 12% ртути, 14% бензо(а)пирена, 35% диоксинов/фуранов;

- России: 7% серы, 12% нитратного азота, 6% аммонийного азота (от Европейской территории России), 9% кадмия, 1% свинца и ртути, 1% бензо(а)пирена, 11% диоксинов/фуранов;

- Румынии: 3% серы, 2% нитратного азота, 3% аммонийного азота, 1% свинца, 2% кадмия и ртути, 3% бензо(а)пирена, 2% диоксинов/фуранов;

- Германии: 10% нитратного азота, 4% аммонийного азота, 2% серы, 2% свинца, 2% кадмия, 5% ртути, 2% бензо(а)пирена, 1% диоксинов/фуранов.

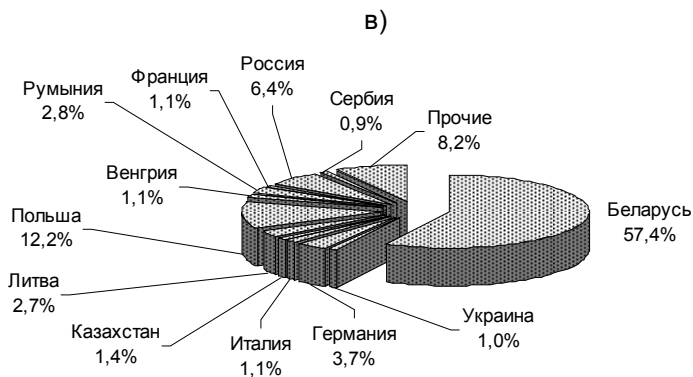
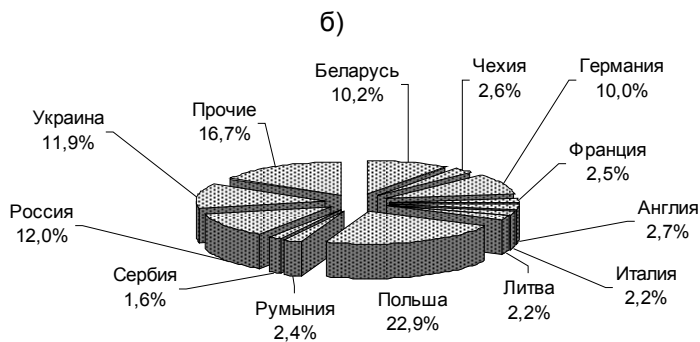
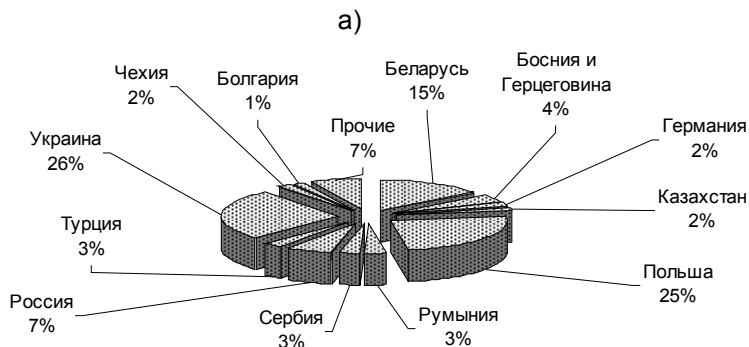


Рис. 4.19. Источники выпадения серы (а), нитратного (б) и аммонийного (в) азота на территорию Беларуси в 2012 г. (по данным Программы ЕМЕП)

Аммонийный азот имеет в основном местное происхождение. Соседние страны являются также источниками выбросов оксидов азота и НМЛОС, служащих предшественниками приземного озона, внося основной вклад в АОТ40f и SOMO35 на территории Беларуси.

В свою очередь 53% серы, 84% нитратного азота и 53% аммонийного азота от источников на территории Беларуси выпало в 2012 г. за ее пределами.

Выпадения загрязняющих веществ по данным Национальной системы мониторинга окружающей среды

Кроме модельных расчетов переноса и осаждения загрязняющих веществ в рамках Программы ЕМЕП, информацию о выпадениях серы и азота на территории Беларуси позволяют получить данные сети мониторинга химического состава атмосферных осадков в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС). Интенсивность атмосферных выпадений серы и азота рассчитывалась по станциям как функция средней годовой концентрации компонента и годового количества осадков.

Интенсивность выпадения серы, рассчитанная таким образом, в 2014 г. варьировала от 217,5 (Браслав) до 1566,2 кг/км²/год (Мстиславль) при среднем значении 596,9 кг/км²/год (рис. 4.20).

