

УДК 504.3.054(571.621)

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БИРОБИДЖАНА И КОНТРОЛЬ ЕГО КАЧЕСТВА

В.Б. Калманова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kalmanova@yandex.ru

В связи с возрастающей техногенной нагрузкой необходим систематический контроль уровня загрязнения воздуха с целью получения своевременной и полноценной информации для возможности принятия эффективных мер по снижению экологического риска для населения. На примере среднего города Дальнего Востока – Биробиджана использован снежный покров как индикатор экологического состояния атмосферного воздуха. Установлен ранжированный ряд загрязняющих снежный покров токсичных веществ, где лидирующие позиции занимают сульфаты, влияющие на изменения реакции среды в щелочную сторону, а также железо, марганец, свинец и др. С 2003 по 2017 гг. содержание тяжелых металлов в снеге увеличилось в 2 раза за счет мобильных источников загрязнения, ТЭЦ, котельных.

Ключевые слова: техногенная нагрузка, атмосферный воздух, снежный покров, тяжелые металлы, экологическое состояние, Биробиджан.

Введение

Урбанизация – одна из основных социально-экологических проблем нашего времени. Города стали центрами сосредоточения населения, выпускаемой промышленной продукции, транспортных потоков и обусловленного в связи с этим интенсивного импактного загрязнения городской среды [7]. В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных последствий негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Среди специфических поллютантов в городах приоритетные позиции занимают тяжелые металлы (ТМ). Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые в наибольшей степени загрязняют окружающую природную среду и являются опасными с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относятся свинец, кадмий, цинк, кобальт, никель и т.д. [4, 7]. Наибольшее поступление поллютантов в окружающую природную среду отмечается зимой, во время отопительного сезона. В этом случае важным индикатором качества урботерриторий выступает снежный покров [12]. Степень загрязнения атмосферы зависит от планировки и особенностей использования городской территории, транспортной нагрузки, наличия и размещения экологически опасных промышленных предприятий, а также от климатических условий.

В течение последних десятилетий на первом месте при планировании городских территорий стояли градостроительные и санитарно-гигиенические нормативы. Экологическим вопросам, как правило, уделялось остаточное внимание. При этом планирование, проектирование городских территорий велось по нормативам, определяющим требования не к городу как к территориально целостному образованию, а к отдельным его районам, различным по функциям – промышленным зонам, селитебным территориям, инженерно-транспортным коридорам и т.д. В результате такого проектного подхода к городу как к разрозненным территориям планировочная структура многих городов не отвечает требованиям сохранения и устойчивого развития урбанизированных систем различного иерархического и функционального статуса [10]. В связи с этим в городах отсутствует зона разграничения (буферная) между селитебными и промышленными участками. Нередко отдельные элементы инфраструктуры и социально-бытовой жизни являются своеобразными вехами динамики развития города, например, положение в городской черте промышленных комплексов, аэропортов, тюрем, кладбищ, хвостохранилищ и т.д. [8]. Так, например, в центре многих городов находятся промышленные комплексы: Биробиджан – ТЭЦ, Хабаровск – ТЭЦ, завод дробильного оборудования, ОАО «Дальхимфарм» и

т.д., Комсомольск-на-Амуре – ТЭЦ, хлебозавод, авиационный завод им. Ю.А. Гагарина и т.д. [5].

Дальний Восток (ДВ) – один из самых урбанизированных регионов РФ, в связи с природными особенностями территории 70–80% населения сосредоточено в городах, 90% из которых относятся к категории средних и малых городов. Техногенная загрязненность городов ДВ не позволяет определить подавляющую часть их территории как благоприятную для проживания человека (46% населения юга ДВ проживает в экологически опасных условиях (II категория опасности)) [2].

Цель работы – оценка экологического состояния снежного покрова на территории г. Биробиджана для определения качества атмосферного воздуха в зимний период.

