

УДК 551.43.08:504.4 (571.13)

## Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки

В.В. Литая<sup>1</sup>, А.В. Таловская<sup>2</sup>, Е.Г. Язиков<sup>2</sup>,  
А.Д. Лончакова<sup>2</sup>, М.И. Третьякова<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>ООО Научно-производственное объединение «Мостовик»  
644080, г. Омск, пр. Мира, 5

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Поступила в редакцию 21.01.2014 г.

Представлены результаты исследования пространственного распределения величины пылевой нагрузки на территорию г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г. Определены районы города с низким, средним, высоким и очень высоким уровнями пылевого загрязнения атмосферы. Выявлено, что ореолы с аномальными значениями пылевого загрязнения в основном приходятся на восточную часть города, где расположены крупные промышленные предприятия. Приведен сравнительный анализ полученных результатов с данными для других городов юга Западной Сибири и ранее проведенными геолого-экологическими исследованиями на территории г. Омска.

*Ключевые слова:* пылевая нагрузка, снег, Омск, ореолы загрязнения; dust load, snow, Omsk city, polluted districts.

### Введение

В настоящее время промышленные центры являются мощными источниками антропогенных аэрозолей, оказывающих влияние на качество окружающей среды, климат, химию и физику атмосферы и в конечном счете на здоровье человека [1].

Омск является крупным промышленным центром. В административном отношении он разделен на пять округов: на левом берегу р. Иртыш расположен Кировский округ, на правом берегу — Центральный, Октябрьский, Ленинский и Советский. Основными отраслями промышленности являются нефтеперерабатывающая, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение, производство стройматериалов и топливно-энергетический комплекс. Предприятия являются источниками экологической опасности, так как значительное их количество находится в жилых кварталах города, где отсутствуют условия для соблюдения границ санитарно-защитных зон. В результате их деятельности происходит загрязнение атмосферы пылегазовыми выбросами. Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2012 г., по данным статистических отчетов, составили 240,2 тыс. т (в 2011 г. — 236,0 тыс. т), из них твердых веществ — 69,8 тыс. т [2].

В настоящее время одним из широко используемых методов изучения пылеаэрозольного загрязнения атмосферного воздуха городских территорий является снеговая съемка [3–10]. Снег обладает высокой сорбционной способностью и является носителем не только влажных, но и сухих выпадений, поэтому дает объективную оценку всех атмосферных загрязнений за зимний период.

На территории г. Омска исследования пылевого загрязнения атмосферного воздуха с помощью снеговой съемки были проведены более 25 лет назад сотрудниками Сибирского филиала «Берёзовгеология» ФГУГП «Урангео» в рамках целевой программы «Геоэкология России».

Возникает необходимость получения современных данных об уровне пылевого загрязнения и источниках выбросов с целью экологического районирования территории г. Омска с последующей разработкой рекомендаций по природоохранным мероприятиям.

### Методика измерений и обработки данных

В конце февраля 2013 г. на территории г. Омска проводили снеговую съемку для выявления районов города с повышенным уровнем пылевого загрязнения. Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполняли с учетом методических рекомендаций [3, 5] и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории юга Западной Сибири [6–9].

\* Виктория Викторовна Литая (litau.tomsk@mail.ru); Анна Валерьевна Таловская (talovskaj@yandex.ru); Егор Григорьевич Язиков (yazikov@tpu.ru); Анна Дмитриевна Лончакова (lonchakova.an@yandex.ru); Мария Ильинична Третьякова.

Пробы отбирались по сетке  $1 \times 1$  км на участках с ненарушенной структурой снегового покрова шурфами на всю мощность, исключая нижний пятисантиметровый припочвенный слой. Всего на территории города отобрано 168 проб. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Москаленки в 100 км на запад от города, в которой было взято 5 проб. При отборе каждой пробы измеряли стороны и глубину шурфа, а также фиксировали время (в сутках) от начала снегостава до даты отбора. Таяние проб снега происходило при комнатной температуре. Снеготалую воду фильтровали через бумажный фильтр «Синяя лента». Полученный после фильтрации твердый осадок снега высушивали и просеивали с выделением фракции менее 1 мм.

Важным показателем, характеризующим современный уровень пылеаэрозольного загрязнения атмосферы городов, является величина пылевой нагрузки – приток пылевых выпадений за единицу времени на единицу площади. Расчет пылевой нагрузки проводился согласно [3, 5] по формуле  $P_n = P_o/St$ , где  $P_n$  – пылевая нагрузка,  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$  или  $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{сут})$ ;  $P_o$  – масса пыли в пробе, мг, кг;  $S$  – площадь шурфа,  $\text{м}^2$ ,  $\text{км}^2$ ;  $t$  – время от даты снегостава до даты отбора пробы, сут. В практике [3] используется следующая градация по пылевой нагрузке: менее 250 – низкая степень загрязнения; 251–450 – средняя; 451–850 – высокая; более 850 – очень высокая.

