

ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ОБЛАСТНЫХ ГОРОДАХ БЕЛАРУСИ

FEATURES OF ANTHROPOGENIC AIR POLLUTION IN REGIONAL CITIES OF BELARUS

А. Н. Акимов¹, Е. А. Мельник², П. Н. Павленко³

A. N. Akimov, E. A. Melnik, P. N. Paulenka

¹Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы
Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь, liudchikam@tut.by

²Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения
и мониторингу окружающей среды, г. Минск, Республика Беларусь, kbb@rad.org.by

³Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, pavlenko_pn@mail.ru

National Ozone Monitoring Research Centre of the Belarusian State University, Minsk, the Republic of Belarus

Belarusian National Technical University, Minsk, the Republic of Belarus

*Republican Center for Hydrometeorology, Control of Radioactive Contamination and Environmental Monitoring,
Minsk, the Republic of Belarus*

Belarusian National Technical University, Minsk, the Republic of Belarus

Приведены сведения об уровнях загрязнения воздуха в городах Беларуси антропогенными выбросами и озон. Обсуждаются суточный и сезонный ход концентраций загрязнений и их различие в разных городах. Наблюдаемое различие обусловлено не только разными источниками загрязнений воздуха и их интенсивностью, но также и различием в метеорологических условиях.

The data on air pollution caused by anthropogenic emissions and ozone in the cities of Belarus is given. The daily and seasonal variability of pollution concentrations and their distinction in different cities are discussed. The observed difference is due not only to various sources of air pollution and its intensity, but also to the differences in meteorological conditions.

Ключевые слова: приземный озон, метеорологические условия, антропогенные загрязнители воздуха.

Keywords: surface-level ozone, meteorological conditions, anthropogenic air pollutants.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-261-264>

Анализ результатов наблюдений за загрязнителями воздуха в городах Беларуси проведен на основе их среднемесячных концентраций, определенных за весь период наблюдений. В [1,2] для каждого пункта анализировались только те месяцы, в течение которых можно было получить данные о концентрациях полного списка загрязнений, регистрируемых на автоматических пунктах мониторинга атмосферного воздуха Национальной системы мониторинга окружающей среды. Это обосновывалось необходимостью использования полученной полной информации для исследования поведения приземного озона в условиях антропогенного загрязнения воздуха. В данном докладе авторы отказались от такого ограничения, что позволило заметно увеличить объем данных в отношении каждого отдельного загрязнителя или их группы (табл. 1). Также проведено усреднение среднемесячных концентраций загрязнителей воздуха за весь период наблюдений по каждому пункту и по каждому городу, в котором имелось более одного пункта наблюдений. Это позволило получить представление о среднем уровне загрязнения воздуха в каждом из областных городов Республики. Сразу следует отметить, что кроме источников выбросов на уровень загрязнения воздуха существенно влияют также и метеорологические условия, несколько различающиеся в разных городах. Поэтому судить об интенсивности источников выбросов по представленным данным не получается. Эту задачу можно решить только посредством коррекции результатов наблюдений с целью приведения их к одинаковым метеорологическим условиям. Исследования в этом направлении ведутся в Национальном научно-исследовательском центре мониторинга озоносферы (ННИЦ МО) в течение ряда лет, однако проблема пока далека от разрешения.

Суточный ход концентраций антропогенных загрязнений воздуха в городах Беларуси детально рассмотрен в [3]. Установлено, что чаще всего повышенные концентрации загрязнений наблюдаются в утреннее и вечернее время суток. При этом вечерний максимум сдвигается на более позднее время в весенне-летний сезон. Установлена также причина такого сдвига: это смещение во времени вечернего повышения вертикальной устойчивости пограничного слоя воздуха.

Помимо этого анализ данных наблюдений подтверждает хорошо известный «эффект выходного дня» [4]: в выходные дни антропогенное загрязнение воздуха в городах уменьшается. Для подтверждения удобнее всего воспользоваться результатами статистической обработки наблюдений, как это делалось в [3], поскольку

существенное влияние на уровень загрязнения оказывают метеорологические условия. В зависимости от них суточный ход концентраций загрязнений может существенно меняться, и ожидаемое снижение концентраций в выходные дни маскироваться за счет меняющейся погоды.