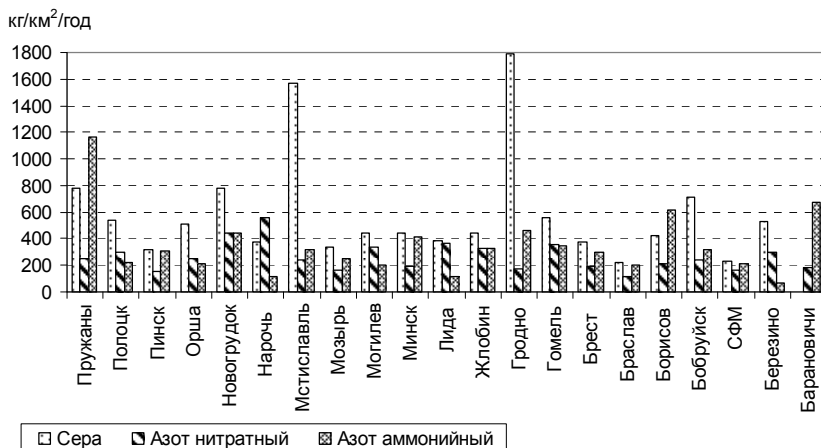


Рис. 4.20. Средняя интенсивность атмосферных выпадений соединений серы и азота на территории Беларуси в 2014 г. (по данным НСМОС)

Интенсивность выпадений азота нитратного в 2013 г. варьировала от 114,8 (Браслав) до 556,7 кг/км²/год (Нарочь) при среднем значении 262,5 кг/км²/год. Интенсивность выпадений азота аммонийного изменялась от 69,1 (Березино) до 1160,5 кг/км²/год (Пружаны) при среднем значении 346,0 кг/км²/год. В 2014 г. по сравнению с 2013 г. средние выпадения серы уменьшились на 1%, азота нитратного – на 22%, азота аммонийного – на 5% (рис. 4.21).

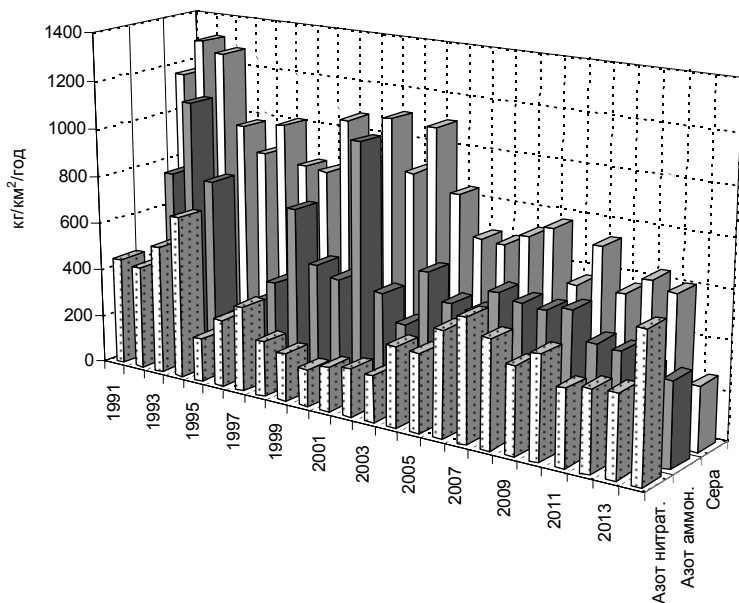


Рис. 4.21. Динамика средней интенсивности атмосферных выпадений соединений серы и азота на территории Беларуси в 1991–2014 гг.

Для оценки потенциального экологического эффекта атмосферных выпадений на фоновые территории по данным СФМ Березинский заповедник рассчитаны выпадения основных закисляющих соединений (серы и азота) и физиологически активных основных катионов (кальция, магния и калия) в эквивалентной форме (рис. 4.22). Разность поступления этих групп соединений характеризует потенциал закисления окружающей среды.

Как показывает рисунок 4.22, для первой половины 1990-х годов хорошо выражен нисходящий тренд потенциала закисления, что связано, в первую очередь, с сокращением поступления основ-

ных закисляющих соединений в окружающую среду. В последующие годы (до 2009 г.) потенциал закисления не имел выраженного тренда, однако в 2010 г. наблюдается его резкое снижение вследствие роста выпадений основных катионов при сокращении поступления закисляющих соединений – в 2010 г. потенциал закисления впервые за период наблюдений принял отрицательное значение, а рН атмосферных осадков увеличилась до 6,0.

