**4**

**Глава**

**КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХАИ СОСТОЯНИЕ**

**ОЗОНОВОГО СЛОЯ**

***4.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух***

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 учет выбросов от крупных стационарных источников осуществляется на основании формы государственной статистической отчетности 1-воздух (Минприроды). 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 2015 г. общие валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников на территории Республики Беларусь составили 1258,9 тыс. т (63,6% от мобильных источников, 36,4% от стационарных источников).

В составе валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2015 г., как и в предыдущие годы, преобладали углерода оксид – 47,8%, углеводороды и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС) – 29,9%, азота оксиды – 11,1%, твердые вещества – 4,3% и серы диоксид – 4,5% (таблица 4.1).

***Таблица 4.1***

**Валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников на территории Беларуси в 2015 г., тыс. т\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Область | Твердые  вещества | Углерода  оксид | Серы  диоксид | Азота  оксиды | Углеводороды  (включая НМЛОС) | Прочие | Всего |
| Брестская | 7,3 | 79,8 | 1,3 | 18,0 | 55,4 | 4,8 | 166,6 |
| Витебская | 8,9 | 76,9 | 27,5 | 21,4 | 69,1 | 4,7 | 208,5 |
| Гомельская | 8,2 | 80,5 | 21,8 | 21,6 | 68.1 | 5,5 | 205,6 |
| Гродненская | 8,1 | 73,5 | 1,0 | 19,9 | 45,9 | 5,9 | 154,3 |
| г.Минск | 4,4 | 94,5 | 0,8 | 18,1 | 28,4 | 0,2 | 146,4 |
| Минская | 10,7 | 138,8 | 3,2 | 24,4 | 72,5 | 6,0 | 255,6 |
| Могилевская | 6,4 | 58,4 | 1,3 | 16,8 | 37,1 | 2,1 | 122,1 |
| Всего | 54,0 | 602,4 | 56,9 | 140,1 | 376,2 | 29,2 | 1 258,9 |

**\*-** Данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Большая часть выброшенных в атмосферу углерода оксида (87,5%) и азота оксидов (60,7%) обусловлена работой мобильных источников. От стационарных источников в атмосферный воздух поступает 99,8% серы диоксида, 55,7% твердых веществ и 56,3% углеводородов (включая НМЛОС).

В 2015 г. продолжилась тенденция к сокращению валовых выбросов загрязняющих веществ в Беларуси: по сравнению с 2014 г. валовые выбросы уменьшились на 84,7 тыс. т (или на 6,3%).

В наибольшей степени сократились выбросы углерода оксида – на 55,1 тыс. т. Валовые выбросы оксидов азота уменьшились на 15,3 тыс. т, углеводородов (включая НМЛОС) на 10,4 тыс. т, твердых веществ на 7,9 тыс. т и выбросов прочих загрязняющих веществ на 2,5 тыс. т. В то же время выбросы диоксида серы увеличились относительно уровня предыдущего года на 6,4 тыс. т (12,7%).

В г. Минск суммарный объем выбросов от стационарных и мобильных источников в 2015 г. составил 146,4 тыс. т, что на 34,8 тыс. т меньше, чем в предыдущем году. Работой автотранспорта в г. Минске по-прежнему обусловлена большая часть (86,1%) валовых выбросов загрязняющих веществ.

## ***Выбросы от стационарных источников***

## В 2015 г. по форме 1-воздух (Минприроды) в Беларуси отчиталось 2351 предприятие, что на 19 (или на 0,8%) больше, чем в 2014 г. Начиная с 2011 г. сохраняется тенденция к росту количества организаций, предоставляющих отчетность о выбросах загрязняющих веществ. Как и в предыдущие годы, отчетность в 2015 г. предоставлялась преимущественно по организованным источникам, доля которых составила 80,6%.

Согласно данным статистический отчетности, в 2015 г. стационарными источниками в атмосферный воздух выброшено 458,3 тыс. т загрязняющих веществ, что на 4,5 тыс. т (или на 1%) меньше, чем в 2014 г. В предыдущие 2012-2014 гг. в отличие от 2015 г. наблюдался рост количества выбросов от стационарных источников в Беларуси.

### *Отрасли экономики.* Основной объем выбросов среди отраслей экономики Беларуси в 2015 г. пришелся на обрабатывающую промышленность и составил 184,4 тыс. т или 40,2% от суммарных выбросов от стационарных источников. По сравнению с 2014 г. валовые выбросы в данном секторе сократились на 5,3 тыс. т преимущественно за счет оксида углерода (4,1 тыс. т), оксидов азота (4,2 тыс. т), твердых веществ (1,9 тыс. т), выбросы которых уменьшились на 9,4%, 13,5% и 12% соответственно. При этом увеличились выбросы диоксида серы на 7,2 тыс. т.

В целом вклад промышленности в валовые выбросы от стационарных источников в 2015 г. составил 55,6%, что на 2,5% меньше по сравнению с предыдущим годом. Кроме промышленности, значительный вклад в валовые выбросы от стационарных источников внесли сельское хозяйство (33,8%) и транспорт и связь (6,1%). Остальными секторами экономики Беларуси в 2015 г. в сумме было выброшено 21,1 тыс. т загрязняющих веществ (таблица 4.2).

***Таблица 4.2***

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников**

**по основным отраслям экономики Республики Беларусь в 2015 г., тыс. т**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отрасль  экономики | Наименование веществ | | | | | | | |
| Твердые  вещества | Оксид  углерода | Диоксид  серы | Оксиды азота | Углеводороды  (без НМЛОС) | НМЛОС | Прочие | ВСЕГО |
| Промышленность,  в том числе: | 23 | 57,7 | 54,4 | 47,5 | 18,1 | 48,5 | 5,7 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 254,6 |  | 54.4 | 57.7 | 43.2 | 4.3 | 18. | 485 | 5.7 | |
| - горнодобывающая  промышленность | 2,0 | 1,7 | 0,5 | 1,3 | 0,2 | 2,2 | 0,0 | 7,8 |
| - производство и распределение электроэнергии, газа и воды | 7,1 | 16,3 | 4,5 | 19,4 | 12,6 | 1,1 | 1,5 | 62,4 |
| - обрабатывающая  промышленность | 13,9 | 39,7 | 49,4 | 26,8 | 5,3 | 45,2 | 4,2 | 184,4 |
| Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство | 3,8 | 2,1 | 0,5 | 1,1 | 123,0 | 1,3 | 22,9 | 154,7 |
| Транспорт и связь | 0,4 | 10,0 | 0,3 | 2,4 | 12,4 | 2,3 | 0,0 | 27,9 |
| Строительство | 2,3 | 2,1 | 0,4 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 5,5 |
| Торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 1,1 | 0,2 | 2,1 |
| Операции с недвижимым имуществом, аренда и представление услуг  потребителям | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 1,4 |
| Государственное управление | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| Здравоохранение и предоставление социальных услуг | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 0,2 | 2,6 |
| Прочие отрасли экономики | 0 | 2,7 | 0,9 | 3,6 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | 8,9 |
| Всего | 30,1 | 75,4 | 56,8 | 55,0 | 157,7 | 54,0 | 29,2 | 458,3 |

**\*-** Данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

На долю промышленности пришлось более 70% выбросов по отдельным загрязняющим веществам, исключая углеводороды (без НМЛОС) и прочие загрязняющие вещества. Выбросы углеводородов и прочих загрязняющих веществ соответственно на 78,0% и 78,4% обусловлены выбросами сельскохозяйственных организаций. Вклад промышленности в выбросы этих веществ составил 11,5% и 19,5% соответственно.

Для большей части видов деятельности (промышленность, сельское хозяйство, строительство) в 2015 г. по сравнению с предыдущим годом отмечено сокращение суммарных выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Заметный рост выбросов отмечен для транспорта и связи (5,9 тыс. т или 26,8%).

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. отмечено увеличение выбросов углеводородов на 8,6 тыс. т, диоксида серы на 6,5 тыс. т и оксида углерода на 5,5 тыс. т. Выбросы остальных основных загрязняющих веществ, согласно статистическим данным, сократились: оксидов азота на 5,4 тыс. т, твердых веществ на 4,8 тыс. т, НМЛОС на 1,5 тыс. т.

***Города.*** На урбанизированных территориях размещено 58% (по количеству) стационарных источников, выбрасывающих 42,7% загрязняющих веществ. В 2015 г. наибольшее количество загрязняющих веществ было выброшено в атмосферный воздух на территории Новополоцка (57,6 тыс. т), Минска (20,3 тыс. т) и Гродно (9,7тыс. т) (таблица 4.3), причем в последних двух городах наблюдается тенденция к сокращению выбросов.

Число городов с суммарным объемом выбросов от стационарных источников более 1 тыс. т сократилось с 31 в 2014 г. до 28 в 2015 г. Вместе с тем отмечено увеличение общего объема выбросов в таких городах, как Новополоцк, Могилев, Новолукомль, Лида, Белоозерск, Пинск, Орша. Наиболее существенным данное увеличение было в Новополоцке (на 5,6 тыс. т), Могилеве (на 0,8 тыс. т), Новолукомле, (на 0,65 тыс. т). В большинстве указанных городов увеличение выбросов отмечено в наибольшей степени для оксида углерода, оксидов азота, диоксида серы.

Для таких городов, как Барановичи, Витебск, Полоцк, Гомель, Жлобин, Светлогорск, Гродно, Скидель, Сморгонь, Минск, Борисов, Городея, Жодино, Слуцк, Молодечно, Бобруйск, Костюковичи, в 2015 г. отмечено сокращение выбросов от стационарных источников по сравнению с 2014 г. как суммарно, так и по отдельным загрязняющим веществам. Наиболее существенным данное сокращение было в Минске (на 3,2 тыс. т), Гомеле (на 1,5 тыс. т), Жлобине (на 1,4 тыс. т), Борисове (на 1,0 тыс. т), Бобруйске (на 1,0 тыс. т).

***Таблица 4.3***

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных**

**источников по областям и городам\*Республики Беларусь в 2015 г., тыс. т\*\***

| Область, город | Твердые | Серы  диоксид | Углерода  оксид | Азота  оксиды | Углеводороды  (без НМЛОС) | НМЛОС | Прочие | Всего |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Брестская область** | **3,3** | **1,3** | **5,5** | **4,7** | **28,8** | **1,9** | **4,8** | **50,3** |
| Брест | 0,4 | 0,1 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,1 | 3,3 |
| Белоозерск | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 2,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 3,1 |
| Барановичи | 0,2 | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 1,2 |
| Жабинка | 0,1 | 0,1 | 1,8 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 2,2 |
| Пинск | 0,2 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 1,2 |
| **Витебская область** | **5,6** | **27,5** | **14,6** | **10,7** | **23,2** | **25,8** | **4,7** | **112,0** |
| Новополоцк | 0,3 | 25,4 | 4,3 | 4,1 | 0,5 | 22,8 | 0,3 | 57,6 |
| Новолукомль | 0,1 | 1,0 | 2,8 | 3,8 | 0,1 | 0,5 | 0,0 | 8,2 |
| Витебск | 1,0 | 0,1 | 0,8 | 0,7 | 0,3 | 0,6 | 0,0 | 3,5 |
| Орша | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,1 | 0,1 | 2,1 |
| Полоцк | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 2,1 |
| **Гомельская область** | **4,4** | **21,8** | **12,9** | **9,5** | **31,8** | **13,8** | **5,5** | **99,6** |
| Жлобин | 0,7 | 0,3 | 4,9 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 7,7 |
| Гомель | 0,9 | 1,0 | 1,4 | 2,3 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 7,1 |
| Светлогорск | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 0,4 | 0,1 | 2,6 |
| Речица | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 1,2 |
| **Гродненская область** | **5,0** | **1,0** | **9,9** | **9,2** | **22,5** | **3,0** | **5,9** | **56,5** |
| Гродно | 1,3 | 0,4 | 2,0 | 2,4 | 0,5 | 1,6 | 1,5 | 9,7 |
| Лида | 0,2 | 0,0 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,7 | 0,1 | 2,3 |
| Сморгонь | 0,4 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 1,7 |
| Скидель | 0,1 | 0,1 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 1,7 |
| **г. Минск** | **1,6** | **0,8** | **8,5** | **5,8** | **0,6** | **2,8** | **0,2** | **20,3** |
| **Минская область** | **6,1** | **3,1** | **17,4** | **6,7** | **33,7** | **2,9** | **6,0** | **75,9** |
| Городея | 0,1 | 0,1 | 2,9 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,3 |
| Слуцк | 0,2 | 0,1 | 1,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 2,3 |
| Борисов | 0,3 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 0,0 | 1,8 |
| Жодино | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 1,0 |
| Молодечно | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 1,0 |
| **Могилевская область** | **4,1** | **1,3** | **6,6** | **8,5** | **17,2** | **3,9** | **2,1** | **43,8** |
| Могилев | 1,0 | 0,1 | 1,6 | 1,5 | 0,4 | 1,7 | 0,2 | 6,4 |
| Костюковичи | 0,8 | 0,2 | 1,5 | 2,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 5,1 |
| Бобруйск | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 0,4 | 1,1 | 0,0 | 4,3 |
| Осиповичи | 0,2 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 1,0 |

\*-Указаны города, где выбросы превышают 1 тыс. т

\*\* - Данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

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 24,5% суммарного объема выбросов, на долю других веществ приходится от 2 до 20%. В то же время на прочих территориях преобладают выбросы углеводородов, составляющие 55% суммарного объема выбросов стационарных источников вне городов и городских поселков, на долю каждого из других загрязняющих веществ на прочих территориях приходится от 5 до 14% выбросов.

***Выбросы от мобильных источников***

Оценка выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников за 2015 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 2015 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников на территории Республики Беларусь (таблица 4.4) составил 800,6 тыс. т, в том числе 526,9 тыс. т (65,8%) углерода оксида, 164,5 тыс. т (20,5%) углеводородов.

***Таблица 4.4***

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных**

**источников на территории Республики Беларусь в 2015 г., тыс. т\***

| Область,  город | Твердые  вещества | Углерода оксид | Серы  диоксид | Азота  оксиды | Углеводороды | Всего |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Брестская | 4,0 | 74,3 | 0,0 | 13,3 | 24,7 | 116,3 |
| Витебская | 3,3 | 62,3 | 0,0 | 10,7 | 20,1 | 96,4 |
| Гомельская | 3,8 | 67,6 | 0,0 | 12,1 | 22,5 | 106,0 |
| Гродненская | 3,1 | 63,7 | 0,0 | 10,7 | 20,4 | 97,8 |
| г.Минск | 2,8 | 86,0 | 0,0 | 12,3 | 25,0 | 126,1 |
| Минская | 4,6 | 121,4 | 0,1 | 17,7 | 35,9 | 179,7 |
| Могилевская | 2,3 | 51,7 | 0.0 | 8,3 | 16,0 | 78,3 |
| Всего | 23,9 | 526,9 | 0,1 | 85,1 | 164,5 | 800,6 |

\* - Данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РеспубликиБеларусь

Доля остальных загрязняющих веществ в общем объеме выбросов была менее значительной: азота оксиды – 10,6%, твердые вещества – 3,0%, серы диоксид – 0,01%.