Таблица 1

Количество лет наблюдений, использованных для расчета многолетнего среднего месячного значения концентрации загрязнителя воздуха на пунктах наблюдений

Город, пункт	СО	NO ₂ , NO	ЛОС	O ₃
Зап. 01	3,3,2,2,3,3,1,0,1, 1,1,2	6,6,6,4,5,5,4,4,3,5,6,5	7,8,6,5,6,7,5,4,4,6,5,7	6,7,5,5,5,6,4,3,3,5,5,6
Бр. 01	7,8,8,7,8,7,7,6,5, 6,8,7	7,8,8,7,7,6,8,7,5,6,8,6	6,7,7,6,7,7,7,5,6,8,6	7,8,8,7,8,7,8,7,5,6,8,7
Гом. 14	9,7,7,6,6,7,6,3,5, 7,9,9	9,7,6,5,4,7,6,3,5,6,8,9	9,8,7,7,6,7,6,3,5,8,9,9	9,8,7,6,4,7,5,3,4,8,9,9
Гро. 07	9,9,9,8,8,4,6,6,5,8,7,7	8,8,8,7,6,5,3,4,5,6,5,6	9,9,9,8,8,5,6,6,5,7,7,7	9,9,9,8,8,5,6,5,4,8,7,7
Мо.04	11,10,9,9,10,10,11,10, 10,10,10,11	11,11,8,9,10,9,10,10,9, 10,10,11	11,10,8,9,9,9,10,9,9,11, 11	11,11,9,10,10,10,10,1 0,10,10,10,11
Мо.06	6,6,6,5,5,6,6,6,6, 6,5,6	6,5,6,5,5,4,4,5,5,6,5,6	6,6,6,5,5,6,6,6,6,6,6,6	6,6,6,5,5,6,6,6,6,6,5,6
Ви.03	4,5,6,5,5,1,2,2,3, 3,3,4	4,4,5,4,3,2,2,2,1,3,3,3	6,7,7,7,6,4,4,3,3,5,5,7	6,7,7,7,6,3,3,3,3,4,5,6
Ми.01	3,2,3,1,1,0,1,2,2, 2,2,1	1,1,1,1,2,1,1,2,1,1,0,1	3,3,3,2,2,1,1,2,1,2,2,2	5,5,4,3,3,2,2,2,2,4,3,4
Ми.04	1,2,3,4,5,1,1,1,2, 2,2,2	1,2,2,1,1,1,1,2,1,1,1,1	1,4,4,3,4,2,2,3,2,2,2,3	4,6,7,5,6,3,3,4,3,4,5,4
Ми.11	6,5,5,5,5,4,5,4,4, 6,6,6	5,5,5,5,5,4,5,2,2,5,4,5	3,4,3,3,3,2,3,2,2,3,2,2	6,6,6,5,5,5,5,4,4,6,6,6
Ми.13	3,3,4,3,4,1,2,3,3, 2,1,2	1,0,1,2,3,1,1,2,1,0,0,1	4,2,2,3,4,2,2,4,2,2,1,3	6,5,5,3,6,4,4,6,5,5,4,5
Ми.16	3,3,3,2,2,3,2,3,2, 4,4,4	2,2,2,2,2,2,2,2,2,4,4,4	3,3,3,2,2,1,1,1,2,3,3,4	0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

Далее представлены результаты обработки месячных данных о следующих загрязнителях воздуха или их группах.

1. Приземный озон.
2. Оксид углерода.
3. Оксид и диоксид азота.
4. Летучие органические соединения (сумма концентраций бензола, толуола и ксилола в единицах ppb).

На рис. 1, 2 приводятся многолетние средние месячные значения концентраций загрязнений воздуха для городов, в которых имеются несколько пунктов наблюдений. Это Минск и Могилев.