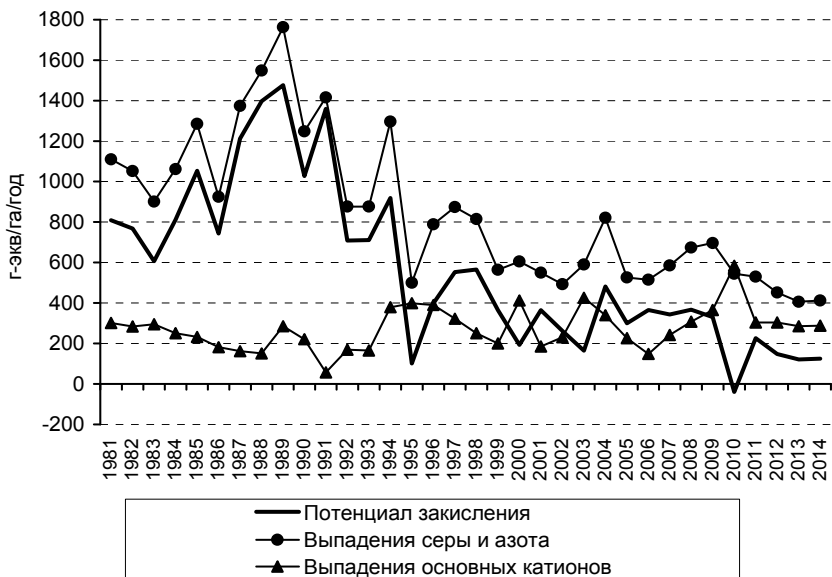


Рис. 4.22. Динамика потенциала закисления природной среды, обусловленного атмосферными осадками, в 1981–2014 гг. (по данным СФМ Березинский заповедник)

В 2011 г. потенциал закисления повысился по сравнению с 2010 г. и составил 226,2 г-экв./га/год, а средний показатель рН атмосферных осадков уменьшился до 5,8. В 2012 г. потенциал закисления вновь уменьшился до 148,4 г-экв./га/год при незначительно снижении рН осадков (до 5,7). Данная тенденция продолжилась и в 2013–2014 гг. – потенциал закисления уменьшился до 121,6–125,0 г-экв./га/год, несмотря на уменьшение рН атмосферных осадков до 5,3–5,8.

4.5. Годовой режим атмосферного озона и уровня приземного ультрафиолетового излучения

В 2014 г. в ряде пунктов наблюдения на территории Беларуси проводились регулярные измерения общего содержания озона (ОСО), а также спектров приземного солнечного ультрафиолетового (УФ) излучения. В течение ряда лет аналогичные исследования проводятся в районах базирования сезонных Белорусских антарктических экспедиций (БАЭ).

Общее содержание озона (ОСО)

В 2014 г. основной (базовый) мониторинг ОСО проводился на Минской озонметрической станции (Минск 27.47E, 53.83N) с помощью двух модификаций ультрафиолетового спектрометра ПИОН-УФ, разработанных в Национальном научно-исследовательском центре мониторинга озоносферы Белорусского государственного университета (ННИЦ МО БГУ), и предназначенных для измерения спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) в диапазоне 285–450 нм. Определение ОСО из данных СПЭО осуществлялось модифицированным методом Стамнеса.

В июне 2013 г. модификация ПИОН-УФ-II, предназначенная для проведения исследований в полярных регионах, прошла калибровку относительно регионального стандарта – озонметра Добсона № 108 в НИЦ ДЗА им. А.И. Воейкова (Санкт-Петербург, Россия).

Дополнительный (параллельный) мониторинг ОСО осуществлялся экземплярами модернизированного в ННИЦ МО БГУ фильтрового озонметра М-124М, реализующего методики измерений «по прямому солнцу» (Direct-Sun) и «из зенита неба» (Zenith-Sky), а также узкополосным фильтровым фотометром ПИОН-Ф, позволяющим проводить измерения ОСО по отношению интегральных освещенностей земной поверхности в двух спектральных интервалах.

С 2013 г. мониторинг ОСО в атмосфере над территорией Беларуси проводится также на метеорологических площадках г.Гомеля и биостанции БГУ на оз.Нарочь, оснащенных фильтровыми фотометрами ПИОН-Ф.

Для сравнительного анализа состояния озоносферы, как обычно, использовались данные наземных измерений и системы

орбитального базирования OMI. Результаты измерения среднесуточных значений ОСО на Минской озонометрической станции в сравнении с данными OMI представлены на рисунке 4.23. Среднеквадратическое отклонение данных наземных измерений от данных орбитальной системы OMI составляет ~4%.