Объекты и методы исследования

Биробиджан относится к средним городам Дальнего Востока, является административным центром Еврейской автономной области, по набору выполняемых функций его можно считать полифункциональным образованием. Многоотраслевая промышленность (ТЭЦ, стройиндустрия, легкая промышленность), автомобильный и железнодорожный транспорт являются ключевыми источниками поступления тяжелых металлов в городскую среду. Предприятия расположены по всей территории города, с наибольшим сосредоточением в его северо-западной, центральной, северо-восточной частях. Согласно данным Хабаровскстата, масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ЕАО от стационарных источников в 2017 г. составила 19,1 тыс. т, из которых почти 10 тыс. т приходится на Биробиджан, что соответствует 118 кг на 1 жителя в год или 150 т на 1 км² площади города. На Биробиджанскую ТЭЦ приходится выброс 3614,067 т/год. В зоне воздействия автотранспорта находится значительная часть городской территории – 182,47 км², что составляет 91,2% от общей площади Биробиджана [6]. В транспортной структуре преобладают импортные автомобили с большим сроком эксплуатации, что приводит к значительному поступлению загрязнителей в окружающую природную среду. В городе зарегистрировано свыше 20 000 автомобилей различных марок плюс транзитный транспорт. И принимают этот поток в основном несколько центральных магистралей – улицы Шолом-Алейхема, Пионерская, Калинина, Советская. Кроме того, большую роль в загрязнении атмосферного воздуха города играет частный жилой сектор, где преобладает печное отопление. Поскольку г. Биробиджан практически по всему периметру окружен

застройками такого типа, то выбросы из печных труб представляют реальную угрозу для окружающей среды.

Начиная с 2014 г., согласно установленным критериям оценки степени загрязнения атмосферного воздуха, в г. Биробиджане очень высокий индекс загрязнения атмосферы. Значительный рост индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) обусловлен высоким содержанием бензапирена. В 2015 г. среднегодовая концентрация бензапирена составила 7,2 ПДК, 2014 г. – 6,4 ПДК. С ноября по март 2017 г. наблюдались случаи высокого загрязнения бензапиреном – до 24,6 ПДК (данные Росгидромет ЕАО).

Основным объектом изучения является снежный покров, который обладает не только аккумулялирующей способностью по отношению к загрязнителям, тем самым оказывая неблагоприятное воздействие на природные компоненты при снеготаянии, но и может свидетельствовать о состоянии урбанизированной территории в целом за зимний период.

Методика зимних полевых работ основывается на применении традиционных стационарных способов гидрометеорологических наблюдений. Отбор проб снега и подготовку его к анализу проводят в соответствии с «Гигиеническими требованиями к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» (СанПиН 2.1.6.1032-01) [11].

Для характеристики современного состояния снежного покрова г. Биробиджана проведены (2003–2007, 2017) геохимические исследования на экспериментальных площадках размером 10*10 м, заложенных в различных функциональных зонах города с некоторыми сгущениями точек вдоль крупных автомагистралей.

Отбор проб проводился перед снеготаянием с целью определения суммарного потока частиц за длительный период времени. Оценивался химический состав снеговой воды по содержанию ТМ, рассчитывались коэффициенты концентраций химических элементов и суммарный показатель загрязнения. Расчет проводился по отношению к фоновому уровню загрязнения снежного покрова, в качестве которого был выбран район, не имеющих техногенных промышленных источников загрязнения окружающей среды (ул. Индустриальная). В отобранных образцах совместно с ФГУЗ (ЦГиЭ ЕАО), Хабаровским инновационно-аналитическим центром методом атомно-абсорбционной спектроскопии определялись следующие загрязняющие вещества: железо (Fe), медь (Cu),

Шкала оценки загрязнения депонирующих сред г. Биробиджана
по суммарному показателю концентраций тяжелых металлов

Table 1

Rating scale of the depositing environments contamination showing
the total concentrations of heavy metals in Birobidzhan

Шкала оценки, балл	Величина СПК ТМ в депонирующих средах (мг/кг)				Уровень загрязнения	Оценка экологической обстановки
	Растительность		Снег (мг/дм ³)	Почва		
	листва	кора				
1	<	<	<10	<14	слабый	относительно удовлетворительная
2	18–35	20–39	11–21	15–29	средний	конфликтная
3	36–53	40–59	22–32	30–44	выше среднего	напряженная
4	54–71	60–79	33–43	45–59	высокий	критическая
5	>	>	>44	>60	очень высокий	кризисная

цинк (Zn), свинец (Pb), кобальт (Co), кадмий (Cd), никель (Ni) и марганец (Mn), а также рН среды.