Наибольшее количество загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, было выброшено мобильными источниками в Минской области и городе Минск (179,7 и 126,1 тыс. т соответственно), наименьшее – в Могилевской области (78,3 тыс. т). По сравнению с 2014 г. общий объем выбросов в 2015 г. сократился на 80,2 тыс. т (9,1%). Валовое сокращение выбросов от мобильных источников произошло за счет сокращения выбросов всех загрязняющих веществ: оксида углерода – на 49,6 тыс. т, углеводородов – на 17,5 тыс. т, оксидов азота – на 10,0 тыс. т, твердых веществ – на 3,1 тыс. т, диоксида серы – на 0,1 тыс. т.

Для отдельных областей Беларуси в 2015 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 0,1 тыс. т на фоне сокращения общего объема выбросов на 2,1 тыс. т.

Наибольшее сокращение общего объема выбросов от мобильных источников в 2015 г. по сравнению с предыдущим годом характерно для Минска (31,6 тыс. т или 20%). В Витебской области выбросы от данной категории источников сократились на 13,6 тыс. т (12,4%), в Брестской – на 11,5 тыс. т (9%), Гродненской – на 9,6 тыс. т (8,9%), Гомельской – на 7,7 тыс. т (6,8%), Могилевской – на 4,1 тыс. т (5,0%) и в Минской области на 2,1 тыс. т (1,2%).

***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 2015 г. удельные валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников, рассчитанные на единицу площади Беларуси, составили 6,06 т/км2, что на 0,41 т/км2 меньше, чем в 2014 г. В разрезе областей данная величина изменялась в диапазоне от 4,2 т/км2 (Могилевская область) до 10,0 т/км2 (Минская область, включая г. Минск). Для остальных областей этот показатель находился в пределах от 5,1 до 6,2 т/км2.

Удельные показатели выбросов основных загрязняющих веществ, рассчитанные в целом для Республики Беларусь, представлены в таблице 4.5.

***Таблица 4.5***

**Удельные выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников на территории Республики Беларусь в 2015 г.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Удельный показатель | Твердые вещества | Углерода  оксид | Серы  диоксид | Азота  оксиды |
| т/км2 | 0,26 | 2,90 | 0,27 | 0,68 |
| т/чел. | 0,0057 | 0,0635 | 0,006 | 0,0148 |

Максимальные удельные показатели выбросов как на единицу площади, так и на душу населения характерны для оксида углерода.

Высокие значения удельных выбросов на единицу площади по большинству рассматриваемых ингредиентов отмечались в Гродненской и Минской областях (включая г. Минск), где удельные выбросы твердых веществ составили соответственно 0,32 и 0,38 т/км2, диоксида серы – 0,04 и 0,1 т/км2, оксидов азота – 0,8 и 1,1 т/км2, оксида углерода – 2,9 и 5,8 т/км2.

По сравнению с 2014 г. удельные показатели выбросов загрязняющих веществ, приведенные на единицу площади, для Гродненской и Минской областей (включая г. Минск) сократились (за исключением выбросов диоксида серы), но по-прежнему остаются наиболее высокими в стране. Следует отметить также высокие удельные выбросы диоксида серы в Витебской и Гомельской областях 0,69 и 0,54 т/км2 соответственно.

В пересчете на душу населения удельные валовые выбросы в 2015 г. составили 0,133 т/чел. На уровне областей наиболее высокое значение данного показателя установлено в Минской области (0,181 т/чел.), самое низкое – в г. Минск (0,075 т/чел.).

Удельные выбросы загрязняющих веществ по отдельным ингредиентам на душу населения в разрезе областей распределены следующим образом: максимальный удельный выброс твердых веществ установлен в Витебской, Гродненской и Минской областях (0,0074-0,0077 т/чел.), минимальный – в Минске (0,0023 т/чел.). Кроме того, г. Минск характеризуется наименьшими удельными показателями на душу населения по всем рассматриваемым компонентам. Максимальный удельный выброс углерода оксида отмечается в Минской области (0,0983 т/чел.), серы диоксида в Витебской и Гомельской областях (0,023 и 0,0153 т/чел.), азота оксидов в Гродненской области, Витебской и Минской областях (0,0189; 0,0179; 0,0173 т/ чел. соответственно).

***Оценка выбросов загрязняющих веществ в рамках Программы ЕМЕП***

Полнота и качество информации о выбросах загрязняющих веществ являются необходимыми элементами регулирования трансграничного загрязнения атмосферы. Однакоданные государственной статистической отчетности не в полной мере учитывают выбросы в атмосферу таких загрязняющих веществ, как тяжелые металлы, аммиак, стойкие органические загрязнители (СОЗ). Кроме того, официальная статистика не дает представления о выбросах твердых веществ с разделением их на фракции различного размера. В связи с этим проводится дополнительная инвентаризация выбросовна 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 тяжелых металлов, аммиака, СОЗ и твердых взвешенных частиц предоставляются за год, предшествующий отчетному, т.е. в данном разделе предоставлены результаты оценки выбросов за 2014 г.

***Тяжелые металлы.*** Оценка выбросов в атмосферный воздух свинца, кадмия, ртути, мышьяка, хрома, меди, никеля и цинка выполнена по основным категориям источников с учетом статистических и расчетных данных. Общий объем выбросов тяжелых металлов в 2014 г. составил 120,213 т, что на 19% меньше выбросов предыдущего года. Результаты оценки приведены в таблице 4.6.

Как видно из представленных данных, максимальный объем составили выбросы цинка – 81,716 т. При этом 79,5% выбросов приходится на производство чугуна и стали. Далее по значимости источником выбросов цинка является стационарное сжигание топлива в промышленности – 13,373 т, из которых 8,9% обусловлено сжиганием топлива в черной металлургии 7,4% – сжиганием топлива при производстве неметаллических минеральных продуктов. Вклад остальных категорий источников в общий объем выбросов составляет 4,2%.

***Таблица 4.6***

**Выбросы тяжелых металлов на территории Беларуси в 2014г., т**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория источника | Pb | Cd | Hg | As | Cr | Cu | Ni | Zn |
| Производство чугуна и стали | 3,897 | 0,494 | 0,01 | 0,018 | 0,078 | 1,039 | 0,104 | 64,945 |
| Стационарное сжигание топлива в промышленности (производство неметаллических минеральных продуктов) | 3,023 | 0,073 | 0,149 | 0,281 | 0,488 | 0,273 | 0,401 | 6,069 |
| Стационарное сжигание топлива в промышленности (черная металлургия) | 0,963 | 0,01 | 0,015 | 0,059 | 0,323 | 0,599 | 0,136 | 7,304 |
| Нефтепереработка | 0,426 | 0,017 | 0,017 | 0,007 | 0,162 | 0,122 | 15,105 |  |
| Мобильные источники | 0,171 | 0,037 | 0,00 | 0,00 | 0,184 | 1,105 | 1,836 | 0,367 |
| Химическая промышленность | 0,00 | 0,028 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Стационарное сжигание топлива в бытовом секторе | 0,101 | 0,021 | 0,003 | 0,038 | 0,100 | 0,241 | 0,12 | 0,996 |
| Стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе | 0,115 | 0,041 | 0,008 | 0,115 | 0,23 | 0,353 | 1,924 | 1,521 |
| Централизованное производство тепловой и электрической энергии | 0,114 | 0,01 | 0,018 | 0,006 | 0,048 | 0,123 | 3,101 | 0,507 |
| Сжигание отходов (медицинских) | 0,011 | 0,001 | 0,001 | 0,00 | 0,00 | 0,001 | 0,00 | 0,007 |
| Всего | 8,821 | 0,731 | 0,224 | 0,524 | 1,613 | 3,856 | 22,728 | 81,716 |

Значительно уменьшился по отношению к предыдущему году объем выбросов никеля с 39,5 до 22,7 т, из которых 66,5% поступило в атмосферный воздух от предприятий нефтепереработки. Выбросы от централизованного производства тепловой и электрической энергии, стационарного сжигания топлива в коммерческом/институциональном секторе и от передвижных источников составили 13,6%, 8,5% и 8,1% соответственно. Вклад каждой из остальных категорий источников в общий объем выбросов никеля не превышал 2%.

Выбросы свинца в 2014 г. составили 8,821 т, что несколько выше объема 2013 г. Наиболее существенный вклад в объем выбросов свинца вносится производством чугуна и стали – 44,2% и стационарным сжиганием топлива в промышленности: 34,3% – при производстве неметаллических минеральных продуктов; 10,9% – в черной металлургии.

Основной вклад в общий объем выбросов меди (3,856 т) в 2014 г. внесли передвижные источники (28,6%), производство чугуна и стали (26,9%) и стационарное сжигание топлива в черной металлургии (15,5%). Выбросы меди от остальных категорий источников изменялись в пределах от 0,001 до 0,273 т.

Вдвое уменьшились выбросы в атмосферный воздух хрома. Основные источники выбросов: стационарное сжигание топлива в промышленности и коммерческом секторе, нефтепереработка имобильные источники.

Выбросы кадмия (0,731 т) в основном обусловлены процессами производства чугуна и стали, мышьяка (0,524 т) и ртути (0,224 т) – стационарным сжиганием топливав промышленности и коммерческом/институциональном секторе.

***Аммиак.*** Выполненными в рамках Программы ЕМЕП расчетами установлено, что выбросы в атмосферный воздух аммиака на территории Республики Беларусь в 2014 году составили 141,17 тыс. т. Сопоставление результатов со статистическими данными на основании форм государственной статистической отчетности 1-воздух (Минприроды) показывает, что расчетные значения в 5 раз выше. Статистикой не в полной мере учитываются значимые источники выбросов аммиака, особенно в сельскохозяйственной отрасли.

Основной вклад в поступление аммиака в окружающую среду (рисунок 4.1) вносится категорией источников выбросов сельскохозяйственного производства «уборка, хранение и использование навоза» (107,476 тыс. т или 76,13% от общего выброса аммиака). От категории источников «использование минеральных удобрений» в 2014 г. в атмосферу поступило 22,81 тыс. т аммиака или 16,16%. Менее 5% составили выбросы от категории источников «биологическое обезвреживание отходов (компостирование)».

***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) и другие.

**Рис. 4.1. Структура источников выбросов аммиака на территории**

**Республики Беларусь в 2014 г.**

Выбросы диоксинов/фуранов оценены в граммах эквивалента токсичности (диоксинового эквивалента). В 2014 г. общий выброс составил 35,64 г ЭТ диоксинов/фуранов, что на 2,89 г ЭТ больше, чем в 2013 г. Основные источники выбросов диоксинов/фуранов показаны на рисунке 4.2.

**Рис. 4.2.Структура источников выбросов диоксинов/фуранов**

**на территории Беларуси в 2014 г.**

Наибольший вклад в общий объем выбросов вносится такими категориями источников, как сжигание промышленных отходов – 11,26 г ЭТ, производство чугуна и стали – 7,79 г ЭТ, стационарное сжигание топлива в бытовом секторе и в промышленности (черная металлургия, производство неметаллических минеральных продуктов) – соответственно 4,49; 4,29 и 3,22 г ЭТ. На долю остальных категорий источников приходится 12,8% от общего объема выбросов.

Суммарный выброс 4-х индикаторных ПАУ в 2014 г. составил 37,99 т, что на 12% меньше выбросов предыдущего года. В атмосферный воздух поступило 9,31 т бенз/а/пирена, 18,35 т бензо(b)флуорантена, 5,01 т бензо(к)-флуорантена, 5,32 т индено(1,2,3-c,d)пирена.

Основным источником выбросов индикаторных ПАУ является стационарное сжигание топлива в бытовом секторе – 20,79 т. Существенный вклад вносится также стационарным сжиганием топлива в коммерческом/институциональном секторе – 9,95 т и мобильными источниками – 4,19 т (рисунок 4.3).

**Рис. 4.3. Структура источников выбросов ПАУ в атмосферный воздух**

**на территории Беларуси в 2014 г.**

***Твердые взвешенные частицы (ТЧ).*** Согласно расчетам, проведенным с использованием модели GAINS, валовые выбросы твердых взвешенных частиц (суммарные твердые частицы) на территории Беларуси в 2014 году составили 78,768 тыс. т, что на 23,8 тыс. т меньше показателя 2013 года. Однако это значение на 21% превышает выбросы твердых веществ по данным государственной статистической отчетности по форме 1-воздух (Минприроды).

В общем объеме выбросов ТЧ выбросы твердых частиц фракции размером менее 10 микрон (ТЧ10) составили 52,95 тыс. т, менее 2,5 микрон (ТЧ2,5) – 41,19 тыс. т.

Основной вклад в выбросы суммарных твердых частиц в 2014 г. внесен мобильными источниками (37,6%), стационарным сжиганием топлива в коммерческом/институциональном секторе (14,6%), при использовании минеральных удобрений (14%), при хранении и использовании навоза (13,1%).

Более половины от общего объема выбросов ТЧ10 (рисунок 4.4) поступает в атмосферный воздух от мобильных источников (28,57 тыс. т). Треть выбросов приходится на стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном (6,295 тыс. т) и бытовом секторе (4,89 тыс. т), хранении и использовании навоза (4,66 тыс. т). К остальным источникам выбросов ТЧ10 относятся: централизованное производство тепловой и электрической энергии, стационарное сжигание топлива в промышленности (производство неметаллических минеральных продуктов и черная металлургия), химическая промышленность, использование минеральных удобрений, строительство и снос и др.

**Рис. 4.4.Структура источников выбросов ТЧ10 в атмосферу на территории Беларуси в 2014 г.**

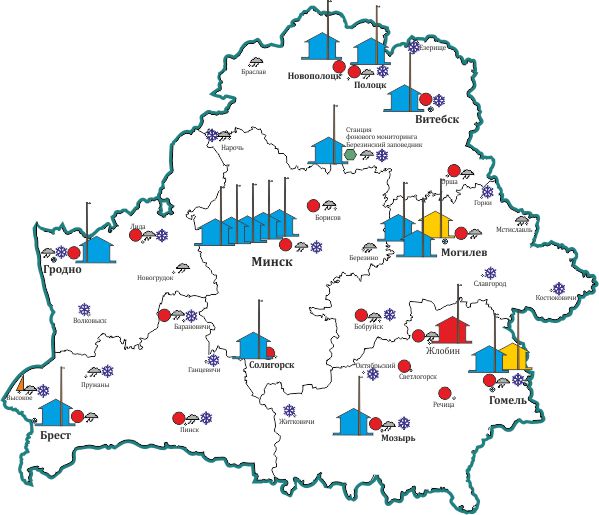
В выбросы ТЧ2,5 основной вклад вносят: передвижные источники – 57,5%; стационарное сжигание топлива в коммерческом/институциональном секторе – 13,1%; стационарное сжигание топлива в бытовом секторе – 11,1%.

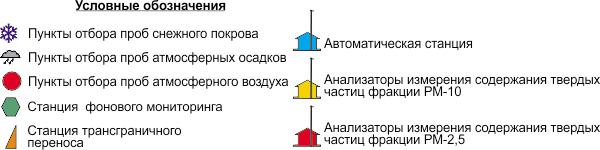
Относительно предыдущего, 2013 года, выбросы суммарных твердых частиц уменьшились на 23,2%, ТЧ10 – на 5,8% (3,28 тыс. т), ТЧ2,5 возросли на 2,7% (1,1 тыс. т).

***4.2. Качество атмосферного воздуха***

Мониторинг состояния атмосферного воздуха в 2015 году проводился в 19 промышленных городах, включая областные центры, а также Полоцк, Новополоцк, Оршу, Бобруйск, Мозырь, Речицу, Светлогорск, Пинск, Жлобин, Лиду, Солигорск, Барановичи и Борисов (рисунок 4.5). Регулярными наблюдениями охвачена территория, где проживает 87% населения крупных и средних городов республики.