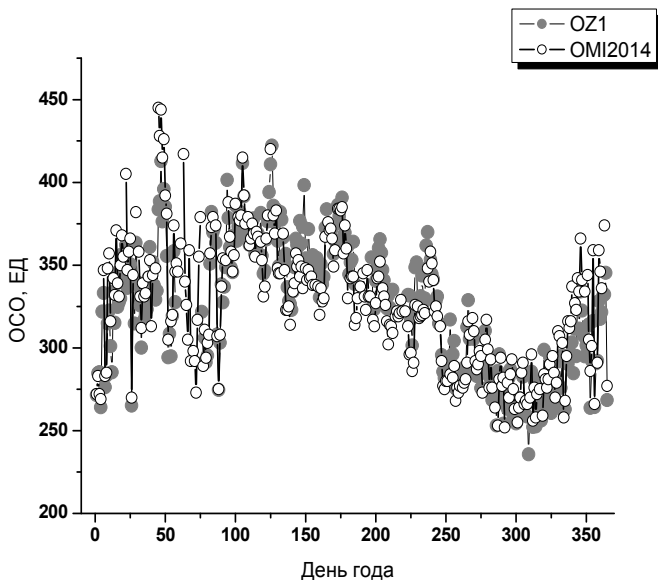


Рис. 4.23. Сопоставление результатов спутниковых (OMI) и наземных (ПИОН-УФ) измерений ОСО в атмосфере над г.Минском в 2014 г.

Общее содержание озона в атмосфере над территорией Беларуси в 2014 г. в основном было близким к норме. Исключение составил март, когда в течение нескольких дней над страной проходила сильная отрицательная озоновая аномалия (рис. 4.24). В остальные месяцы года общее содержание озона было близким к климатической норме (две незначительные положительные аномалии наблюдались в июне и августе); отклонение среднемесячных значений ОСО от нормы в среднем составило 14%. В результате среднегодовое значение оказалось несколько ниже нормы и составило 326 единиц Добсона (рис. 4.25).

Значительное снижение общего содержания озона в марте было вызвано существованием в течение длительного времени

над севером Евразии и над акваторией Северного ледовитого океана значительной по глубине и размерам области с низкими значениями ОСО (отрицательной озоновой аномалии). Область со сниженными значениями ОСО существовала в течение почти всего марта. Территория Беларуси периодически оказывалась под ее влиянием, что и вызвало снижение ОСО на 20–25%, а 13 марта дефицит озона составил 28%.

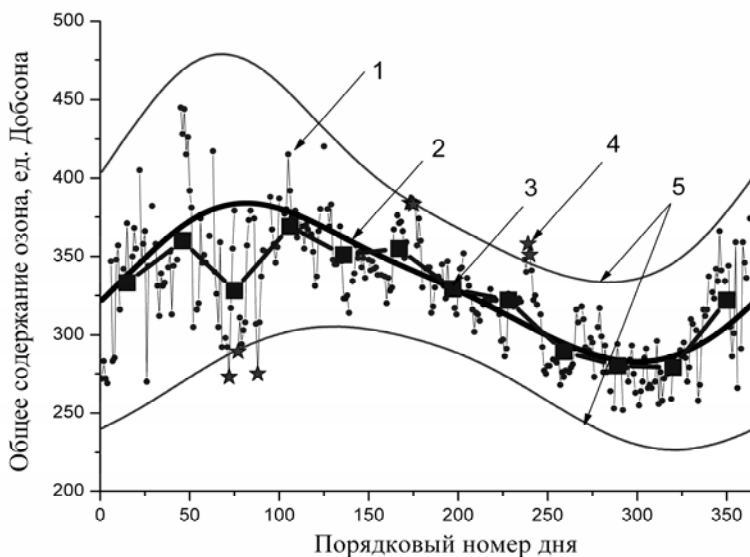


Рис. 4.24. Данные наблюдений за общим содержанием озона над территорией Беларуси в 2014 г. (1), климатическая норма (2), среднемесячные значения (3), озонные аномалии (4), 95%-й доверительный интервал (5)

На территорию Беларуси приходили и отрицательные озоновые аномалии, сформировавшиеся над северной частью Атлантического океана. 17 марта такая аномалия вызвала снижение ОСО более чем на 25%.

Достаточно глубокие озоновые аномалии в 2014 г. наблюдались также в первой декаде января и в декабре, снижение ОСО в эти периоды составило 20–22%, хотя в этом случае значения ОСО не выходили за границы 95% доверительного интервала. Все эти аномалии вызвали снижение ОСО над территорией Беларуси на величину, существенно превышающую естественную изменчивость ОСО.