## Результаты и их обсуждение

Анализ данных показал, что величина фоновой пылевой нагрузки составляет  $3,1 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ , что ниже значения фона  $10 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ , установленного для Нечерноземной зоны европейской части России [3] и для юга Западно-Сибирского региона –  $7 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$  [6].

По результатам исследования выявлено, что значение пылевой нагрузки на территорию г. Омска изменяется от 27,8 (ул. 2-я Нагорная в Кировском округе) до  $1007 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$  (ул. Кирпичный 7-й поселок в Ленинском округе) и превышает фон в 9–325 раз (таблица).

**Оценки числовых характеристик величины пылевой нагрузки на территорию г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г.,  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$**

Административный округ	$n$	$m$	$X_{med}$	min	max
Советский	31	66,5	51,0	30,6	448
Центральный	46	141	128	45,9	358
Октябрьский	20	248	216	48,5	587
Ленинский	25	185	122	37,9	1007
Кировский	46	89,2	71,1	27,8	390
Среднее, г. Омск	168	132	118	30,6	1007
Среднее, г. Омск 1991–1992 гг.*	416	149	н.д.	5	8127

Примечание. Фон –  $3,1 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ;  $n$  – объем выборки;  $m$  – среднее;  $X_{med}$  – медиана; min – минимум; max – максимум; \* – по данным Сибирского филиала «Берёзовгеология» ФГУП «Урангео» [4]; н.д. – нет данных.

В среднем величина пылевой нагрузки на территорию г. Омска составляет  $132 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ , что превышает фон в 43 раза и соответствует низкому уровню загрязнения согласно нормативным величинам [3].

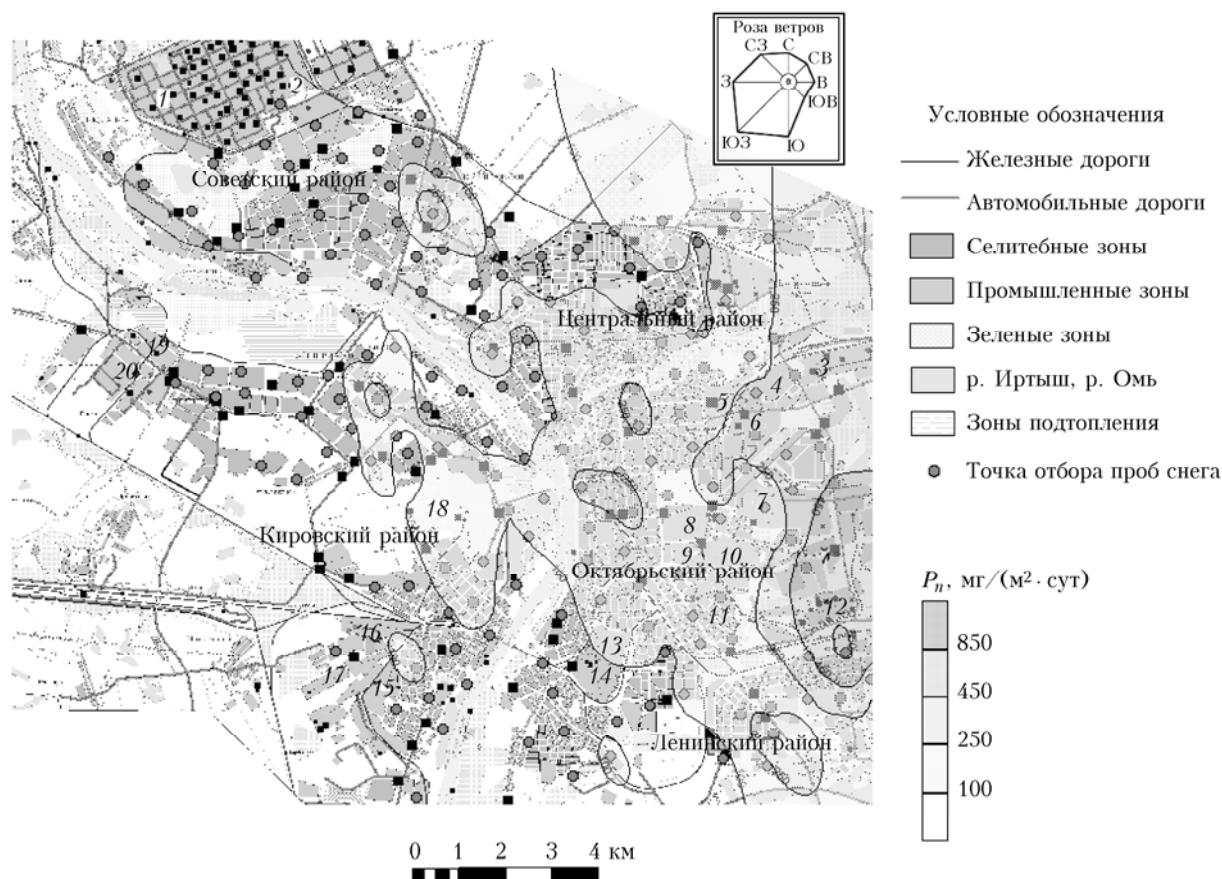
Повышенными значениями пылевой нагрузки характеризуются в первую очередь основные территориально-промышленные комплексы в Октябрьском и Ленинском округах, где расположены предприятия нефтехимии, радиотехнической промышленности, машиностроения и строительной индустрии. Основной вклад в высокие показатели пылевой нагрузки на территорию Центрального округа вносят выбросы ТЭЦ-5, использующей в своем технологическом процессе экибастузский уголь. По величине пылевой нагрузки административные округа города образуют следующий ряд: Октябрьский – 248, Ленинский – 185, Центральный – 141, Кировский – 89,2 и Советский –  $66,5 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ .

Максимальные значения пылевой нагрузки  $1007 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$  приходятся на территорию зоны влияния Октябрьского промышленного узла, однако данный показатель по результатам 2013 г. уменьшился в 8 раз по сравнению с таковым для 1991–1992 гг. Скорее всего, это объясняется уменьшением производственных мощностей предприятий и, как следствие, – объемов выбросов.

Сравнение пылевой нагрузки с нормативными значениями [3] показало, что на территории города выделяются районы с низким, средним, высоким и очень высоким уровнями пылевого загрязнения атмосферы (рисунок). Согласно нормативам, у населения, проживающего в данных районах, может увеличиться частота хронических заболеваний органов дыхания.

Анализ карты-схемы распределения величины пылевой нагрузки на территорию г. Омска показал, что в восточной части города выделяется ореол неправильной конфигурации площадью около  $60 \text{ км}^2$ , где сосредоточены такие мощные источники выбросов, как ТЭЦ-5, ОАО «Омскшина», ООО «Омсктехуглерод» и ряд предприятий машиностроительного комплекса. Данный ореол вытянут на восток и северо-восток согласно главенствующему направлению ветра (юго-западный). В выявленной аномалии величина пылевой нагрузки изменяется от среднего до очень высокого уровня загрязнения согласно нормативной градации [3] и превышает фон в 81–325 раз. Проведя сравнительный анализ с данными 1991–1992 гг., можно сделать вывод, что конфигурация данного ореола практически не изменилась, однако максимальное значение пылевой нагрузки уменьшилось в 8 раз.

В данном ореоле по мере удаления от ТЭЦ-5 на  $0,4$ – $3,4$  км величина пылевой нагрузки уменьшается: на расстоянии  $0,4$  км она составляет 358;  $1,3$  км – 323;  $2,3$  км – 178 и  $3,4$  км –  $156 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ . Это объясняется тем, что более тяжелая фракция пылевых выбросов оседает непосредственно вблизи источника загрязнения, а более легкая – переносится воздушными массами на более далекое расстояние.



Карта-схема пространственного распределения пылевой нагрузки на территорию г. Омска, по данным снеговой съемки в 2013 г.,  $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ , некоторые промышленные предприятия: 1 – ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»; 2 – ТЭЦ-4; 3 – ТЭЦ-5; 4 – завод крупнопанельного домостроения, РПП «Иртышское»; 5 – ПО «Радиозавод им. А.С. Попова»; 6 – ЗАО «Сибшерсть»; АП ЖБК-1 Омсктрансстрой, хлебозавод ООО «Форнакс», ТРЕСТ-5; 7 – ОАО «Омский завод «Автоматика»»; 8 – ФГУП «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова»; 9 – ПО «Полет» филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»; 10 – ОАО «Омкшина»; 11 – ЗАО «Завод сборного железобетона», ООО «Опытномеханический завод центра «Транспорт»»; 12 – ОАО «Омсктехуглерод»; 13 – ТЭЦ-2; 14 – Омский завод железобетонных конструкций, филиал ОАО «РЖДС»; 15 – Омский комбинат строительных материалов, АО «Омскокожа», комбинат вяленой обуви; 16 – ЗАО «Омскхлебпродукт», УПТК «Сельхозводстрой», ООО «Омскмясо» и др., Кировский птицекомбинат; 17 – Омский комбикормовый завод; 18 – аэропорт «Омск-Центральный»; 19 – Кировская районная котельная; 20 – ЗАО «Росар», ООО «Омский стекольный завод», ООО «Омский завод трубной изоляции», Омский филиал ОАО «Вимм-Билль-Дан» Манрос-М, ОАО «Омскоблгаз» и др.