Сеть мониторинга атмосферного воздуха в 2015 г. включала 66 станций: Минск – 12, Могилев – 6, Гомель – 5, Витебск – 5, Брест – 4, Гродно – 4, в остальных городах – 1-3. В Минске, Витебске, Могилеве, Гродно, Бресте, Гомеле, Полоцке, Новополоцке, Солигорске и в районе Мозырского промышленного узла функционировало 15 автоматических станций, позволяющих получать информацию о содержании в воздухе приоритетных загрязняющих веществ в режиме реального времени. На станции фонового мониторинга (СФМ) в Березинском заповеднике в автоматическом режиме анализировалось состояние воздуха и атмосферных осадков по программе Глобальной Службы Атмосферы. В состав государственной сети мониторинга включен также стационарный пост наблюдений Министерства здравоохранения Республики Беларусь в г. Могилев.





**Рис.4.5. Схема размещения пунктов мониторинга атмосферного воздуха**

Во всех городах в воздухе определялись концентрации основных загрязняющих веществ, которые подлежат обязательному учету, нормированию, мониторингу и контролю на всей территории страны: твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), углерода оксид, азота диоксид; в 8 городах – серы диоксид. Измерялись также концентрации приоритетных специфических загрязняющих веществ: формальдегида, аммиака, фенола, сероводорода, сероуглерода, перечень которых устанавливается с учетом объемов выбросов, характеристик рассеивания, размеров городов. Во всех промышленных центрах определялось содержание в воздухе свинца и кадмия, в 16 – бенз/а/пирена, в 11 – летучих органических соединений. На автоматических станциях измерялись концентрации твердых частиц, фракции размером до 10 микрон (ТЧ10), приземного озона, в г. Жлобин – твердых частиц, фракции размером до 2,5 микрон (ТЧ2,5).

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 2015 г. не отбирались.

Оценка дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в рамках Программы ЕМЕП проводилась на специализированной трансграничной станции Высокое (западная граница Республики Беларусь). В рамках данной программы проводились наблюдения за суточными выпадениями атмосферных осадков на станциях Мстиславль (восточная граница) и Браслав (северная граница).

Для оценки состояния атмосферного воздуха использовались максимально разовые, среднесуточные и среднегодовые предельно допустимые концентрации (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. Также 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 (доли) дней в году со среднесуточными концентрациями ТЧ10, серы диоксида и азота диоксида выше ПДК, полученные в результате непрерывных измерений, сравнивались с целевыми показателями, принятыми в странах Европейского Союза.

***Состояние атмосферного воздуха городов.*** По результатам стационарных наблюдений в 2015 г. состояние атмосферного воздуха в большинстве контролируемых городов Беларуси оценивалось как стабильно хорошее. Количество дней со среднесуточными концентрациями особо опасных для здоровья населения ТЧ10 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 (согласно Директиве Совета Европейского Союза не допускается превышение среднесуточной ПДК (50 мкг/м3) более чем в 9,6% от общего количества измерений в течение календарного года).

Уровень загрязнения воздуха бензолом, свинцом и кадмием существенно ниже ПДК. В периоды с неблагоприятными для рассеивания метеоусловиями кратковременные превышения нормативов качества по углерода оксиду и азота диоксиду зарегистрированы в Бресте, Минске, Могилеве, Новополоцке, Полоцке и Гомеле.

Вместе с тем, 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. В периоды с дефицитом осадков максимальные среднесуточные концентрации ТЧ10 в воздухе Гомеля и Минска достигали 3-4 ПДК. В Могилеве по-прежнему существует проблема загрязнения воздуха азота диоксидом, в Новополоцке – серы диоксидом. При неблагоприятных метеоусловиях в воздухе городов фиксировались концентрации в 2,0-2,7 раза выше предельно допустимых.

Не всегда соответствовало установленным нормативам качество воздуха в Пинске. Нестабильная экологическая обстановка в периоды с неблагоприятными метеорологическими условиями наблюдалась в районах улиц Красноармейская и Завальная, где проблему загрязнения воздуха определяли повышенные концентрации твердых частиц, фенола и формальдегида.

В Минске в отдельные периоды нестабильная экологическая обстановка наблюдалась также в районе улицы Тимирязева, где проблему загрязнения воздуха определяли повышенные концентрации азота диоксида.

Перечень «проблемных» районов городов и загрязняющих веществ, превышающих нормативы качества атмосферного воздуха, приведены в таблице 4.7.

Количество «проблемных» районов относительно 2014 г. не изменилось, но уменьшился перечень загрязняющих веществ на некоторых пунктах наблюдений городов Минск, Могилев, Новополоцк, а также вместо двух районов Полоцка и Новополоцка в состав «проблемных» вошли два района Пинска.

***Таблица 4.7***

**Перечень «проблемных» районов по загрязнению атмосферного воздуха в городах Республики Беларусь в 2015 г.**

| Город | Адрес станции | Зона  наблюдений | Характеристика нагрузки | Вещества,  определяющие  повышенный уровень загрязнения |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Минск | ул. Радиальная, 50 | Промышленная | Эпизодически\* | ТЧ10 |
| ул. Тимирязева, 23 | Смешанная\*\* | Эпизодически | Азота диоксид |
| Гомель | ул. Барыкина, 319 | Смешанная | Постоянно | ТЧ10,  углерода оксид |
| Могилев | ул. Челюскинцев, 45 | Промышленная | Эпизодически | Азота диоксид |
| ул. Первомайская, 10 | Жилая | Эпизодически | Азота диоксид |
| пер. Крупской, 5 | Автодорога | Эпизодически | ТЧ10 |
| Новополоцк | ул. Молодежная, 49 | Смешанная | Эпизодически | Серы диоксид |
| Пинск | ул. Красноармейская, 59 | Промышленная | Эпизодически | Твердые частицы,  фенол, формальдегид |
| ул. Завальная, 39 | Автодорога | Эпизодически | Твердые частицы,  фенол, формальдегид |

\* - Превышения нормативов качества отмечались только в отдельные месяцы.

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

В таблице 4.8 приведены характеристики состояния атмосферного воздуха городов по данным стационарных наблюдений на станциях с дискретным и непрерывным режимом измерений: среднегодовые, максимальные из разовых концентраций основных загрязняющих веществ и повторяемость концентраций выше максимально разовых ПДК (для ТЧ10 – среднесуточные и повторяемость выше среднесуточных ПДК).

***Суммарные твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль).*** На уровень загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами в значительной степени оказывали влияние метеорологические условия.

Благоприятные условия складывались в январе, мае, во второй и третьей декадах июля, ноябре и декабре. В эти периоды сохранению нормативного качества воздуха способствовали частые осадки. Кратковременные превышения предельно допустимых концентраций в воздухе некоторых городов фиксировались только в единичных пробах воздуха.

Неблагоприятная ситуация имела место в начале весны, в первой декаде июля и августа, в конце августа – начале сентября и в конце октября. Дефицит осадков в феврале и преобладание сухой погоды в марте; сухая и жаркая погода в июле; повышенный температурный режим, мощныеприземные инверсии, слабый ветер, штиль и дефицит осадков в августеобусловили существенный рост концентраций твердых частиц.

Превышения максимально разовой ПДК суммарных твердых частиц в атмосферном воздухе отмечены в 8 городах. В Витебске и Светлогорске фиксировались концентрации 1,0 и 1,01 ПДК соответственно; в Гомеле, Мозыре, Полоцке и Новополоцке 1,28 – 1,36 ПДК; в Речице и Жлобине 2,92 и 3,06 ПДК; в Минске – 3,8 ПДК. Максимальное превышение зарегистрировано в Пинске – 11 ПДК. «Пик» загрязнения (рисунок 4.6) атмосферного воздуха твердыми частицами зафиксирован в августе.

**Рис. 4.6. Внутригодовое распределение среднемесячных**

**концентраций твердых частиц в атмосферном воздухе г. Пинск**

***Таблица 4.8***

**Среднегодовые, максимальные из разовых концентраций основных загрязняющих веществ**

**и повторяемость концентраций выше максимально разовых ПДК в 2015 году**

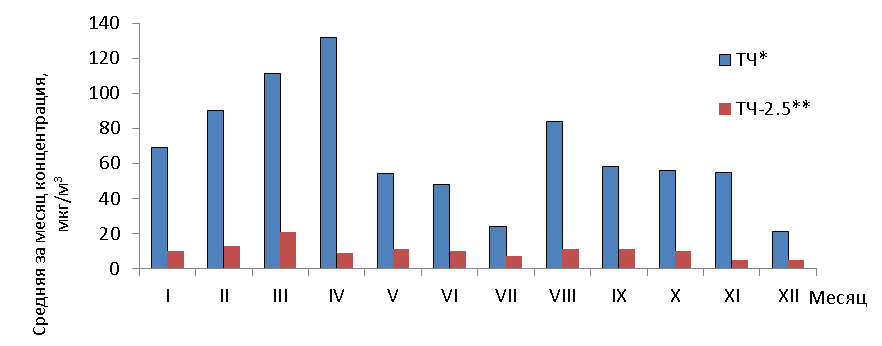
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | Твердые частицы  (недифференцирован-ная пыль/аэрозоль) | | | Твердые частицы,  фракции размером  до 10 микрон | | | Серы диоксид | | | Углерода оксид | | | Азота диоксид | | | Азота оксид | | |
| Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость выше  ПДК м.р., % | Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость выше  ПДК с.с., % | Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость выше  ПДКМ.Р., % | Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость выше ПДКМ.Р., % | Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость  выше ПДКМ.Р., % | Концентра-  ция, мкг/м3 | | Повторяемость  выше ПДКМ.Р., % |
| среднегодовая | максимальная из разовых | среднегодовая | максимальная среднесуточная | среднегодовая | максимальная из разовых | среднегодовая | максимальная из разовых | среднегодовая | максимальная из разовых | среднегодовая | максимальная из разовых |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Барановичи | 32 | 115 | 0 | - | - | - | - | - | - | 666 | 1800 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Борисов | 23 | 159 | 0 | - | - | - | - | - | - | 576 | 3080 | 0 | 16 | 52 | 0 | - | - | - |
| Бобруйск | <15 | 112 | 0 | - | - | - | - | - | - | 1129 | 2900 | 0 | 46 | 160 | 0 | - | - | - |
| Брест | 35 | 199 | 0 | 15 | 55 | 0,4 | - | - | - | 924 | 9200 | 0,3 | 36 | 410 | 0,04 | - | - | - |
| Витебск | 42 | 300 | 0 | 16 | 56 | 0,7 | - | - | - | 519 | 3800 | 0 | 37 | 246 | 0 | 9\* | 158\* | 0 |
| Гомель | 37 | 384 | 0,1 | 53\*\* | 187 | 39,8 | - | - | - | 530 | 14020\* | 0,6\* | 27 | 214\* | 0 | 21\* | 652\* | 0,08\* |
| Гродно | 26 | 219 | 0 | - | - | - | 25,5\* | 112,4\* | 0 | 567 | 3478\* | 0 | 30 | 237 | 0 | 7\* | 381\* | 0\* |
| Жлобин | 66 | 918 | 1,6 |  |  |  | - | - | - | 490 | 1600 | 0 | 48 | 188 | 0 | - | - | - |
| Лида | 91 | 172 | 0 | - | - | - | - | - | - | 529 | 700 | 0 | 11 | 19 | 0 | - | - | - |
| Минск | 25 | 1140 | 0 | 23 | 216 | 5,9 | 16,3\* | 110,1\* | 0 | 430 | 6982\* | 0 | 35 | 802\* | 0,17\* | 16\* | 1285\* | 0,2\* |
| Могилев | <15 | 116 | 0 | 20 | 114 | 4,5 | 43,0\* | 156,8\* | 0 | 479 | 3500 | 0 | 57 | 486\* | 0,5 | 14\* | 1762\* | 0,26\* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Мозырь | 38 | 387 | 0,1 | - | - | - | - | - | - | 468 | 4400 | 0 | 23 | 231 | 0 | - | - | - |
| Мозырский  р-н\*\*\* | - | - | - | 20 | 110 | 3,5 | - | - | - | 256 | 3001 | 0 | 10 | 155 | 0 | 4 | 316 | 0 |
| Новополоцк | <15 | 409 | 0,5 | 17 | 67 | 1,1 | 64,3\* | 1373,0\* | 0,49\* | 602 | 9103\* | 0 | 34 | 380 | 0,8 | 12\* | 475\* | 0,01\* |
| Орша | <15 | 168 | 0 | - | - | - | - | - | - | 1058 | 2800 | 0 | 28 | 105 | 0 | - | - | - |
| Пинск | 67 | 3304 | 1,3 | - | - | - | - | - | - | 584 | 2700 | 0 | 26 | 212 | 0 | - | - | - |
| Полоцк | <15 | 391 | 1,0 | 12 | 80 | 0,28 | - | - | - | 957 | 4737\* | 0 | 42 | 308 | 0,3 | 12\* | 388\* | 0 |
| Речица | 67 | 877 | 1,6 | - | - | - | - | - | - | 635 | 2200 | 0 | 34 | 168 | 0 | - | - | - |
| Светлогорск | 45 | 304 | 0,1 | - | - | - | - | - | - | 637 | 1600 | 0 | 31 | 89 | 0 | - | - | - |
| Солигорск\* | - | - | - | 14 | 45 | 0 | 26,2 | 99,2 | 0 | 425 | 2000 | 0 | 10 | 195 | 0 | 6 | 200 | 0 |
| СФМ  «Березинский  заповедник» | 12 | 79 | 0 | 11 | 61 | 0,3 | 6,9\* | 100,1\* | 0 | 53\* | 1023\* | 0\* | 9\* | 101\* | 0 | 7\* | 522\* | 0 |
| ПДКср.с | 150 | | | 50 | | | 200 | | | 3000 | | | 100 | | | 240 | | |
| ПДКм.р. | 300 | | | 150 | | | 500 | | | 5000 | | | 250 | | | 400 | | |

\* - данные автоматических станций, работающих в непрерывном режиме;

\*\* - учитывались среднегодовые концентрации только в промышленном районе

\*\*\* - граница санитарно-защитной зоны НПЗ (данные непрерывных измерений).

В Жлобине дефицит осадков в феврале – апреле обусловил существенный рост в этот период концентраций твердых частиц смаксимумом загрязнения атмосферного воздуха в апреле (рисунок 4.7).



**Рис.4.7. Внутригодовое распределение среднемесячных**

**концентраций твердых частиц в атмосферном воздухе г. Жлобин**

*ТЧ\* – твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль);*

*ТЧ2,5\*\* - твердые частицы, фракции размером до 2,5 микрон.*

Максимальные концентрации твердых частиц (3,1 – 3,8 ПДК) фиксировались в Минске в первой декаде августа в районах станций № 5 (ул. Челюскинцев) и № 14 (ул. Шаранговича). Минимальный уровень загрязнения воздуха твердыми частицами был в январе, июле и декабре, когдаотмечались частые и обильные осадки.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ относительно предыдущего года в городах Брест, Могилев, Бобруйск, Новополоцк, Полоцк и Орша остались неизменными; уменьшились в 1,1 – 1,4 раза в городах Борисов, Барановичи, Светлогорск, Гродно, Жлобин, Витебск, Мозырь и возросли от 1,1 – 1,2 в городах Речица, Гомель, Лида, Минск до 1,6 раз в Пинске.