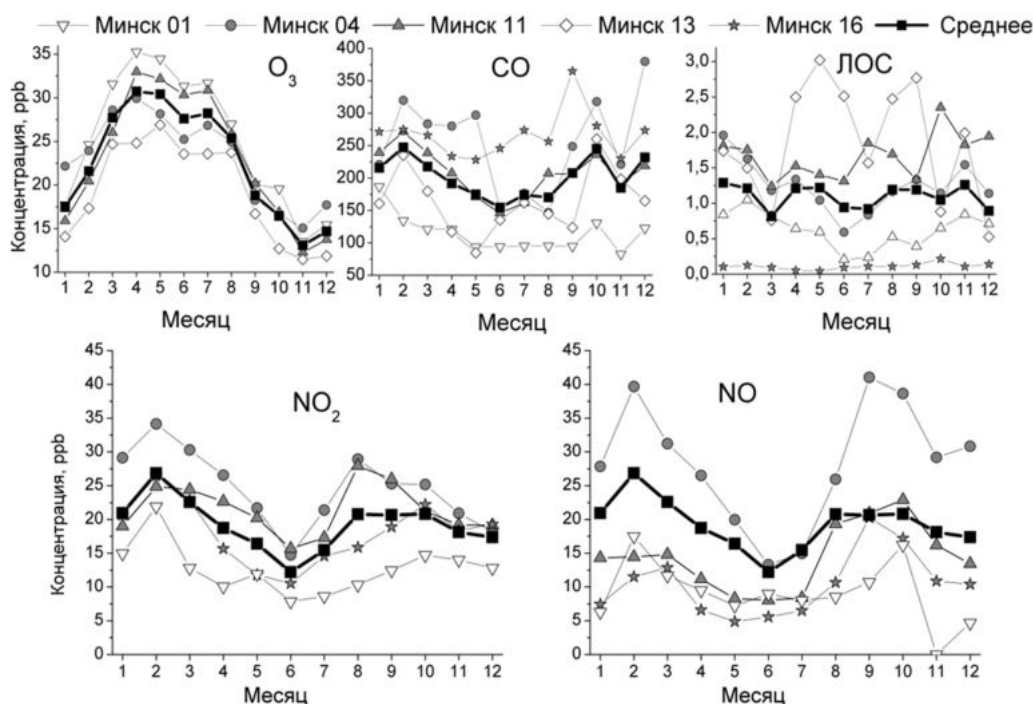


Рисунок 1 – Многолетние среднеемесячные концентрации загрязнений, зарегистрированных на пунктах 01, 04, 11, 13, 16 г. Минска, и их среднее.

На графике ЛОС представлена сумма концентраций бензола, толуола и ксилола, переведенных в единицы ppb

Из рис. 1 видно, что наиболее высокий уровень загрязнения воздуха оксидом углерода в Минске фиксируется на пунктах 04 (бывший Радиаторный завод) и 16 (Уручье), оксидами азота – на пунктах 04 и 11 (Курасовщина), а летучими органическими соединениями – на пунктах 11 и 13 (Дражня). Кстати, самые высокие концентрации приземного озона определяются на пункте 01 (Обсерватория), самом чистом в отношении почти всех исследуемых антропогенных загрязнений. Это подтверждает ранее сделанные выводы [1–3] о том, что специфика и уровень антропогенного загрязнения воздуха не способствуют генерации озона в приземном воздухе. Аналогичные результаты представлены и на рис. 2 для г. Могилева. В городе имеются 2 пункта наблюдений: один (04) расположен в промышленном районе, второй (06) – в «спальном». Интересно, что среднемесячные концентрации СО и летучих органических соединений на обоих пунктах не сильно различаются. А концентрации оксидов азота в спальном районе оказываются заметно ниже, чем в промышленном. С учетом сказанного выше очевидно, что концентрации приземного озона в спальном районе будут выше, чем в промышленном.