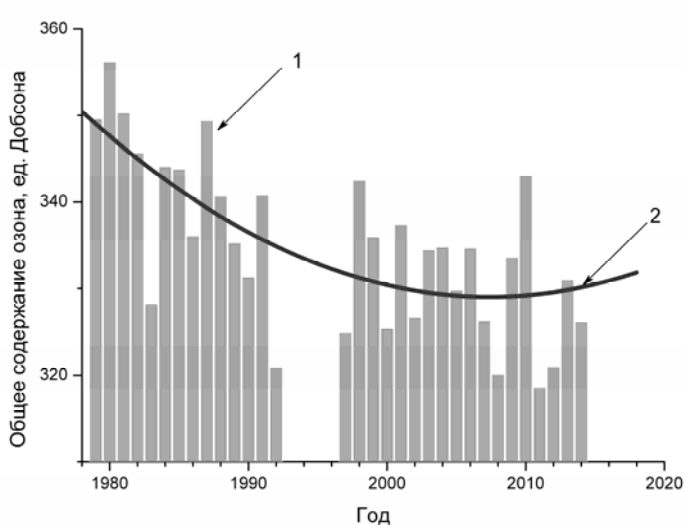


Рис. 4.25. Среднегодовые значения общего содержания озона над территорией Беларуси за весь период наблюдений (1) и оценка многолетнего тренда, рассчитанная по данным 1979–2013 гг. (2)

Годовой максимум общего содержания озона в 2014 г. наблюдался в феврале (обычно он наблюдается в марте). Максимальное значение ОСО отмечено 14 февраля – 445 ЕД (+18%). Данное повышение было связано с небольшой положительной озоновой аномалией.

Минимальное за год значение общего содержания озона отмечено в октябре и не было связано с отрицательной озоновой аномалией. Минимальное ОСО было зарегистрировано 19 октября и составило 252 ЕД.

Спектры и дозы биологически активного солнечного ультрафиолетового излучения

В 2014 г. измерения спектров плотности энергетической освещенности (СПЭО) земной поверхности солнечным излучением в спектральном диапазоне 285–450 нм проводились с помощью ультрафиолетового спектро радиометра ПИОН-УФ и его полярной модификации ПИОН-УФ-II, разработанных в НИИЦ МО БГУ. Измерения производились в автоматическом режиме с восхода до за-

хода солнца. При этом в течение светового дня регистрировалось от 100 спектров в зимние месяцы до 200 и более в летние.

По измеренным спектрам в соответствии с требованиями ВМО рассчитывались значения мощностей и суточных доз различных биоэффектов (эритемы, повреждения ДНК и т.п.), а также значения УФ-индекса.

На рисунке 4.26 показано распределение УФ индекса, полученное обработкой спектров, измеренных на Минской озонометрической станции ННИЦ МО БГУ в 2014 г.

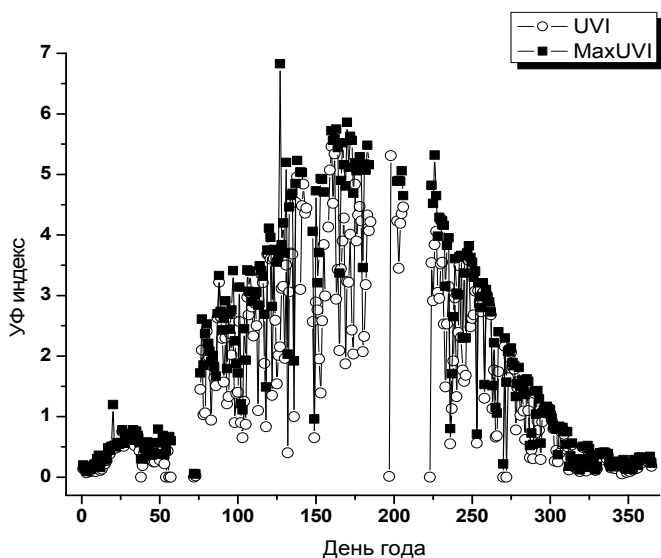


Рис. 4.26. Экспериментальные значения УФ индекса, г. Минск, 2014 г.

Аналогичные измерения мощностей и доз биологического эффекта «эритема» и УФ индекса в 2014 г. проводились в Гомельском университете и на биостанции оз. Нарочь с помощью фильтровых фотометров ПИОН-Ф, разработанных в ННИЦ МО БГУ специально для целей сетевого мониторинга УФ излучения. Мониторинг СПЭО с помощью спектрорадиометра ПИОН-УФ-II проводился также в районе базирования сезонных Белорусских Антарктических Экспедиций (БАЭ).