Анализ проводился по разработанной шкале оценки опасности загрязнения депонирующих сред (табл. 1) [4].

Результаты экологического состояния снежного покрова легли в основу при разработке карты «Зонирование территории г. Биробиджана по уровню загрязнения снежного покрова на основе расчета суммарного показателя концентрации (СПК) ТМ» масштаба 1:25 000. Данная карта составлена традиционным методом и оцифрована с применением программного обеспечения ArcView GIS.

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении сезонной динамики антропогенных выбросов в атмосферу показано, что наибольшее поступление поллютантов наблюдается во время отопительного сезона. В этот период выброс основных загрязнителей превышает летний примерно в 6,5 раз. Кроме того, зимой в атмосфере создаются условия для концентрации примесей, обусловленные особенностями муссонного климата средних широт. В соответствии с годовым распределением основных параметров, благоприятствующих и препятствующих очищению атмосферы, Е.А. Григорьевой были проведены расчеты климатического потенциала самоочищения атмосферы (КПСА) для теплого и холодного периодов года [1]. Как для всего года в целом, так и отдельно для периодов КПСА меньше 1 (0,57; 0,43 и 0,70 соответственно), что означает низкую очищающую способность атмосферы и преобладание факто-

ров, препятствующих очищению атмосферного воздуха от поллютантов. В годовом ходе отмечается более низкая способность атмосферы к самоочищению в холодный период, когда выбросы в атмосферу максимальны. Согласно полученным показателям, в атмосфере г. Биробиджана преобладают процессы, способствующие накоплению примесей в атмосфере в течение всего года. Самые неблагоприятные условия для рассеивания примесей наблюдаются зимой с декабря по февраль.

Суммарная концентрация контролируемых веществ в снежном покрове изменялась за шестилетний период на территории города от 0,5 до 31 мг/дм³. При этом определяющими общий уровень загрязнения являются сульфаты и ТМ (табл. 2).

Одним из основных экологических последствий сульфатного загрязнения является изменение реакции среды. Там, где обнаружено высокое содержание сульфатов, рН характеризуется показателями больше 7 (п. Партизанский, ул. Широкая, ул. Волочаевская, район городской свалки и др.). В группе ТМ значительно превышают фоновый уровень железо (от 2 до 60 раз), марганец (от 1 до 50 раз), медь (от 1,5 до 40 раз), цинк (от 2 до 20 раз), никель (от 1 до 12 раз), свинец (от 0,5 до 10 раз), кобальт (от 0,5 до 6 раз). Локальные концентрации свинца в снежном покрове могут достигать очень больших значений вблизи основных автомагистралей. Промышленные аэрозольные выбросы могут захватываться падающими снежинками, в результате чего в снежном покрове на

Оценка суммарного уровня загрязняющих веществ в снежном покрове
г. Биробиджана

Assessment of the total level of pollutants in the snow covers in Birobidzhan

№ п/п	Показатель загрязнения	Концентрация, мг/дм ³	
		Средние	Предельные за период наблюдения
1.	Сумма концентраций всех веществ	16,5	221,3–609,3
2.	Сумма концентраций всех металлов	3,06	48,3–220,7
3.	Сульфаты (SO ²⁻)	8,4	3,6–16,3
4.	Хлориды (Cl ⁻)	5	1,5–16,5
5.	Железо	3	0,3–24
6.	Свинец	0,004	0,008–0,08
7.	Никель	0,003	0,003–0,05
8.	Марганец	0,04	0,06–23,9
9.	Кобальт	0,003	0,006–0,04
10.	Медь	0,005	0,008–0,4
11.	Цинк	0,005	0,01–0,38

обширных территориях существенно возрастают концентрации свинца и цинка (Zn) – металлов, особо токсичных для флоры и фауны.

Значительный разброс данных свидетельствует о неравномерном загрязнении территории города. Существуют как районы с благоприятным экологическим состоянием природного компонента, так и напряженные участки. Таким образом, ранжированный ряд загрязняющих снежный покров веществ имеет следующий вид: SO²⁻ > Cl⁻ > Fe > Mn > Cu > Ni > Zn > Pb > Co (2003 год); SO²⁻ > Cl⁻ > Fe > Mn > Pb > Zn > Co > Cu > Ni (2017 год). Локальные зоны повышенного загрязнения отдельными веществами образуются в районах расположения стационарных источников и, как правило, занимают сравнительно небольшие площади. По суммарному показателю концентрации ТМ в Биробиджане было выявлено 5 уровней геохимических аномалий в снежном покрове (рис.).