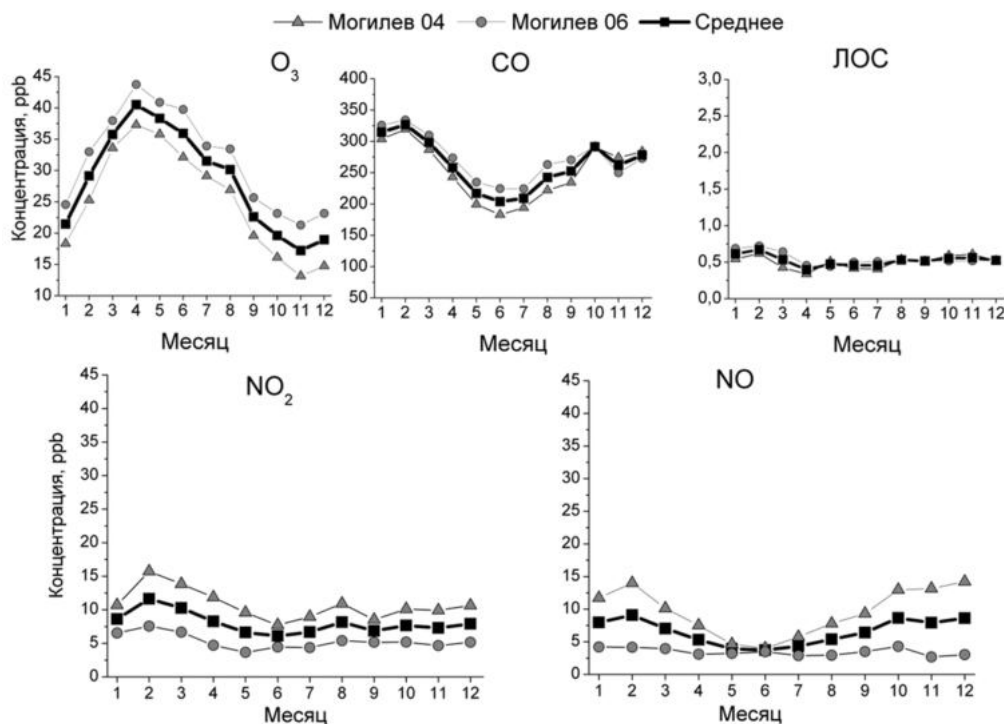


Рисунок 2 – Многолетние среднемесячные концентрации загрязнений, зарегистрированных на пунктах 04, 06 г. Могилева и их среднее.

На графике ЛОС представлена сумма концентраций бензола, толуола и ксилола, переведенных в единицы ppb

На рис. 3 показан осредненный за время наблюдений сезонный ход концентраций рассматриваемых антропогенных загрязнений воздуха и приземного озона в областных городах Беларуси и Березинском биосферном заповеднике. Видно, что, как и следовало ожидать, самый чистый воздух – в Березинском заповеднике. Однако можно заметить, что в Бресте, Могилеве и Гродно концентрации приземного озона в весенне-летний период оказываются выше, чем в Заповеднике, несмотря на существенно более высокий уровень антропогенного загрязнения воздуха в городах и отрицательного воздействия антропогенных загрязнителей воздуха на приземный озон в условиях Беларуси. Объяснение следует искать в различии метеоусловий и трансграничном переносе загрязнений и озона. В частности, наблюдаемые на всех рисунках провалы в максимальных суточных концентрациях загрязнений городского воздуха в летний период обусловлены просто интенсификацией вертикального перемешивания атмосферы, способствующего очищению приземного воздуха.

Концентрации оксида углерода слабо различаются в отдельных городах, наиболее высокие – в Гомеле, наиболее низкие – в Минске. Что касается летучих органических соединений, то здесь все наоборот: самые высокие – в Минске, самые низкие – в Гомеле. А по уровню загрязнения оксидами азота оба названных города являются лидерами среди областных центров Республики.

Чтобы объяснить особенности загрязнения воздуха в отдельных городах, необходима детальная информация об источниках загрязнений и их интенсивности. Если основной вклад в выбросы оксида углерода и оксидов азота вносит транспорт, то с летучими органическими соединениями ситуация более сложная, поскольку их мощными источниками могут быть и отдельные промышленные предприятия.

Альтернативный вариант заключается в разработке методики приведения результатов наблюдений за загрязнением воздуха к одинаковым метеорологическим условиям. В таком случае их можно непосредственно сравнивать для разных городов, игнорируя возможные различия в метеорологических условиях. Это весьма перспективный подход, открывающий широкие возможности анализа экологической обстановки в городах Беларуси и выработки рекомендаций по ее улучшению.