***Твердые частицы фракции до 10 микрон (ТЧ10).*** Мониторинг ТЧ10 проводился в 9 городах, в том числе в районе Мозырского промузла (таблица 4.8). Количество дней со среднесуточными концентрациями твердых частиц, фракции размером до 10 микрон  выше ПДК в атмосферном воздухе Бреста, Витебска, Гродно, Новополоцка, Полоцка, Солигорска, жилых районов Минска и Могилева ниже целевого показателя, принятого в странах Европейского Союза.

По данным непрерывных измерений автоматическими станциями в некоторых районах Минска (ул. Радиальная), Могилева (пер. Крупской) и Гомеля (ул. Барыкина) превышен целевой показатель качества атмосферного воздуха по ТЧ10.

В периоды с дефицитом осадков максимальные среднесуточные концентрации ТЧ10 в воздухе Минска достигали 4,3 ПДК, Гомеля 3,7 ПДК (таблица 4.9).

Количество дней с превышениями норматива качества по ТЧ10 в районе ул. Радиальная было почти в 3 раза ниже, чем в районе ул. Барыкина г. Гомель, где среднегодовая концентрация ТЧ10 составляла 1,3 ПДК и была выше, чем в других промышленных центрах республики. При этом доля дней со среднесуточными концентрациями выше ПДК составляла почти 40%.

***Таблица 4.9***

**Динамика загрязнения воздуха в городах Беларуси**

**твердыми частицами, фракции размером до 10 микрон**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | Расположение  станции | Доля дней с превышениями среднесуточной ПДК, (%) | | | | Максимальная среднесуточная концентрация, (д. ПДК) | | | |
| 2012г. | 2013г. | 2014г. | 2015г. | 2012г. | 2013г. | 2014г. | 2015г. |
| Брест | ул. Северная | 6,2 | 2,2 | 1,4 | 0,4 | 2,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| Гомель | ул. Барыкина | 10,2 | 11,0 | 20,6 | 39,8 | 2,1 | 2,2 | 2,7 | 3,7 |
| Гродно | пр. Космонавтов | 2,3 | 0,6 | 0,6 | - | 1,5 | 1,6 | 1,3 | - |
| Минск | пр. Независимости | 4,3 | 2,0 | 4,2 | 1,1 | 2,0 | 1,3 | 1,8 | 1,3 |
| ул. Тимирязева | 7,0 | 18,3 | 9,1 | 6,6 | 1,5 | 5,2 | 3,1 | 2,6 |
| ул. Корженевского | 7,4 | 3,4 | 2,9 | 1,1 | 2,9 | 1,9 | 1,8 | 1,2 |
| ул. Радиальная | 15,6 | 11,9 | 22,0 | 14,7 | 2,3 | 4,3 | 5,8 | 4,3 |
| Могилев | пер. Крупской | 7,5 | 5,0 | 17,1 | 12,2 | 1,9 | 2,7 | 3,0 | 2,3 |
| пр. Шмидта | 0,5 | 1,2 | 2,1 | 0,6 | 1,1 | 1,05 | 1,4 | 0,6 |
| Новополоцк | ул. Молодежная | 0,6 | 0,6 | 2,8 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,3 |
| Полоцк | ул. Кульнева | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,28 | 1,5 | 1,0 | 0,9 | 1,6 |
| Солигорск | ул. Северная | 3,2 | 1,5 | 4,0 | 0,0 | 2,6 | 1,4 | 1,8 | 0,9 |
| Витебск | ул. Чкалова | 3,2 | 0 | 1,4 | 0,7 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,1 |
| Мозырский промузел | д. Пеньки | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 3,5 | 1,1 | 1,0 | 1,04 | 2,2 |

Среднегодовые концентрации ТЧ10 в воздухе жилых районов г. Минска составляли 0,4 ПДК, в районах автодорог – 0,6 ПДК, в промышленном районе – 0,9 ПДК. В 2015 г. уменьшилась доля дней со среднесуточными концентрациями ТЧ10 выше ПДК.

В годовом ходе существенный рост концентраций ТЧ10 зафиксирован во второй половине февраля – марте и в период смоговой ситуации в августе. Основная причина увеличения содержания в воздухе ТЧ10 – дефицит осадков.

***Диоксид серы (SO2).*** По данным измерений автоматических станций, работающих в непрерывном режиме, среднегодовые концентрации серы диоксида в воздухе городов Минск, Гродно и Солигорск в 2015 г. находились в пределах 0,3 – 0,5 ПДК, Могилев – 0,9 ПДК, Новополоцк – 1,3 ПДК (таблица 4.8).

В течение года в Новополоцке отмечено 5 дней со среднесуточными концентрациями выше ПДК. При этом превышен принятый в странах Европейского Союза целевой показатель по серы диоксиду. Максимальная из разовых концентраций серы диоксида (2,8 ПДК) зафиксирована 10 апреля. Превышения максимально разовой ПДК регистрировались почти ежемесячно и 60% из них – в период с 21.00 до 06.00 часов.

Анализ зависимости средних концентраций серы диоксида от скорости ветра (таблица 4.10) показывает, что концентрации уменьшаются пропорционально увеличению скорости ветра. При скорости ветра более 6 м/с средняя концентрация серы диоксида выше, чем при слабых ветрах, что свидетельствует о преимущественном вкладе стационарных (высоких горячих) источников выбросов.

Таким образом, превышения норматива качества по серы диоксиду обусловлены воздействием стационарных (высоких) источников выбросов Новополоцкого промузла, что подтверждается данными по направлению (юго-западное и западное) и скорости ветра (более 6 м/с).

***Таблица 4.10***

**Зависимость средних концентраций основных загрязняющих веществ от скорости ветра**

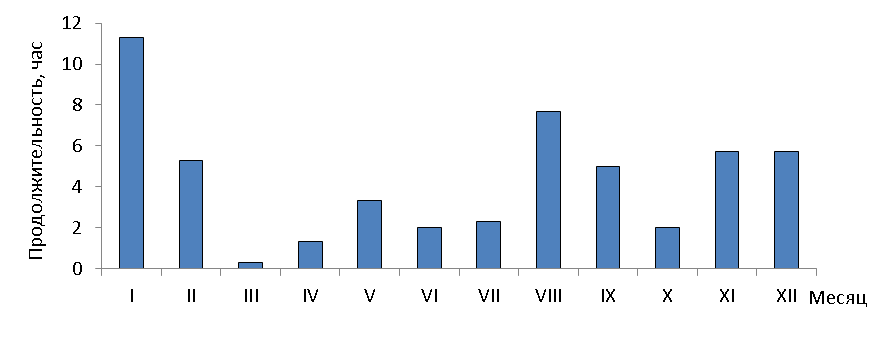
**(г. Новополоцк, 2014-2015 гг.)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Скорость ветра, м/с | Средние концентрации, мкг/м3 | | |
| SO2 | NO2 | CO |
| Штиль | 48 | 29 | 614 |
| 1 – 2 | 52 | 25 | 624 |
| 2 – 4 | 58 | 22 | 584 |
| 4 – 6 | 53 | 16 | 520 |
| > 6 | 73 | 11 | 292 |

В сравнении с зафиксированной в 2014 г. максимальная разовая концентрация серы диоксида снизилась почти в 3 раза.

***Оксид углерода (СО).*** Анализом среднегодовых концентраций углерода оксида (таблица 4.8) установлено наличие в 2015 г. превышений в городах Орша и Бобруйск (2,1 – 2,3 ПДК); Брест и Полоцк (1,8 – 1,9 ПДК); Витебск, Гомель, Лида, Гродно, Борисов, Пинск, Новополоцк, Речица, Светлогорск, Барановичи (1,0 – 1,3 ПДК); в остальных городах (0,5 – 0,98 ПДК).

В Гомеле кратковременные (в течение 20 минут) превышения максимально разовых ПДК регистрировались ежемесячно автоматической станцией в районе ул. Барыкина. Продолжительность таких периодов в течение года составила 52 часа (рисунок 4.8), что на 43% меньше показателя 2014 г.



**Рис. 4.8. Продолжительность периодов с концентрациями**

**углерода оксида выше максимально разовой ПДК**

(станция № 14 в районе ул. Барыкина г. Гомель)

Как и в предыдущие годы, большинство превышений максимально разовых ПДК углерода оксида зафиксировано в утренние часы в период с 7.30 до 10.00 и после 18 часов, что явно связано с интенсивностью движения транспорта. Синхронность изменений концентраций наблюдается как в суточном, так и в годовом ходе, что свидетельствует об общем источнике загрязнения. Кроме этого, анализом зависимости средних концентраций углерода оксида от скорости ветра (таблица 4.10), установлено, что концентрации уменьшаются пропорционально увеличению скорости ветра. Повышенное содержание углерода оксида при слабом ветре характерно для низких (в основном мобильных) источников выбросов.

Загрязнение атмосферного воздуха некоторых городов углерода оксидом имеет устойчивую тенденцию к повышению. Так, за пятилетний период концентрации углерода оксида в воздухе Минска повысились на 9 – 11%; Орши, Речицы и Гомеля на 19 – 36%; Бреста и Бобруйска на 38 – 59%. Существенно увеличилось содержание углерода оксида в воздухе Жлобина.

***Диоксид азота (NO2), оксид азота (NO).*** Среднегодовые концентрации азота диоксида в воздухе большинства городов находились в пределах 0,5 – 0,9 ПДК. Концентрации менее 0,4 ПДК характерны для Солигорска, Лиды, Борисова и Мозырского промузла.

Превышения максимально разовых ПДК в 2015 г. фиксировались в Полоцке (1,2 ПДК), Новополоцке (1,5 ПДК), Бресте (1,6 ПДК), Могилеве (1,9 ПДК), Минске (3,2 ПДК).

В Минске, по данным непрерывных измерений (таблица 4.11), среднегодовые концентрации азота диоксида (NO2) в районах станций № 13 (ул. Радиальная), №16 (ул. Героев 120 Дивизии) и №1 (пр. Независимости) находились в пределах 0,46 – 0,65 ПДК, азота оксида (NO) – 0,08 - 0,19 ПДК. Как и в предыдущем году, уровень загрязнения воздуха азота оксидами в районе станции № 4 (ул. Тимирязева) был в 1,5 – 2,0 раза выше.

***Таблица 4.11***

**Характеристика загрязнения атмосферного воздуха азота оксидами в г. Минск 2015 г.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика загрязнения | Загрязняющее вещество | Номер станции | | | |
| №1 | №4 | №13 | №16 |
| Среднегодовая концентрация,  д. ПДК | NO2 | 0,65 | 1,18 | 0,46 | 0,47 |
| NO | 0,13 | 0,26 | 0,19 | 0,08 |
| Количество дней со среднесуточными концентрациями выше ПДК | NO2 | 6 | 10 | 2 | 0 |
| NO | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Максимальная концентрация (период осреднения 20 минут), д. ПДК | NO2 | 1,7 | 0,9 | 2,1 | 0,6 |
| NO | 3,2 | 2,4 | 1,4 | 1,3 |

Количество дней с превышением среднесуточной ПДК по NO2 было незначительно (не более 10) и ниже целевого показателя, принятого в странах Европейского Союза. Превышения среднесуточной ПДК по NO2 зафиксированы во второй декаде марта, в конце октября, ноября и декабря, которые характеризовались преобладанием длительных периодов с застойными ситуациями (слабый ветер в сочетании с приземными инверсиями). Максимальные из разовых концентраций азота диоксида в районе станции № 13 достигали 2,1 ПДК; азота оксида в районах станций № 4 и № 1 – 2,4 - 3,2 ПДК.

В 2015 г. несколько возрос уровень загрязнения атмосферного воздуха азота оксидами в г. Могилев. Превышения среднесуточной ПДК отмечались в пяти районах, но большинство из них – в районе станций № 1 (ул. Челюскинцев) и № 2 (ул. Первомайская). Максимальные из разовых концентраций азота диоксида 1,9 ПДК зафиксированы на станциях № 4 (пер. Крупской) и № 3 (ул. Каштановая). В периоды с неблагоприятными для рассеивания метеоусловиями на станции № 4 отмечались концентрации азота оксида в 1,5 – 4,4 раза выше норматива качества.

При неблагоприятных метеоусловиях в единичных пробах воздуха, отобранных в районе станции № 3 (ул. Я. Купалы) г. Брест, зафиксированы концентрации азота диоксида в 1,6 раз превышающие максимально разовые ПДК. В Новополоцке максимальные из разовых концентраций азота диоксида достигали 1,5 ПДК, однако доля таких проб была меньше 1%.

Суточный ход концентраций азота диоксида по-прежнему аналогичен суточному ходу концентраций углерода оксида, что свидетельствует об общем источнике загрязнения – выбросах мобильных источников. Большинство превышений максимально разовой ПДК фиксируется, как правило, в утренние часы «пик» и после 18 часов, что связано с интенсивностью движения транспорта. Это подтверждается и зависимостью средних концентраций азота диоксида от скорости ветра, т.е. концентрации уменьшаются пропорционально увеличению скорости ветра (таблица 4.10). Повышенное содержание азота диоксида при слабом ветре характерно для мобильных источников выбросов.

***Специфические загрязняющие вещества.*** По результатам стационарных наблюдений, в последние годы прослеживается устойчивая тенденция снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха специфическими веществами. По сравнению с 2011 г. содержание сероводорода в воздухе Полоцка и Новополоцка понизилось на 20 – 40%, Могилева – на 52%. Наблюдается тенденция снижения среднегодовых концентраций аммиака в воздухе Минска на 38%, Гомеля и Речицы на 61 – 67%. Сохраняется низким уровень загрязнения воздуха сероуглеродом в Могилеве.

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

***Сероводород (Н2S)***. Содержание в атмосферном воздухе сероводорода контролировалось в 5 городах. В Могилеве по сравнению с предыдущим годом уровень загрязнения воздуха сероводородом несколько понизился, но в единичных пробах регистрировались концентрации в 1,5 раза выше норматива качества. В Новополоцке превышений по данному специфическому загрязняющему веществу не отмечалось, а относительно 2011 г. содержание в воздухе сероводорода понизилось на 19 – 20%. Среднегодовые концентрации сероводорода в воздухе городов Полоцк, Новополоцк, Могилев находились в пределах 0,63 – 1,16 мкг/м3, в Мозыре – 0,33 мкг/м3. Максимально разовые концентрации в Полоцке и Мозыре составляли 0,6 ПДК, в Новополоцке – 0,75 ПДК. В Светлогорске концентрации были по-прежнему ниже инструментального предела обнаружения.

***Сероуглерод (CS2)*** на протяжении многих лет определяют в атмосферном воздухе Могилева и Светлогорска, где расположены специфические химические производства. В Могилеве уровень загрязнения сероуглеродом относительно предыдущего года несколько понизился. Превышений максимально разовой ПДК не фиксировалось.

В Светлогорске содержание в воздухе сероуглерода было ниже инструментального предела обнаружения.

***Фенол (С6Н5ОН).*** По данным стационарных наблюдений в г. Могилев превышения максимально разовой ПДК по фенолу регистрировались почти ежемесячно. При неблагоприятных метеоусловиях концентрации фенола в районах станций с дискретным режимом отбора проб достигали 2,6 - 2,9 ПДК.