Анализ химического состава проб снега, отобранных в разные годы, дал возможность на основе распределения геохимических аномалий оценить экологическую ситуацию Биробиджана. Загрязненной оказалось 70% территории от общей площади города.

В отличие от почвенного и растительного покровов, снег отличается самыми высокими

концентрациями загрязнения. По его состоянию городскую территорию в зимний период можно признать неудовлетворительной. В основном происходит загрязнение промышленной, транспортно-селитебной и сельскохозяйственной территорий.

Материалы исследований загрязнения снежного покрова городов и полученные в работе результаты могут быть использованы в ходе решения градостроительных задач, включающих разработку экологического блока:

- разработка планировочной структуры города;
- детальная проработка архитектурно-планировочных вопросов отдельных населенных мест;
- разработка гигиенических и природоохранных мероприятий, определение охранных и санитарно-защитных зон, зон рекреации, зон складирования отходов, включая снег.

Заключение

В ходе проведенных исследований дана оценка экологическому состоянию снежного покрова г. Биробиджана. Анализ накопления поллютантов в снеге показал, что их содержание в пределах городской застройки в 10–15 раз выше, чем в окрестностях. Очаги загрязнения формируются вблизи заводов, котельных, автотранспортных

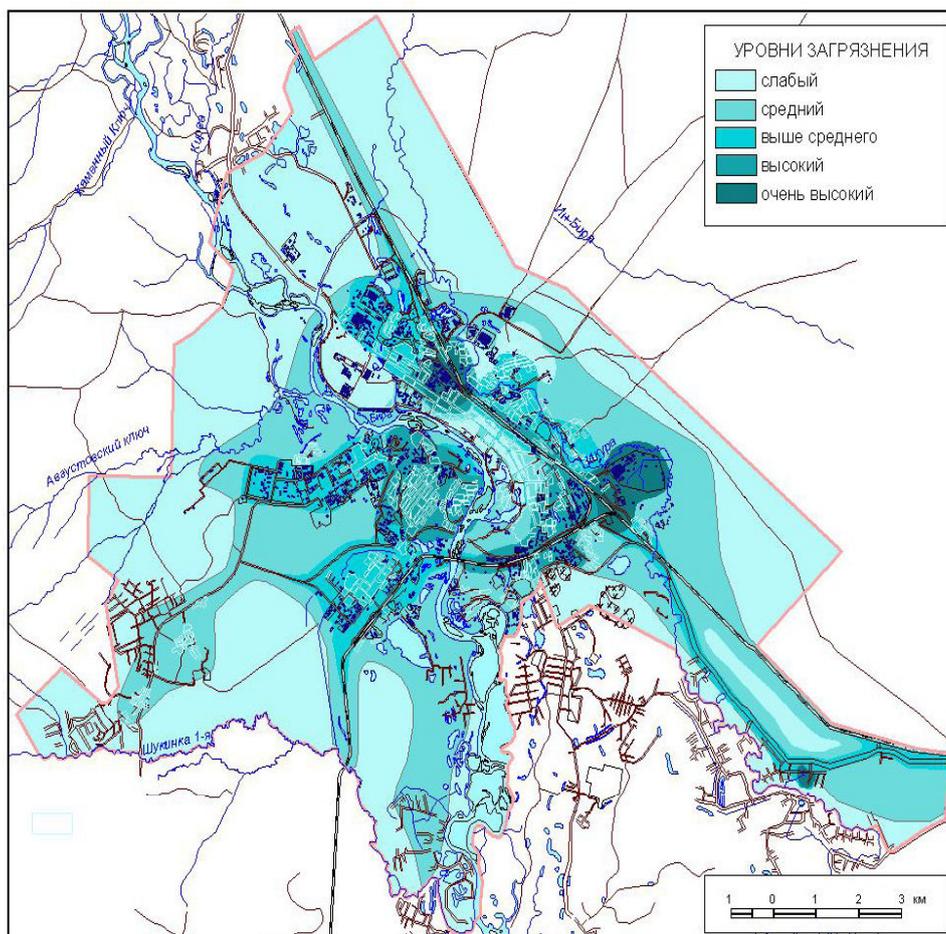


Рис. Зонирование территории г. Биробиджана по уровню загрязнения снежного покрова на основе расчета суммарного показателя концентрации тяжелых металлов

Fig. Territory zoning of Birobidzhan according to the contamination of snow cover, based on the total indicators of heavy metals concentration

предприятий и связаны с основными направлениями движения автотранспорта.