Северо-западный район города, где расположены мощный нефтехимический комплекс, а также ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4, характеризуется минимальным уровнем загрязнения согласно нормативной градации [3], величина пылевой нагрузки превышает фон в 10–34 раза.

На территории западной (левобережной) части города с напряженными транспортными артериями и аэропортом «Омск-Центральный» площадь ореола загрязнения достигает  $24 \text{ км}^2$  и характеризуется уровнем загрязнения от низкого до среднего согласно нормативной градации [3], величина пылевой нагрузки превышает фон в 32–125 раз. Пространственная локализация и форма ореолов в значительной мере обусловлены характером воздушных потоков долины р. Иртыш.

Сравнение полученных данных с данными исследований в 1991–1992 гг. показывает хорошую сопоставимость по характеру распределения орео-

лов загрязнения на территории города и их приуроченности к тем же источникам загрязнения. Средняя величина пылевой нагрузки в 2013 г. по сравнению с таковой в 1991–1992 гг. существенно не изменилась.

Отметим, что среднее значение пылевой нагрузки ( $132 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ) на территорию г. Омска сопоставимо с таковым для территории юга Западной Сибири ( $135 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ) и г. Северска ( $153 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ), но в 2 раза ниже, чем в г. Междуреченске ( $316 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ) [9], в 2 раза выше, чем в г. Томске ( $63 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ) [6, 7] и в 7 раз выше, чем в г. Благовещенске ( $17 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ ) [11].

### Заключение

В целом по результатам исследования было установлено, что ореолы с аномальными значениями пылевого загрязнения на территории г. Омска

в основном приходится на восточную часть города, охватывают Центральный, Октябрьский, Ленинский административные округа и обусловлены распространением в атмосферном воздухе выбросов промышленных предприятий нефтехимической отрасли и топливно-энергетического комплекса. Максимальные значения среднесуточной пылевой нагрузки приходится на зону влияния Октябрьского промышленного узла.

1. *Аэрозоли Сибири* / Под ред. К.П. Куценого. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Интеграционные проекты СО РАН. Вып. 9. 2006. 548 с.
2. *Доклад об экологической ситуации в Омской области в 2012 году* / Правительство Омской области. Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. Омск, 2012. 44 с.
3. *Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
4. *Григорьев В.В., Самсонов Г.Л., Попов Ю.П.* Геолого-экологические условия Омского промышленного района: Отчет о геолого-экологических исследованиях и картографировании масштаба 1 : 200 000. Новосибирск: Геоэкоцентр ГП «Берёзовгеология», 1999. 234 с.
5. *Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве.* Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 г., № 5174-90. URL: <http://www.law.edu.ru/norm/norm.asp?normID=1275817> (дата обращения: 10.02.2011).
6. *Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В.* Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2010. 264 с.
7. *Таловская А.В.* Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // *Оптика атмосф. и океана.* 2010. Т. 23, № 6. С. 519–524.
8. *Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н.* Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // *Геоэкология.* 2009. № 6. С. 515–525.
9. *Язиков Е.Г.* Разработка методологии комплексной эколого-геохимической оценки состояния природной среды (на примере объектов юга Западной Сибири) // *Изв. Том. политехн. ун-та.* 2011. Т. 304, вып. 1. С. 325–336.
10. *Документы* о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. РД 52.04.667-2005. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 60 с.
11. *Юсупов Д.В., Могилев А.А.* Вещественный состав пылеаэрозолей на территории г. Благовещенск (Амурская область): Тезисы доклада юбилейной XX группы «Аэрозоли Сибири». Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013. С. 74.

*V.V. Litau, A.V. Talovskaya, E.G. Yazikov, A.D. Lonchakova, M.I. Tretyakova.* **Dust pollution assessment on the territory of Omsk city using snow survey.**

The paper presents the results of dust load spatial distribution at Omsk city territory by the results of snow survey in 2013. The districts with low, middle, high, and very high pollution levels were revealed at the territory of the city. The most polluted districts are located at the territory of the east part of Omsk, where the biggest enterprises are located. The obtained data were compared with the dust data for other cities of the south part of the Western Siberia.