В Пинске при неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеоусловиях максимальные из разовых концентраций фенола в районах станций № 1 (ул. Красноармейская) и № 2 (ул. Завальная) достигали 1,6 – 1,8 ПДК. В 79% проанализированных проб концентрации фенола не превышали 0,5 ПДК.

В последние годы прослеживается устойчивый рост уровня загрязнения воздуха фенолом в Новополоцке. Зарегистрировано значение максимальной разовой концентрации – 1,5 ПДК. В Полоцке превышения норматива качества по фенолу (в 1,1 – 1,3 раза) зафиксированы только в единичных пробах воздуха.

По сравнению с 2014 г. содержание фенола в атмосферном воздухе городов Минск и Речица несколько повысилось: максимальная разовая концентрация составила 0,8 ПДК.

***Таблица 4.12***

**Среднегодовые и максимально разовые концентрации специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов Беларуси в 2015 г., мкг/м3**

**(данные станций с дискретным отбором проб)**

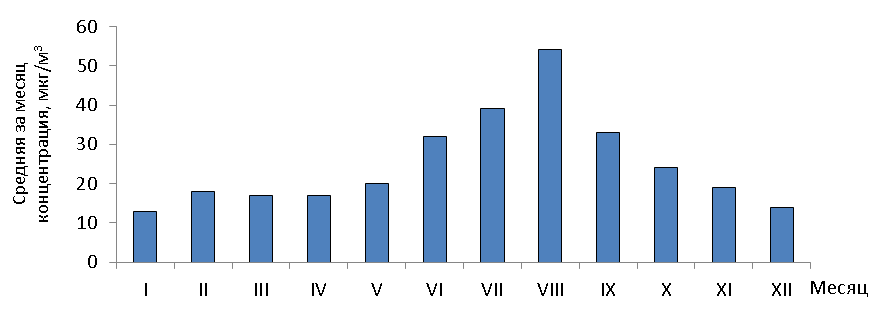
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | Сероводород | | Фенол | | Аммиак | | Формальдегид | |
| qср.г. | qм.р. | qср.г. | qм.р. | qср.г. | qм.р. | qср.г. | qм.р. |
| Бобруйск |  |  | 3,11 | 8,00 | 28,46 | 67,00 | 16,35 | 36,00 |
| Борисов |  |  | 1,53 | 4,00 |  |  | 7,13 | 9,25 |
| Брест |  |  |  |  | 24,97 | 173,00 | 15,71 | 66,00 |
| Витебск |  |  | 1,18 | 7,00 | 28,97 | 229,00 | 8,67 | 38,00 |
| Гомель |  |  | 1,00 | 6,00 | 14,07 | 116,00 | 11,88 | 43,00 |
| Гродно |  |  |  |  | 14,27 | 152,00 | 15,65 | 52,00 |
| Жлобин |  |  |  |  |  |  | 8,24 | 50,00 |
| Лида |  |  |  |  |  |  | 5,44 | 8,00 |
| Минск |  |  | 0,55 | 8,00 | 7,79 | 184,00 | 5,70 | 43,00 |
| Могилев | 1,16 | 12,00 | 1,66 | 29,00 | 31,04 | 399,00 | 17,05 | 93,00 |
| Мозырь | 0,33 | 5,00 |  |  |  |  | 8,10 | 52,00 |
| Новополоцк | 0,82 | 6,00 | 1,29 | 15,00 | 14,60 | 61,00 | 9,03 | 46,00 |
| Орша |  |  |  |  |  |  | 16,83 | 54,00 |
| Пинск |  |  | 3,39 | 17,80 |  |  | 21,68 | 64,70 |
| Полоцк | 0,63 | 5,00 | 1,22 | 13,00 | 16,87 | 97,00 | 8,54 | 36,00 |
| Речица |  |  | 1,74 | 8,00 | 5,42 | 19,00 | 9,07 | 23,00 |
| Светлогорск | < п/о |  |  |  |  |  | 18,69 | 40,00 |
| ПДК |  | 8,0 |  | 10,0 |  | 200 |  | 30,0 |

***Аммиак (NH3).*** Среднегодовые концентрации аммиака в атмосферном воздухе городов Могилев, Витебск, Бобруйск, Брест находились в пределах 31 – 25 мкг/м3; городов Полоцк, Новополоцк, Гродно, Гомель в 1,8 – 2,0 раза ниже; в Минске и Речице 7,8 и 5,4 мкг/м3 соответственно.

За период 2011 – 2015 гг. в Могилеве уровень загрязнения аммиаком возрос на 29%. Максимальная концентрация в районе станции № 1 превышала нормативный показатель в 2 раза.

Некоторый рост содержания в атмосферном воздухе аммиака имел место в Гродно, однако превышений норматива качества не установлено.

Максимальные из разовых концентраций аммиака в городах Минск и Брест составляли 0,9 ПДК. В Минске в 99,6% измерений концентрации не превышали 0,5 ПДК, а за период 2011 – 2015 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха аммиаком в Минске понизился почти на 40%. В Бресте концентрации аммиака находились в пределах 0,1 – 0,5 ПДК в 97% проанализированных проб. При этом ярко выраженный характер имели сезонные изменения: летний уровень загрязнения воздуха аммиаком был почти в три раза выше, чем в зимний период (рисунок 4.9).



**Рис.4.9 Внутригодовое распределение концентраций аммиака**

**в атмосферном воздухе г. Брест в 2015 г.**

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня загрязнения воздуха аммиаком в Гомеле, Минске, Полоцке и Речице.

***Формальдегид (HCOH).*** В 2015 г. содержание в атмосферном воздухе формальдегида определяли в 17 городах Республики Беларусь на станциях с дискретным режимом отбора проб. Измерения проводились только в летний период.

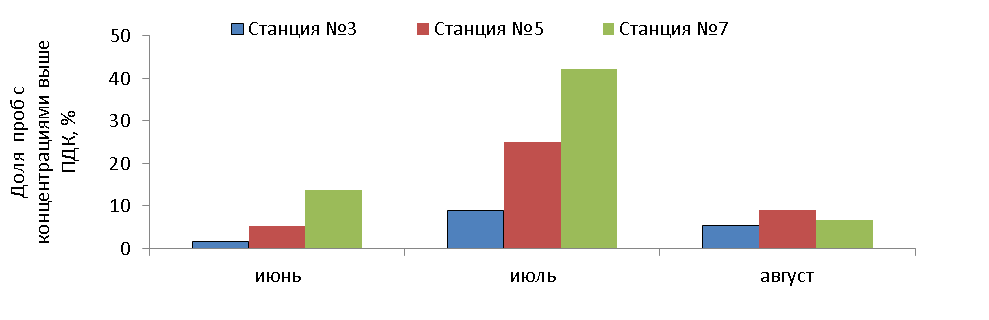
Уровень загрязнения воздуха формальдегидом в Могилеве был выше, чем в других областных центрах республики. Максимальные из разовых концентраций в районах станций № 1, 3 и 12 превышали норматив качества в 3 раза.

Высокий уровень загрязнения воздуха формальдегидом по-прежнему сохраняется в Пинске. В августе доля проб с концентрациями выше норматива качества в районе станции № 2 (ул. Завальная) составляла 27%. В районе станции № 1 (ул. Красноармейская) зарегистрированы концентрации в 2,2 раза превышающие предельно допустимые.

В Бресте «пик» загрязнения зафиксирован в июле. Доля проб с концентрациями выше максимально разовой ПДК в районах станций № 5 (ул. Пушкинская) и № 7 (ул. 17 Сентября) достигала 25 – 42% (рисунок 4.10).

Максимальная из разовых концентраций формальдегида в районе станции № 7 превышала норматив качества в 2,2 раза.

В 55% проанализированных проб в Орше отмечались концентрации выше 0,5 ПДК. Существенное увеличение уровня загрязнения воздуха формальдегидом зафиксировано в первой половине августа, которая характеризовалась повышенным температурным режимом и дефицитом осадков. Доля проб с концентрациями выше максимально разовой ПДК в районе станции № 3 (ул. Пакгаузная) составляла 12%. Превышения норматива в 1,5 – 1,8 раза зафиксированы в районах станций № 1 (ул. Молодежная) и № 2 (ул. Ленина).

**Рис. 4.10. Доля проб с концентрациями формальдегида**

**выше норматива качества.**

Превышения максимально разовой ПДК (в 1,6 – 1,7 раза) зарегистрированы в Жлобине, в Гродно в районе станций № 4 (ул. Городничанская) и № 8 (ул. Соколовского) в 18 – 20% проб, в Мозыре в единичных пробах в районах станций № 1 (ул. Притыцкого) и № 2 (ул. Пролетарская).

В Минске концентрации формальдегида в 1,3 – 1,4 раза выше ПДК фиксировались в единичных пробах воздуха, отобранных в районах станций № 2 (ул. Судмалиса) и № 3 (ул. Бобруйская, 8).

В Полоцке в 86% проанализированных проб концентрации формальдегида не превышали 0,5 ПДК. Некоторый рост содержания в воздухе формальдегида (как и в других промышленных центрах республики) отмечен в первой декаде августа. Максимальная из разовых концентраций составляла 1,2 ПДК.

В Гомеле при аномально неблагоприятных метеоусловиях (мощные приземные инверсии, большая повторяемость слабых ветров и штилей, рекордно высокие температуры воздуха и дефицит осадков), обусловивших образование смога, в течение восьми дней августа регистрировались концентрации формальдегида в 1,1 – 1,4 раза выше максимально разовой ПДК.

В 57% проб концентрации формальдегида были выше 0,5 ПДК в г. Светлогорске. «Пик» загрязнения воздуха формальдегидом отмечен в августе: доля проб с концентрациями выше максимально разовой ПДК составляла 20%. Максимальные из разовых концентраций формальдегида на станциях № 1 (микрорайон «Первомайский») и № 3 (микрорайон «Молодежный») превышали норматив качества в 1,3 раза.

В Бобруйске максимальные из разовых концентраций формальдегида в районах станций № 2 (ул. Минская) и № 1 (ул. Лынькова) находились в пределах 1,1 – 1,2 ПДК.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом понизился в Речице.

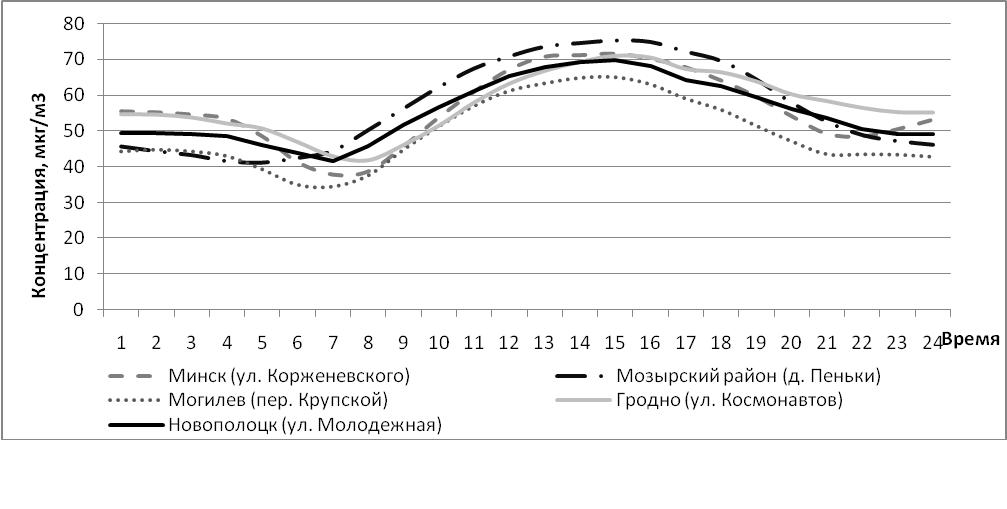
Повышенное содержание формальдегида в воздухе отмечено в районах автодорог с интенсивным движением транспорта. По данным Минского городского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, превышения норматива качества по формальдегиду в 1,5–2,5 раза зарегистрированы в районах перекрестков и светофоров.

***Приземный озон (О3).*** Приземный озон, являясь загрязняющим веществом первого класса опасности, в отличие от стратосферного озона, защищающего живые организмы на Земле от разрушающего действия солнечного ультрафиолетового излучения, оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Мониторинг приземного озона в 2015 г. проводился в 9 городах, в районе Мозырского промышленного узла и в Березинском заповеднике.

Средние за год концентрации приземного озона находились в пределах 43 – 66 мкг/м3. Количество дней с превышениями среднесуточной ПДК в воздухе Новополоцка и Полоцка составляло 19 – 28 дней, Солигорска, Могилева, Минска и Гродно – 29 – 44 дня. В районе Мозырского промузла среднесуточные концентрации О3 превышали норматив качества в течение 10 дней. Максимальные среднесуточные концентрации О3 в воздухе Гродно, Полоцка, Солигорска и Минска составляли 1,3 – 1,4 ПДК, Бреста и Могилева – 1,5 ПДК.

Суточная динамика содержания приземного озона в воздухе всех городов одинакова, различаются лишь уровни концентраций. Максимум загрязнения, как и в предыдущие годы, отмечен в послеполуденное время (рисунок 4.11).



**Рис. 4.11. Суточный ход концентраций приземного озона**

**в городах Беларуси в 2015 г.**

В годовом ходе отмечено увеличение среднемесячных концентраций О3 в марте - мае (весенний максимум), что, скорее всего, связано с перестройкой атмосферы и, как следствие, притоком озона из стратосферы. Несмотря на преобладание благоприятных условий для образования приземного озона в первой половине августа, существенного увеличения концентраций не зарегистрировано.

***Летучие органические соединения (ЛОС).*** По данным непрерывных измерений содержание в атмосферном воздухе бензола на протяжении многих лет сохраняется стабильно низким: среднегодовые и максимальные концентрации в жилых и промышленных районах существенно ниже нормативов качества. Превышений среднесуточной ПДК не зарегистрировано.

В единичных пробах воздуха в Гродно отмечены концентрации бензола и ксилола 0,9 - 1,0 ПДК.

В Бобруйске по сравнению с предыдущим годом незначительно возрос уровень загрязнения атмосферного воздуха бензолом и ксилолом, но превышений нормативов качества не фиксировалось (рисунок 4.12).

Содержание в воздухе стирола, толуола и этилбензола было существенно ниже нормативов качества.



**Рис.4.12. Внутригодовое распределение концентраций специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Бобруйска в 2015 г.**

***Тяжелые металлы.*** В 2015 г. в атмосферном воздухе городов определялось содержание свинца и кадмия. Средние за год и максимальные среднемесячные концентрации свинца и кадмия были значительно ниже ПДК.

Понизилось содержание свинца в сравнении с предыдущим годом в Бресте: максимальная среднемесячная концентрация составляла 0,09 мкг/м3.

В Мозыре максимальные среднемесячные концентрации свинца и кадмия не превышали 0,2 ПДК. В Речице средние за месяц концентрации свинца варьировались в диапазоне 0,028 – 0,077 мкг/м3. Максимальная концентрация (0,095 мкг/м3) отмечена в январе.

В Могилеве прослеживается незначительное увеличение содержания в атмосферном воздухе свинца. Несколько выше, чем в других промышленных центрах республики была среднегодовая концентрация свинца в Жлобине: максимальная среднемесячная концентрация (0,102 мкг/м3) фиксировалась в марте.