По результатам суммарного показателя концентрации тяжёлых металлов в снежном покрове составлена карта, отражающая качество городской среды в зимний период. В целом экологическое состояние урбанизированной территории признано неудовлетворительным (8% площади территории относится к очень высокому, 14% – к высокому, 21% – к выше среднего, 27% – к среднему уровням загрязнения, 30% – к относительно чистым районам города).

В качестве конструктивного метода при планировании урбанизированной территории необходимо использовать геомониторинг, применение которого позволит дать экологическую оценку городской среды и на основании этого принять решения по улучшению комфортности проживания городского населения [3, 9]. Важно ежегодно

проводить контроль за загрязнением снежного покрова, особенно на территориях, прилегающих к промышленным комбинатам, автомагистралям, так как с его таянием поллютанты поступают на поверхность ландшафта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьева Е.А., Деркачева Л.Н., Тунеголовцев В.П. Методические подходы к оценке пространственно-временной динамики самоочищающей способности атмосферы южной части Дальнего Востока // Проблемы региональной экологии. 2005. № 3. С. 33–38.
2. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б. Геоэкологическая оценка территорий. М.: Наука, 2005. 319 с.
3. Калманова В.Б. Основные мероприятия по оптимизации системы мониторинга экологического состояния средних и малых городов

- (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 69–73.
4. Калманова В.Б. Экологическое состояние снежного покрова как показатель качества урбанизированной среды (на примере г. Биробиджана) // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 9.
 5. Калманова В.Б. Эколого-гигиеническое состояние городов юга Дальнего Востока как следствие освоения региона // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 2. С. 37–43.
 6. Калманова В.Б., Коган Р.М., Зайков Д.В. Влияние промышленно – транспортного комплекса на загрязнение снежного покрова г. Биробиджана // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: I Международный экологический конгресс, 20–23 сентября 2007 г. Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2007. Т. 1. С. 251–256.
 7. Курбатова А.С., Башкин В.Н., Касимов Н.С. Экология города. М.: Научный мир, 2004. 619 с.
 8. Мирзеханова З.Г. Особенности экологического планирования городской территории // Города Дальнего Востока: экология и жизнь человека: материалы конф. Хабаровск, 25–27 февраля, 2003 г. Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2003. С. 98–100.
 9. Мирзеханова З.Г. Региональная экологическая политика: содержание и индикаторы реализации отдельных направлений // Вестник ДВО РАН. 2014. № 3 (175). С. 77–85.
 10. Ринчинова О.Ж. Урбоэкологические особенности планировочной структуры города // Вестник Бурятского государственного университета. 2010. № 4. С. 60–66.
 11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2001. № 14. 12 с.
 12. Экогеохимия городских ландшафтов / под ред. Н.С. Касимова. М.: МГУ, 1995. 336 с.

ANTHROPOGENIC AIR POLLUTION IN BIROBIDZHAN AND ITS QUALITY CONTROL

V.B. Kalmanova

Due to the increasing anthropogenic load, a systematic monitoring of air pollution is required to obtain a timely and comprehensive information in order to reduce ecological risks for the population. In the Far Eastern town of Birobidzhan, the author defines the ecological state of atmospheric air using snow cover as an indicator. It is revealed a ranked range of toxic substances polluting the snow cover, mostly sulfates, changing the environment reaction to alkaline. The snow cover also contains iron, manganese, lead, etc. From 2003 to 2018, the content of heavy metals in snow has increased 2 times under the impact of transport, the power plant and boilers.

Keywords: anthropogenic load, atmospheric air, snow cover, heavy metals, ecological state, Birobidzhan.