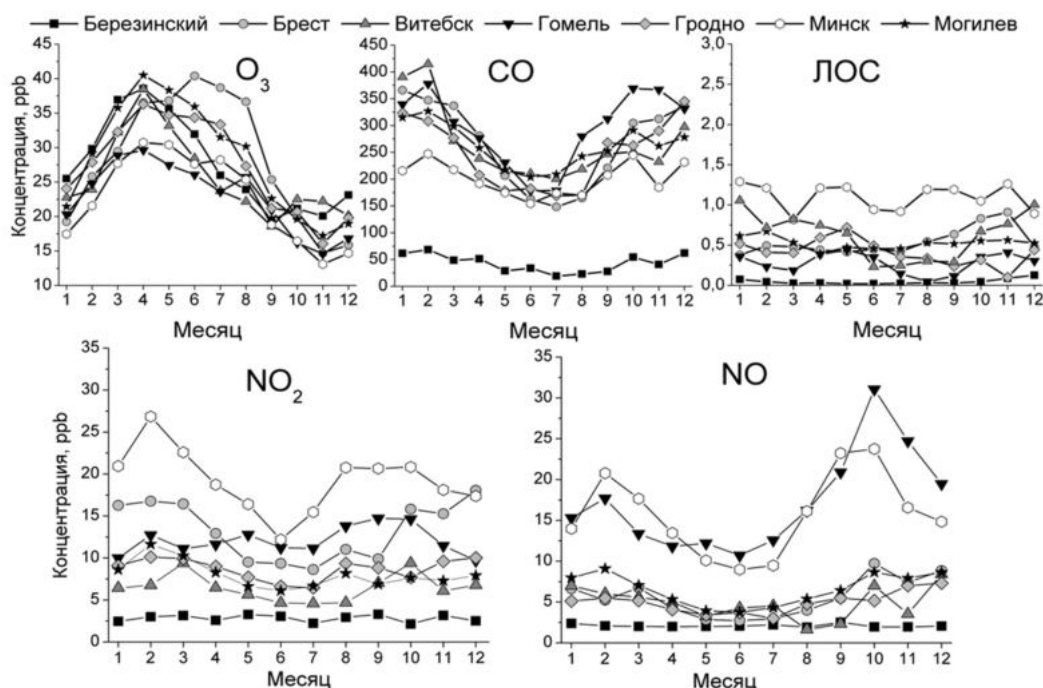


Рисунок 3 – Многолетние среднеемесячные концентрации загрязнений в областных городах Беларуси. На графике ЛОС представлена сумма концентраций бензола, толуола и ксилола, переведенных в единицы ppb

ЛИТЕРАТУРА

1. Людчик А. М. Антропогенное загрязнение воздуха оксидом углерода и оксидами азота в городах Беларуси / А. М. Людчик, Е. А. Мельник, П. Н. Павленко // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века: материалы 22-й Международной научной конференции, 19–20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч./ Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батын [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Ч. 2. – С.155–158.
2. Антропогенное загрязнение воздуха бензолом, толуолом и ксилолом в городах Беларуси / А. М. Людчик и [др.] // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века: материалы 22-й Международной научной конференции, 19–20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч./ Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батын [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Ч. 2. – С. 145-148.
3. Bozhkova V. V. Influence of meteorological conditions on urban air pollution / V. V. Bozhkova, A. M. Liudchik, S. D. Umreika // Acta Geographica Silesiana. - 2020. – Vol. 14/4. -P. 5-21.
4. Brönnimann S. T. Weekend-weekday differences of near-surface ozone concentrations in Switzerland for different meteorological conditions / S. T. Brönnimann, U. Neu // Atmospheric Environment. – 1997. – Vol. 31, No 8. – P. 1127–1135.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ MOBILE APPLICATION FOR INDIVIDUAL HEALTH MONITORING

А. Л. Карпей^{1,2}, А. Р. Самойлова^{1,2}

A. L. Karpei^{1,2}, A. R. Samoilova^{1,2}

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: kar_an@tut.by

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU Minsk, the Republic of Belarus