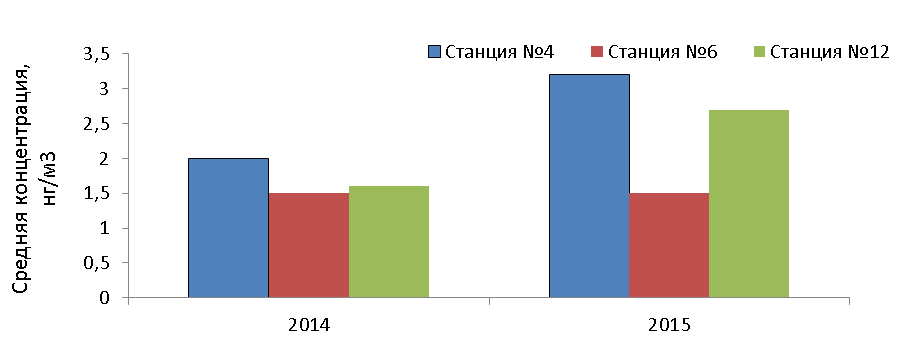
Тенденция среднегодовых концентраций свинца в воздухе многих городов неустойчива. Относительно 2011 г. уровень загрязнения воздуха в Речице повысился на 11%, а в гг. Светлогорск, Бобруйск, Жлобин понизился на 61%, 38% и 30% соответственно.

***Бенз/а/пирен.*** Содержание в воздухе городов бенз/а/пирена в 2015 г. определялось в отопительный сезон и дополнительно в августе в Минске и Могилеве.

По результатам измерений, среднемесячные концентрации данного загрязняющего вещества варьировались в диапазоне 0,5 – 0,6 нг/м3 (Гродно); 0,8 – 1,5 нг/м3  (Минск);1,0 – 2,2 нг/м3 (Жлобин); 1,4 – 2,8 нг/м3 (Брест); 1,5 – 3,2 нг/м3 (Могилев); 1,6 – 3,2 нг/м3 (Гомель).

Максимальные среднемесячные концентрации бенз/а/пирена зафиксированы в Минске в районе станции № 13 (2,3 нг/м3), в Могилеве в районе станции № 12 (4,1 нг/м3), в Бресте (4,2 нг/м3), в Гомеле (5,5 нг/м3). В гг. Брест и Гомель максимальные концентрации бенз/а/пирена отмечались в декабре.

В Жлобине уровень загрязнения атмосферного воздуха бенз/а/пиреном был несколько ниже, чем в предыдущем году, а в Могилеве – выше (рисунок 4.13).

**Рис.4.13. Средние концентрации бенз/а/пирена в атмосферном воздухе**

**г. Могилев в отопительный сезон 2014-2015 гг., нг/м3.**

По результатам измерений в период смоговой ситуации (август) максимальная среднемесячная концентрация бенз/а/пирена в воздухе Гомеля составляла 0,4 нг/м3.

В городах Пинск, Барановичи, Речица, Лида, Бобруйск уровень загрязнения атмосферного воздуха бенз/а/пиреном сохранялся стабильно низким.

***Станция фонового мониторинга (СФМ) «Березинский заповедник».*** Мониторинг атмосферного воздуха на СФМ «Березинский заповедник» организован с целью получения информации о региональном фоновом состоянии атмосферного воздуха.

По результатам непрерывных наблюдений, в 2015 г. содержание в воздухе сульфатов, твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), твердых частиц, фракции размером до 10 микрон, тяжелых металлов, приземного озона, углерода оксида и углерода диоксида понизилось. Неблагоприятное влияние метеоусловий проявилось в феврале – марте и было связано с дефицитом осадков, в августе – с крайне неблагоприятными метеоусловиями, обусловившими образование смога на большей части республики и в конце октября – с отсутствием осадков, мощными приземными инверсиями и большой повторяемостью слабых ветров и штилей. В остальное время года основная роль в формировании уровня загрязнения воздуха принадлежала региональному и глобальному переносу.

В связи с переходом на новые методы измерений, оценка тенденции изменения среднегодовых концентраций серы диоксида и азота диоксида не проводилась.

***Серы диоксид.*** По данным непрерывных измерений, среднегодовая фоновая концентрация серы диоксида составляла 6,4 мкг/м3 (0,13 ПДК). Максимальная среднесуточная концентрация 31,4 мкг/м3 отмечена 30 августа. Сезонные изменения содержания в воздухе серы диоксида не имели ярко выраженного характера. Некоторый рост концентраций зафиксирован в марте и в конце августа – первой декаде сентября и был связан с повышенной повторяемостью ветра восточного сектора, обусловившего перенос загрязняющих веществ от Новолукомльской ГРЭС.

***Азота оксиды.*** Среднегодовая фоновая концентрация азота оксида составляла 6,9 мкг/м3, азота диоксида – 7,8 мкг/м3 (0,2 ПДК). Максимальные среднесуточные концентрации 31 октября достигали 0,4 – 0,7 ПДК. Следует отметить, что в конце октября зафиксировано существенное увеличение уровня загрязнения воздуха и в большинстве городов республики. В годовом ходе рост концентраций азота оксидов (как и серы диоксида) отмечен в марте и в августе – сентябре.

***Сульфаты.*** Среднегодовая фоновая концентрация сульфатов составляла 1,18 мкг/м3 и была несколько ниже, чем в предыдущем году. В теплый период года (за исключением августа) среднемесячные концентрации варьировались в узком диапазоне: от 0,63 мкг/м3 до 1,13 мкг/м3. Увеличение содержания сульфатов (до 1,26 мкг/м3) в августе было связано с дефицитом осадков. В холодный период концентрации сульфатов были почти в 2 раза выше, чем в теплый период. Максимальная среднесуточная концентрация 10,14 мкг/м3 зафиксирована 14 февраля.

Тенденция среднегодовых фоновых концентраций сульфатов очень неустойчива. Однако, по сравнению с 2006 г. содержание в воздухе сульфатов понизилось на 19%.

***Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль).*** Среднегодовая фоновая концентрация твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) составляла 12 мкг/м3. В годовом ходе увеличение содержания в воздухе твердых частиц отмечено в марте, конце мая – июне и августе (рисунок 4.14). Основная причина – дефицит осадков. Максимальная среднесуточная концентрация 79 мкг/м3 зарегистрирована 26 мая. Минимальный уровень загрязнения воздуха твердыми частицами отмечен в январе и ноябре – декабре: средние за месяц концентрации не превышали 8 мкг/м3.

**Рис. 4.14. Внутригодовое распределение концентраций твердых**

**частиц в атмосферном воздухе Березинского заповедника, 2015 г.**

В последние годы прослеживается некоторый рост содержания в воздухе твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль): средние концентрации в период 2011 – 2015 гг. были на 11% выше, чем в 2006 – 2010 гг.

***Твердые частицы, фракции размером до 10 микрон****.* По данным непрерывных измерений, среднегодовая фоновая концентрация твердых частиц, фракции размером до 10 микрон составляла 9 мкг/м3 (0,2 ПДК) и была ниже, чем в предыдущем году. Концентрации ниже этого уровня отмечены в 53% дней. Количество дней со среднесуточными концентрациями выше 25 мкг/м3 (0,5 ПДК) составляло 8% (в 2014 г. – 23%). В годовом ходе увеличение содержания в воздухе ТЧ10, как и твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), отмечено в феврале – марте и августе. В остальное время года среднемесячные концентрации варьировались в диапазоне от 6 мкг/м3 до 9 мкг/м3. Максимальная среднесуточная концентрация ТЧ10 (1,2 ПДК) зафиксирована 29 марта.

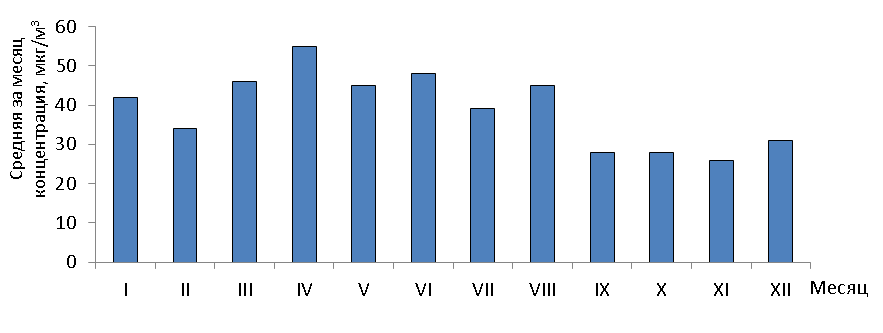
***Тяжелые металлы.*** Среднегодовые фоновые концентрации свинца и кадмия составляли 2,26 нг/м3 и 0,20 нг/м3, соответственно и были несколько ниже, чем в 2014 г. Сезонные изменения уровня загрязнения воздуха тяжелыми металлами по-прежнему не имели ярко выраженного характера. Незначительное увеличение содержания в воздухе кадмия отмечено в марте, свинца – в октябре. Максимальная среднесуточная концентрация кадмия составляла 0,57 нг/м3, свинца – 7,7 нг/м3.

По сравнению с 2006 г. содержание в воздухе кадмия понизилось на 29%. Концентрации свинца за этот период уменьшились в 2,6 раза.

***Бензол.*** Содержание в воздухе бензола было существенно ниже норматива качества. Среднегодовая фоновая концентрация составляла 0,2 мкг/м3. Максимальная среднесуточная концентрация 0,6 мкг/м3 зафиксирована 23 апреля.

***Приземный озон.*** По данным непрерывных измерений, среднегодовая фоновая концентрация приземного озона (О3) составляла 39 мкг/м3 и была существенно ниже, чем в предыдущем году. Сезонные изменения уровня загрязнения воздуха О3 не имели ярко выраженного характера. Некоторый рост содержания в воздухе О3 отмечен только в марте – апреле (рисунок 4.15).

Максимальная среднесуточная концентрация 78 мкг/м3 (0,9 ПДК) зарегистрирована 20 марта. Несмотря на преобладание благоприятных условий для образования О3 в июне и августе (большое количество солнечных дней, повышенный температурный режим и дефицит осадков), летний максимум загрязнения не проявился. Минимальное содержание в воздухе О3 отмечено в сентябре – ноябре.

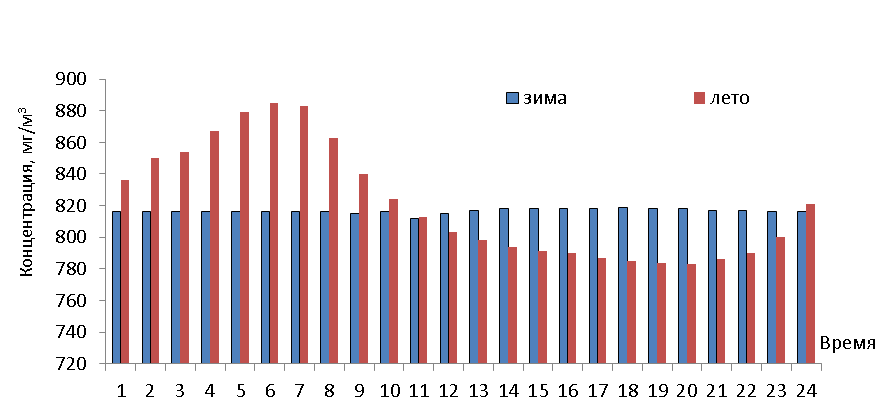


**Рис.4.15. Внутригодовое распределение концентраций приземного озона**

**в атмосферном воздухе Березинского заповедника, 2015 г.**

***Углерода оксид.*** Среднегодовая фоновая концентрация углерода оксида составляла 46 мкг/м3 и была несколько ниже, чем в 2014 г. Как и в предыдущем году, на фоне очень низких концентраций в теплый период по-прежнему выделяются зимние месяцы со среднесуточными концентрациями в 2 – 3 раза выше летних. Максимальная среднесуточная концентрация углеродаоксида 244 мкг/м3 зафиксирована 7 февраля.

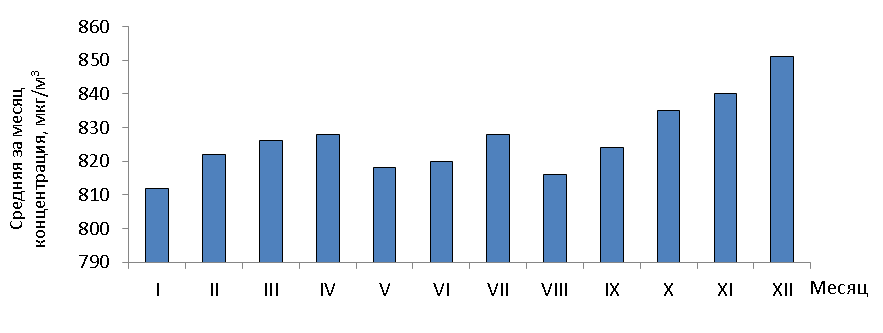
***Углерода диоксид.*** Среднегодовая фоновая концентрация углерода диоксида (СО2) составляла 826 мг/м3 (в 2014 г. – 833 мг/м3). Как и в предыдущие годы, среднесуточные концентрации варьировались в широком диапазоне: от 588 мг/м3 до 932 мг/м3. Кратковременные (в течение 20 минут) повышения концентраций углерода диоксида до 1175 – 1184 мг/м3 зафиксированы в мае и июле. Амплитуда значений суточного хода концентраций в летний период была по-прежнему существенно выше, чем в зимний (рисунок 4.16).



**Рис.4.16. Суточный ход концентраций углерода диоксида**

**в атмосферном воздухе Березинского заповедника, 2015 г.**

Сезонные изменения содержания в воздухе углерода диоксида незначительны: отклонения среднемесячных концентраций не превышали ± 5% (рисунок 4.17).



**Рис.4.17. Среднемесячные концентрации углерода диоксида**

**в атмосферном воздухе Березинского заповедника, 2015 г.**

По данным непрерывных измерений, среднегодовые концентрации диоксида углерода варьируются в диапазоне 789 – 833 мг/м3 и согласуются с данными зарубежных станций фонового мониторинга.

***Радиационная обстановка.*** В 2015 г. радиационная обстановка на территории Республики Беларусь оставалась стабильной. Превышений уровней мощности дозы гамма-излучения (МД) над установившимися многолетними значениями не выявлено.

Как и в предыдущие годы, в пунктах наблюдений городов Брагин (Гомельская область) и Славгород (Могилевская область), находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, зарегистрированы повышенные уровни МД – 0,60 и 0,21 мкЗв/ч соответственно. На остальной территории республики уровни МД составляли от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч.

В течение года средние значения суммарной бета-активности естественных радиоактивных выпадений из приземного слоя атмосферы соответствовали установившимся многолетним значениям.

Максимальные среднемесячные значения суммарной бета-активности радиоактивных выпадений из атмосферы составляли:

Витебск – 2,1 Бк/м2 сутки, Волковыск – 1,8 Бк/м2 сутки в январе; Шарковщина – 2,6 Бк/м2 сутки в январе и сентябре; Верхнедвинск – 3,0 Бк/м2 сутки, Могилев – 2,2 Бк/м2 сутки в марте; Гомель – 1,6 Бк/м2 сутки в апреле; Березинский заповедник – 2,1 Бк/м2 сутки в июле; Костюковичи – 2,9 Бк/м2 сутки, Пружаны – 2,7 Бк/м2 сутки, Житковичи – 2,1 Бк/м2 сутки, Пинск – 1,6 Бк/м2 сутки в сентябре; Минск – 2,7 Бк/м2 сутки в октябре; Гродно – 2,5 Бк/м2 сутки в ноябре, Славгород – 2,0 Бк/м2 сутки в декабре.

Максимальные среднемесячные значения суммарной бета-активности концентрации аэрозолей в приземном слое атмосферы в 2015 г. составляли: в Пинске – 19,4**.**10-5 Бк/м3 в сентябре, Могилеве – 30**.**10-5 Бк/м3, Мозыре – 33**.**10-5 Бк/м3, Минске – 51,3**.**10-5 Бк/м3, Гомеле – 29,4**.**10-5 Бк/м3 в августе.

Максимальные среднемесячные значения суммарной бета-активности радиоактивных выпадений из атмосферы и значения суммарной бета-активности концентрации аэрозолей в приземном слое атмосферы были значительно ниже контрольных уровней (110 Бк/м2 сутки для атмосферных выпадений; 3700⋅10-5 Бк/м3 для концентрации аэрозолей).

Суммарная бета-активность естественных выпадений и аэрозолей в воздухе на территории Республики Беларусь в 2015 г. соответствовали установившимся многолетним значениям.

***4.3. Химический состав атмосферных осадков***

Атмосферные осадки, как твердые, так и жидкие являются чувствительным индикатором загрязнения атмосферы. Данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферных осадках являются основным материалом для оценки регионального загрязнения атмосферы промышленных центров, городов и сельской местности.

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, прежде всего, зависит от количества осадков: чем больше осадков, тем меньше их загрязненность. Влияет и направление ветра, и интенсивность осадков, и предшествующая выпадению погода (длительность периода без осадков).

В 2015 г. в среднем по стране выпало 541 мм осадков, или 82% нормы (в предыдущем году – 86%). В течение года осадки выпадали неравномерно. Влажными были январь, май, сентябрь и ноябрь. Больше всего осадков (1,5 нормы) выпало в ноябре. Остальные месяцы года были сухими. Самым сухим был август: в большинстве пунктов мониторинга за месяц выпало менее 10% нормы. В Пинске и Жлобине осадки практически отсутствовали. Такой сухой август в Беларуси отмечен впервые. В Орше, Борисове, Мозыре и Полоцке дефицит осадков отмечен также в июне.

***Общая минерализация.*** В 2015 г. величина общей минерализации атмосферных осадков (сумма ионов) варьировалась в диапазоне от 7,8 мг/дм3 (СФМ «Березинский заповедник») до 37,1 мг/дм3 (Барановичи). Осадки с малой минерализацией (не более 15 мг/дм3) отмечены только в четырех пунктах: в Березинском заповеднике, Бресте, Минске и Мозыре (рисунок 4.18).

**Рис. 4.18. Минерализация атмосферных осадков в 2015 г.**

По сравнению с предыдущим годом в 12 пунктах отмечено увеличение минерализации атмосферных осадков: на 19 – 31% в Борисове, Бресте и Минске; 40 – 46% в Барановичах, Березино и Гомеле; 78 – 90% на Нарочи и в Мозыре. В Пинске и Лиде минерализация повысилась в 2 раза.

Снижение минерализации атмосферных осадков (на 7 – 13%) отмечено в Полоцке, Могилеве, Бобруйске, Орше и Жлобине, на 31% – в Пружанах.

В половине пунктов максимальные значения минерализации зафиксированы в феврале – марте, июне и октябре, которые характеризовались дефицитом осадков. В то же время, на Нарочи, в Лиде и Барановичах максимальные значения минерализации отмечены в месяцы с количеством осадков в 1,4 раза выше климатической нормы.

Абсолютные максимальные значения минерализации атмосферных осадков в Барановичах и Лиде составляли 76,73 мг/дм3 и 98,79 мг/дм3, соответственно, и были значительно выше, чем в 2014 г. В 12 пунктах существенное снижение суммы ионов отмечено в ноябре – декабре. Абсолютные минимальные значения минерализации (6,45 – 6,54 мг/дм3), зарегистрированные в Мозыре и на Нарочи, также были выше, чем в предыдущем году.

В Березинском заповеднике минерализация атмосферных осадков повысилась на 44%. Существенное увеличение суммы ионов в феврале (до 12,89 мг/дм3), по всей вероятности, было связано с региональным переносом загрязняющих веществ, в августе (до 20,21 мг/дм3) – с дефицитом осадков (выпало всего 20% климатической нормы). Минимальные значения минерализации атмосферных осадков (5,41 – 5,52 мг/дм3) отмечены в сентябре и ноябре – в месяцы с наибольшим количеством осадков. В остальное время года содержание ионов варьировалось в узком диапазоне: от 5,85 мг/дм3 до 9,83 мг/дм3.

***Основные компоненты.*** Как и в предыдущие годы, качественный состав атмосферных осадков характеризовался существенным разнообразием, однако доминирующая роль принадлежала гидрокарбонатам. Минимальный вклад гидрокарбонатов в общую минерализацию (17 – 20%) характерен для Лиды и Березино. Вклад гидрокарбонатов в осадках, выпавших в Бресте, Гомеле, Пружанах, Новогрудке и Бобруйске составлял 27 - 34%, в остальных пунктах – 37 - 46%. В отдельные месяцы вклад гидрокарбонатов в Мозыре, Минске и Жлобине достигал 54 - 56%, Новогрудке, Могилеве и на Нарочи – 60 - 62%.

В 13 пунктах доля сульфат-иона составляла от 12% до 19%. Максимальный вклад сульфат-иона (21 - 22%) характерен для Мозыря и Пружан, минимальный (8 - 10%) – для Лиды, Нарочи и Орши. В 14 пунктах доля нитрат-иона составляла от 11% до 19%, в Гомеле, Березино и Бресте – от 20 до 23%, на Нарочи – 27%. В Березино доля нитрат-иона составляла 6%. Минимальный вклад ионов аммония (1 – 4%) отмечен в Барановичах, Березино, Бобруйске, Гомеле, Лиде, Могилеве, Орше, Полоцке и на Нарочи, максимальный (10%) – в Минске.

Как и в предыдущие годы, основную долю в катионах занимал кальций: 8 - 10% в Барановичах, Березино, Борисове, Бресте, Гродно, Минске, Мозыре, Пинске и Пружанах; 11 - 15% в других пунктах мониторинга. Вклад катионов калия и магния в большинстве пунктов был ниже 4%, натрия – 7%.

В Березинском заповеднике доминирующее положение (50%) занимали нитрат-ион и гидрокарбонаты. Доля сульфат-иона составляла 14%. Максимальное содержание (10,2 мг/дм3) гидрокарбонатов в атмосферных осадках отмечено в августе, сульфат-иона (1,98 мг/дм3) – октябре, нитрат-иона (3,35 мг/дм3) – в феврале.

***Кислотность осадков.*** Кислотность осадков обусловлена распределением вклада основных кислотообразующих ионов (SO2-4 и NO-3) и ионов НСО-3.

Среднегодовые величины рН осадков в Лиде, Минске, на Нарочи, Бобруйске, Березинском заповеднике, Березино, Жлобине и Мозыре находились в пределах 5,9 – 6,1; Барановичах и Полоцке – 6,5 – 6,6; в остальных пунктах – 6,2 – 6,4.

В 6 пунктах в суточных пробах атмосферных осадков зафиксированы кислые (рН<5,0) осадки, большинство из них – в Жлобине и Мозыре. В Минске и Могилеве количество дней с выпадениями кислых осадков составляло 3 и 4, соответственно, в Бобруйске и Березинском заповеднике – 11 и 12, соответственно. В Мозыре, Бобруйске и Березинском заповеднике выпадения кислых осадков отмечены, в основном, в холодный период года. В Жлобине выпадения кислых осадков отмечали почти ежемесячно. Минимальные значения рН составляли: в Могилеве – 4,74; Бобруйске и Минске – 4,11; Мозыре – 4,23; Жлобине и Березинском заповеднике – 4,06. Следует отметить, что в пяти пунктах минимальные значения рН зафиксированы 21 – 23 января.

Как и в предыдущие годы, для большинства пунктов характерны слабощелочные осадки. В Барановичах, Бобруйске, Пружанах, Орше, Полоцке, Пинске, Гомеле, Бресте, Минске и Борисове повторяемость их была выше 60%. В 7 пунктах зафиксированы выпадения щелочных осадков (рН>7,0). Чаще всего выпадения щелочных осадков отмечались в Борисове, Орше, Полоцке и Могилеве. Максимальное значение (рН=8,65) зарегистрировано 23 июня в Могилеве.

В Березинском заповеднике выпадения слабощелочных осадков отмечали во все месяцы, кроме марта. Максимальное значение (рН=6,66) зафиксировано 30 июня.

Таким образом, результаты исследований химического состава атмосферных осадков позволили сделать следующие выводы:

- на СФМ «Березинский заповедник», в Бресте, Минске и Мозыре выпадали осадки с малой минерализацией (не более 15,0 мг/дм3). В Барановичах минерализация осадков составляла 37,1 мг/дм3. В остальных пунктах мониторинга среднегодовая минерализация находилась в пределах от 16,3 мг/дм3 до 28,3 мг/дм3;

- в большинстве пунктов отмечено увеличение минерализации атмосферных осадков. Существенное снижение минерализации осадков зафиксировано только в Пружанах;

- в осадках, выпавших в Барановичах, Борисове, Гродно, Минске, Мозыре, Пинске и Пружанах, доминировали гидрокарбонаты и сульфаты; в Бобруйске, Бресте, Березино, Березинском заповеднике, Гомеле, Жлобине, Могилеве, Новогрудке, Орше и на Нарочи – гидрокарбонаты и нитраты. В Полоцке вклад сульфатов и нитратов в общую минерализацию равнозначен;

- большинство выпадений кислых осадков отмечено в Жлобине и Мозыре, щелочных – в Борисове, Орше, Полоцке и Могилеве. В Полоцке, расположенном в ближнем следе загрязнения от крупного источника выбросов серы диоксида – Новополоцкого промузла, закисление на протяжении многих лет не регистрируется.

***Химический состав атмосферных осадков на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль.*** В 2015 г., в рамках Программы ЕМЕП, на станции Высокое (западная граница республики) продолжались работы по мониторингу атмосферных осадков. Дополнительно, в рамках данной программы работ, проводились наблюдения за суточными выпадениями атмосферных осадков на станциях Мстиславль (восточная граница республики) и Браслав (северная граница республики).

Характеристика основных компонентов химического состава атмосферных осадков на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль представлена в таблице 4.13. На станции Высокое значения рН атмосферных осадков варьировались в диапазоне от 5 до 7,10, при среднем годовом 6,54. Минимальное значение рН отмечено в первой декаде февраля, максимальное – 22 - 23 июня. На станции Браслав диапазон значений рН более широкий: от 5,26 до 9,08, при среднем годовом 7,68. Выпадения осадков с рН > 8,0 зафиксированы, в основном, в теплый период года, с рН < 5,5 – в декабре. На станции Мстиславль рН атмосферных осадков измеряли в январе – сентябре. Значения рН в этот период варьировались в диапазоне от 5,50 до 7,57. Минимальное значение рН отмечено в июне, максимальное в осадках, выпавших 26 – 27 июля.

В 2015 г. на станциях Высокое и Браслав отмечено увеличение содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках. На станции Высокое концентрации сульфатной серы, азота окисленного и азота восстановленного повысились на 26 – 32%, на станции Браслав – на 62 – 83%. Некоторое снижение содержания сульфатной серы и азота восстановленного отмечено на станции Мстиславль.

Как и в предыдущие годы, диапазон минимальных и максимальных концентраций загрязняющих веществ весьма значителен (таблица 4.14). По большинству компонентов максимальные концентрации на несколько порядков выше минимальных концентраций.

Максимальные концентрации сульфатной серы и азота восстановленного в суточных выпадениях осадков на станции Высокое зарегистрированы в июне – июле, азота окисленного – в начале апреля. На станции Браслав максимальные концентрации отмечены в январе – марте, на станции Мстиславль – в январе, апреле и сентябре.

***Таблица 4.13***

**Средневзвешенные концентрации основных компонентов химического состава атмосферных осадков**

**на станциях Высокое, Браслав и Мстиславль в 2015 году, мг/дм3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | ст. Высокое | | | | | ст. Браслав | | | | | ст. Мстиславль | | | | |
| Кол-во осадков, мм | pH | SO42-  мг S/дм3 | NO3-  мг N/дм3 | NH4+  мг N/дм3 | Кол-во осадков, мм | pH | SO42-  мг S/дм3 | NO3-  мг N/дм3 | NH4+  мг N/дм3 | Кол-во осадков, мм | pH | SO42-  мг S/дм3 | NO3-  мг N/дм3 | NH4+  мг N/дм3 |
| Январь | 63,4 | 5,39 | 0,97 | 0,38 | 0,57 | 45,3 | 6,24 | 0,19 | 0,26 | 0,31 | 69,4 | 6,29 | 4,56 | 0,47 | 1,00 |
| Февраль | 5,3 | - | - | 1,17 | 5,00 | 27,5 | 7,21 | 1,41 | 0,93 | 0,40 | 22,3 | 6,48 | 4,25 | 0,77 | 0,39 |
| Март | 37,1 | 6,32 | 0,86 | 0,33 | 0,61 | 16,1 | 7,05 | 2,35 | 0,79 | 1,26 | 34,2 | 6,66 | 1,48 | 0,40 | 0,54 |
| Апрель | 32,3 | 6,52 | 1,21 | 0,55 | 0,49 | 32,1 | 7,83 | 0,26 | 0,24 | 0,38 | 31,4 | 6,43 | 2,90 | 0,43 | 0,80 |
| Май | 74,3 | 6,53 | 0,77 | 0,30 | 0,60 | 70,8 | 8,61 | 0,56 | 0,21 | 0,51 | 27,5 | 6,71 | 1,32 | 0,77 | 0,99 |
| Июнь | 14,6 | 6,70 | 3,44 | 0,38 | 2,08 | 8,0 | 7,17 | 0,79 | 0,33 | 0,78 | 29,6 | 6,76 | 1,63 | 0,41 | 0,20 |
| Июль | 60,0 | 6,67 | 1,30 | 0,36 | 1,70 | 70,9 | 8,51 | 0,45 | 0,23 | 0,64 | 73,0 | 7,26 | 3,15 | 0,33 | 0,28 |
| Август | 11,3 | 6,84 | 3,16 | 1,04 | 3,49 | 6,2 | - | - | - | - | 12,8 | 6,38 | 0,46 | 0,60 | 1,13 |
| Сентябрь | 62,1 | 6,76 | 0,93 | 0,53 | 0,87 | 99,5 | 7,96 | 0,81 | 0,26 | 0,28 | 104,2 | 6,79 | 0,91 | 0,85 | 0,37 |
| Октябрь | 34,2 | 6,75 | 0,75 | 0,27 | 0,34 | 13,4 | 7,85 | 0,63 | 0,30 | 0,75 | 16,4 | - | 0,40 | 1,12 | 0,30 |
| Ноябрь | 58,1 | 6,65 | 1,35 | 0,67 | 0,96 | 61,3 | 6,51 | 0,34 | 0,22 | 0,16 | 65,7 | - | 1,27 | 0,61 | 0,42 |
| Декабрь | 33,3 | 6,80 | 1,59 | 0,58 | 0,94 | 26,0 | 5,47 | 1,06 | 0,38 | 0,27 | 27,8 | - | 1,35 | 0,60 | 0,48 |
| Средние за год | 486,0 | 6,54 | 1,21 | 0,46 | 0,92 | 477,1 | 7,68 | 0,66 | 0,34 | 0,55 | 514,3 | 6,74 | 2,06 | 0,60 | 0,51 |

***Таблица 4.14***

**Минимальные и максимальные концентрации сульфатной серы, окисленного и восстановленного азота на трансграничных станциях в 2015 году, мг/дм3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Станция | Концентрация | | | | | |
| SO4-2мг S/дм3 | | NО3-мг N/дм3 | | NH4+ мг N/дм3 | |
| Мини-  мальная | Макси-  мальная | Мини-  мальная | Макси-  мальная | Мини-  мальная | Макси-  мальная |
| Высокое | 0,24 | 6,76 | 0,14 | 1,76 | 0,10 | 6,32 |
| Мстиславль | 0,24 | 11,37 | 0,06 | 1,80 | 0,10 | 2,94 |
| Браслав | 0,00 | 3,54 | 0,07 | 1,29 | 0,04 | 3,21 |

В годовом ходе существенное увеличение содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках, выпавших в районе станции Высокое, зафиксировано в феврале, июне и августе, на станции Браслав – в феврале – марте. Следует отметить, что в эти месяцы наблюдался дефицит осадков. В районе станции Мстиславль содержание сульфатной серы в отопительный сезон было в 2 раза выше, чем в теплый период года.

Динамика среднегодовых взвешенных концентраций серы и азота на станции Высокое по-прежнему очень неустойчива (таблица 4.15).

***Таблица 4.15***

**Динамика среднегодовых взвешенных концентраций серы и азота (мг/дм3) и**

**величины рН в атмосферных осадках на ст. Высокое в 2004 – 2015 гг.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | рН | Сера сульфатов | Азот окисленный | Азот восстановленный |
| 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 |
| 2015 | 6,54 | 1,21 | 0,46 | 0,92 |

Содержание сульфатной серы в атмосферных осадках в 2006 – 2015 гг. было ниже, чем в предыдущее десятилетие. Среднегодовые взвешенные концентрации азота варьируются в узком диапазоне: 0,35 – 0,72 мг/дм3 азота окисленного и 0,50 – 0,98 мг/дм3 азота восстановленного.

***4.4. Трансграничный перенос***

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 2015 г. приводятся данные за 2014 г.

По последним модельным расчетам МСЦ «Запад» годовой поток выпадений серы на территорию Беларуси составил 74,1 тыс. т, нитратного (окисленного) азота – 50,4 тыс. т, аммонийного (восстановленного) азота – 88,6 тыс. т. По сравнению с 2013 г. выпадения серы уменьшились на 20%, нитратного азота – на 14%, аммонийного азота – на 8%.

В поступлении загрязняющих веществ на территорию Республики Беларусь основной вклад принадлежит следующим государствам:

– Украине: 24% соединений серы, 16% нитратного азота, 10% аммонийного азота, 4% свинца, 2% кадмия, 13% ртути, 36% бенз/а/пирена, 27% диоксинов/фуранов;

– Польше: 20% соединений серы, 18% нитратного азота, 9% аммонийного азота, 29% свинца, 16% кадмия, 27% ртути, 9% бенз/а/пирена, 11% диоксинов/фуранов;

– России (от Европейской территории): 13% соединений серы, 18% нитратного азота, 6% аммонийного азота, 6% свинца, 34% кадмия, 13% ртути, 10% бенз/а/пирена, 11% диоксинов/фуранов;

– Германии: 8% нитратного азота, 4% аммонийного азота, 2% соединений серы, 3% свинца, 1% кадмия, 5% ртути, 2% бенз/а/пирена, 1% диоксинов/фуранов;

– Румынии: 2% соединений серы, 3% нитратного азота, 3% аммонийного азота, по 2% кадмия, ртути и бенз/а/пирена.

На рисунках 4.19 – 4.21 представлены вклады основных стран – источников выпадения на территорию Республики Беларусь в 2014 г. соединений серы, азота нитратного и азота аммонийного.

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 40% серы, 16% нитратного азота и 43% аммонийного азота от источников на территории Беларуси выпало в 2012 г. за ее пределами.

**Рис. 4.19. Источники выпадения соединений серы на территорию**

**Республики Беларусь в 2014 г. (по данным Программы ЕМЕП)**

**Рис. 4.20. Источники выпадения азота нитратного на территорию**

**Республики Беларусь в 2014 г. (по данным Программы ЕМЕП)**

**Рис. 4.21. Источники выпадения азота аммонийного на территорию**

**Республики Беларусь в 2014 г.(по данным Программы ЕМЕП)**

***4.5. Годовой режим атмосферного озона и уровня приземного ультрафиолетового излучения***

В 2015 г. мониторинг общего содержания озона (ОСО), концентраций приземного (тропосферного) озона, а также уровней и спектров приземного солнечного ультрафиолетового (УФ) излучения проводился на Минской озонометрической станции, включенной в Международную озонометрическую сеть ВМО под № 354, на измерительных площадках Гомельского университета и Нарочанской биологической станция им Г.Г. Винберга» БГУ, а также в местах базирования сезонной БАЭ в Антарктиде.

***Мониторинг общего содержания озона.*** Основные данные мониторинга ОСО методом СПЭО с использованием спектрорадиометра ПИОН-УФ-II и двухканальных фильтровых фотометров ПИОН-Ф представлены на рисунке 4.22. Для сравнения на рисунке приведены данные наземных измерений и системы орбитального базирования OMI.

|  |
| --- |
| Ozone_Minsk_2015 |
| **Рис. 4.22. Результаты наземных и спутниковых**  **(OMI) измерений ОСО в атмосфере над г. Минском в 2015 г.** |

Результаты полуденных измерений и среднемесячные значения полуденных концентраций приземного озона на станции ННИЦ МО в 2013-2015 гг. представлены на рисунке 4.23.

|  |
| --- |
| Ozone2013-2015 |
| **Рис.4.23. Полуденные концентрации приземного озона**  **и их среднемесячные значения в 2013-2015 гг.** |

В отличие от среднесуточных, весенний максимум полуденных концентраций озона в 2015 г. практически отсутствовал, зато четко проявился летний максимум.

В 2015 г. определены климатические нормы максимальных и «экстремальных» концентраций приземного озона для г. Минска. Использованы данные мониторинга приземного озона на озонометрической станции ННИЦ МО БГУ и стационарных пунктах Гидромета в г. Минске.

Поскольку «озоноопасные» ситуации возникают только в весенне-летний период и дневное время суток, сезонный и суточный периоды обработки измерений были ограничены весенне-летним периодом и временем суток с 6.00 до 18.00 GMT.

На рисунке 4.24 показано, как менялся годовой ход норм за последние 10 лет. Норма максимальных суточных концентраций озона снижается с годами в течение всего периода наблюдений. Летом она уменьшалась значительно быстрее, чем весной, и к 2015 году достигла уровня суточной ПДК. Такая динамика хорошо согласуется с отрицательным трендом полуденных и среднесуточных концентраций озона.

|  |
| --- |
|  |
| **Рис.4.24. Изменение годового хода максимальной (а)**  **и экстремальной (б) норм со временем.** |

Норма экстремальных концентраций в весенний период растет, в то время как летом она снижается на протяжении всего времени наблюдений. Весенний максимум нормы в 2015 году приблизился к отметке 125 мкг/м3 и превысил величину 8‑часового ПДК. Амплитуда летнего максимума, несмотря на снижение, остается высокой и составляет приблизительно 115 мкг/м3.

Тренды обеих норм приведены на рисунке 4.25. Весной тренд максимальных суточных концентраций равен (приблизительно) -3 мкг/м3 за десятилетие. В летнее время составляет -10 мкг/м3.

Анализируя полученную норму максимальных суточных концентраций и ее тренд, можно утверждать, что в настоящее время отсутствует сколько-нибудь серьезная угроза для населения, вызванная очень высокими концентрациями озона. Однако, существующая тенденция в поведении приземного озона обусловлена ростом загрязнения городского воздуха другими опасными веществами и, что также важно, сохранением их качественного состава. Если в будущем этот рост продолжится, а соотношение концентраций изменится в пользу летучих органических соединений, можно ожидать увеличения числа случаев озоноопасных ситуаций в весенне-летний период.

|  |
| --- |
|  |
| **Рис.4.25. Тренд норм максимальных (а) и экстремальных (б) суточных концентраций озона.** |

Климатическая норма максимальных концентраций в течение 2005-2015 гг. снизилась, а норма их положительных флуктуаций выросла в весенний период и уменьшилась в летний. Таким образом, выявляется закономерность: в течение всего периода наблюдений за приземным озоном в городе Минске амплитуда положительных флуктуаций максимальных суточных концентраций растет в весенний сезон, несмотря на отрицательный тренд как среднесуточных, так и максимальных концентраций озона.

***Мониторинг спектров и доз биологически активного солнечного УФ излучения.*** В 2015г. измерения спектров плотности энергетической освещенности (СПЭО) земной поверхности солнечным излучением в спектральном диапазоне 285 – 450 нм проводились с помощью ультрафиолетового спектрорадиометра ПИОН-УФ и его полярной модификации ПИОН-УФ-II.

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

Аналогичные измерения мощностей и доз биологического эффекта «эритема» и УФ-индекса проводились на биостанции оз. Нарочь (рисунок 4.26) и в Гомельском университете с помощью фильтровых фотометров ПИОН-Ф.

Мониторинг СПЭО с помощью спектрорадиометра ПИОН-УФ-II регулярно проводился также на сезонном пункте мониторинга в районе базирования 5-й, 6-й и 7-й Белорусских Антарктических Экспедиций. Так, согласно полученным данным значения УФ-индекса в конце декабря – начале января в районе БАЭ, как правило, превышали сравнительно безопасный предел – 6÷7.

|  |
| --- |
| UVI-2015-Naroch |
| **Рис.4.26. Сезонные вариации УФ индекса в 2015 г.,**  **биостанция БГУ оз. Нарочь.** |

***Сравнительный анализ динамики озоносферы над территорией Республики Беларусь за 2011-2015 годы.*** Наблюдения, проводимые в период 2010-2015 гг., показывают, что общее содержание озона остается в рамках прежних значений, ниже уровня 80-х годов, однако резкий отрицательный тренд отсутствует. Восстановление содержания озона в глобальных масштабах, предсказанное результатами математического моделирования, идет гораздо медленнее.Это отчасти связано с изменениями глобальных атмосферных параметров, изменением концентрации парниковых газов и остыванием стратосферы, особенно в полярных районах обоих полушарий, где низкие температуры создают условия для разрушения молекул озона. Говорить о восстановления озонового слоя преждевременно.

На сегодняшний день общее содержание озона в атмосфере на 2% ниже, чем в 80-х годах для широтного пояса (60°С – 60°N). Для высоких широт (35°N – 60°N) Северного полушария ОСО ниже примерно на 3,5%, а для Южного полушария (35°С – 60°С) ниже на 6%.Такое межполушарное различие связывают с потерями озона весной в Антарктиде, обусловленными антарктической озоновой дырой. Изменений ОСО в тропиках (20°S – 20°N) не наблюдается. Уровень общего содержания озона (большую часть которого обеспечивает стратосферный озон) в глобальных масштабах остается стабильным с 2000 года.

Измерения показывают статистически значимое увеличение содержания озона в верхней стратосфере (высоты 35-45 км) в средних широтах и тропиках примерно с 2000 года. Около половины увеличения содержания озона в верхней стратосфере можно отнести к снижению концентрации озоноразрушающих веществ.

После значительного снижения (5 – 8% за десятилетие) наблюдаемого в 1980-х и 1990-х годах, содержание озона за период 2000-2013 гг. увеличилось на 2,5 - 5%.

В Северном полушарии в среднем наблюдается некоторое увеличение содержания озона на высотах 35 – 40 км и в нижней стратосфере (12-15 км). Однако рост концентрации озона в стратосфере найден далеко не во всех регионах; на некоторых станциях отмечается наличие небольшого отрицательного тренда стратосферного озона и общего содержания озона.

Анализ долговременных тенденций в состоянии озоносферы над территорией Республики Беларусь показывает, что за редким исключением территория Республики находится под влиянием одной и той же области значений ОСО, поэтому для обобщенных оценок можно использовать среднесуточные значения ОСО полученные с помощью спутниковой аппаратуры для г. Минска (53.83 с.ш., 27.47 в.д.).

На рисунке 4.27 представлены среднегодовые значения общего содержания озона и линейные тренды для непрерывных рядов данных 1979-1992 и 2000-2015 гг.

|  |
| --- |
| среднегодТренд |
| **Рис.4.27. Среднегодовые значения ОСО и линейный тренд**  **для периодов 1979-1992 гг. и 2000-2015 гг.** |

Как видно из рисунка, величина отрицательного тренда ОСО в 1980-х и начале 90-х была существенно больше (~ 1,5 ЕД/год). Начиная с 2000 г. и до настоящего времени отрицательный тренд общего содержания озона над Республикой Беларусь сохраняется, но величина его несколько снизилась (~ 0,3 ЕД/год). Среднегодовые значения ОСО испытывают значительную межгодовую изменчивость.

Важно отметить, что изменилась не только величина тренда, но и его сезонность. В 80-х и начале 90-х гг. отрицательный тренд ОСО был выражен во все сезоны, но наиболее сильное снижение ОСО наблюдалось зимой и ранней весной.

После 2000 г. величина отрицательного тренда для всех месяцев, за исключением июня и сентября значительно снизилась, а в январе и феврале отмечается положительный тренд среднемесячных значений ОСО. Данные последних пяти лет подтверждают эту тенденцию. Отмечается усиление отрицательного тренда озона в июне, сохраняется довольно большой тренд в конце весны.

Ранее было установлено, что одновременно с отрицательным трендом ОСО, характерным для всех сезонов, произошло смещение годового максимума на более ранние сроки. Если в 80-х и начале 90-х он наблюдался обычно в апреле, то в конце 90-х и до настоящего времени положение годового максимума отмечается в феврале-марте. Такое изменение годового хода связано с изменением глобальных циркуляционных процессов в Северном полушарии.

Для анализа колебаний циркуляционных процессов была использована типизация макромасштабных циркуляционных процессов внетропических широт по Дзердзеевскому и соответствующий календарь смены циркуляционных ситуаций в Северном полушарии.

Анализ повторяемости типов зональной и меридиональной циркуляции для января и февраля в периоды 1979-1992 гг. и 2000-2015 гг. подтвердил связь процессов, протекающих в озоносфере и тропосфере. Найдено, что в январе и феврале, для которых наблюдается изменение знаков тренда ОСО, количество дней с меридиональной северной циркуляцией испытывает то же направление тренда (рисунок 4.28).

|  |
| --- |
| янв+фев |
| **Рис.4.28. Тренды средних для января-февраля значений ОСО и количества дней с меридиональной северной циркуляцией для периодов 1979-1992 и 2000-2015 гг.** |

Соответствие трендов циркуляционных процессов в Европейском секторе северного полушария и содержанием озона в атмосфере указывает на тесную связь процессов протекающих в тропосфере с динамикой озоносферы, так как типизация макромасштабных процессов проведена на основании анализа синоптических процессов в тропосфере и отражает процессы, развивающиеся в разных районах земного шара. Такая связь может быть полезной для долгосрочного прогноза погоды и ОСО.