

С. В. Михайлюта^{1✉}, А. А. Леженин²

Проветриваемость мест размещения постов мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Красноярска

¹Ассоциация Экологических Расследований, г. Красноярск, Российская Федерация

²Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: mikhailuta@gmail.com

Аннотация. Выбор мест размещения постов наблюдения за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха в условиях города является важной задачей для обеспечения репрезентативных исходных данных для управления выбросами и охраны здоровья населения. Нормативными документами определены требования к выбору таких мест. Нарушение правил выбора мест расположения стационарных постов мониторинга атмосферного воздуха может искажать информацию о загрязнении. В работе, на основе данных о повторяемости направлений и скоростей ветра на метеостанции Красноярск и на постах мониторинга внутри г. Красноярска показаны особенности трансформации ветровых потоков в городской застройке, которые необходимо учитывать при выборе мест размещения станций контроля.

Ключевые слова: мониторинг загрязнение атмосферы, ветровые потоки, измерения

S. V. Mikhailuta^{1✉}, A. A. Lezhenin²

Krasnoyarsk air pollution monitoring points, ventilation by innerurban winds

¹Ecological research and Investigation Association, Krasnoyarsk, Russian Federation

²The Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: mikhailuta@gmail.com

Abstract. Location for urban air pollution monitoring stations is an important task for representative initial data for emission managing and public health protection. The low define the requirements for urbane air pollution control station locations. Violation of the rules may distort information about pollution. In this paper, by the data on the frequency of wind directions and speeds at the Krasnoyarsk weather station and at urban air pollution control stations within urban aria, the features of the urban wind transformation are shown, which must be considered for monitoring stations location.

Keywords: urban air pollution, urban wind fields, measurements

Введение

Степень загрязнения атмосферного воздуха в городе зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются эмиссия и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и трансформацию примесей [1]. При этом наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляют на постах. В г. Красноярске с 2009 года раз-

вивается региональная сеть наблюдений за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха (рис.1).

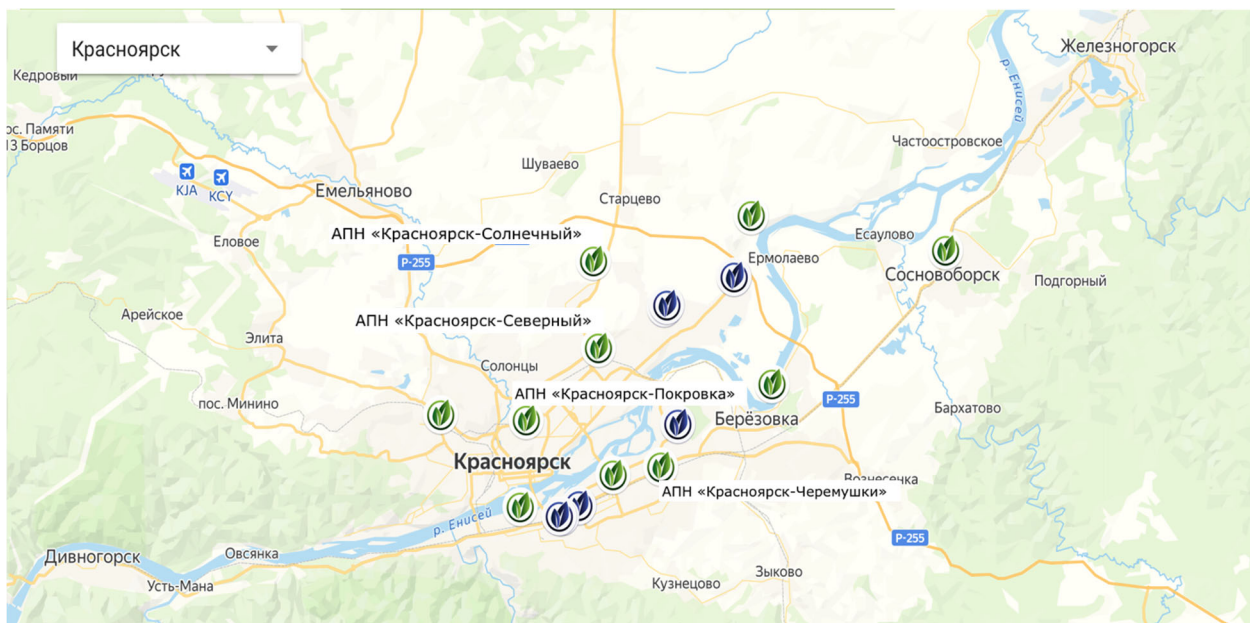


Рис. 1. Стационарные посты мониторинга Краевого государственного бюджетного учреждения «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» [2]

Развитие наблюдательной сети за концентрациями вредных веществ в воздухе идет, преимущественно путем создания дополнительных стационарных постов. Постом наблюдения является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами.

Репрезентативность наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городе, показывающая соответствие характеристик выборки характеристикам генеральной совокупности, существенно зависит от правильности расположения поста на обследуемой территории [1]. Репрезентативность — важнейшее свойство данных, используемых для построения аналитических выводов и управленческих решений. Независимо от того, в какой предметной области и какими методами производятся выборочные исследования, отсутствие репрезентативности выборки неминуемо приводит к некорректным результатам.

Проводимые наблюдения за загрязнением окружающей среды должны носить комплексный характер, предусматривающий определение наряду с концентрациями загрязняющих веществ в компонентах природной среды получение характеристик в пунктах наблюдений гидрометеорологических параметров, определяющих процессы переноса загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Согласно нормативному документу [1] каждый пост независимо от категории должен размещаться на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке.

Целью данной работы является анализ характеристик проветриваемости мест размещения ряда постов региональной сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Красноярске.

Методы и материалы

Оценка характеристик проветриваемости мест размещения стационарных постов мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Красноярска выполнена по результатам сравнительного анализа с характеристиками метеостанции «Красноярск» (индекс ВМО #29570). Использовалась информация о направлениях и скоростях ветра на метеостанции и на постах мониторинга, расположенных в микрорайонах Северный, Солнечный, Покровка и Черемушки (рис.1) за период с 2017 по 2024 гг. (данные предоставлены КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края»). Выбор этих постов наблюдений связан с характерными для большинства постов особенностями ветрового режима в местах их расположения. Анализ распределений направлений и скоростей ветра выполнялся с помощью лицензионного профессионального метеорологического программного обеспечения (программный комплекс WRPlot) [3].

Результаты

Для района расположения метеостанции Красноярск характерна «однородность» режима набегающего ветрового потока в течение всего периода рассмотрения (рис. 2).

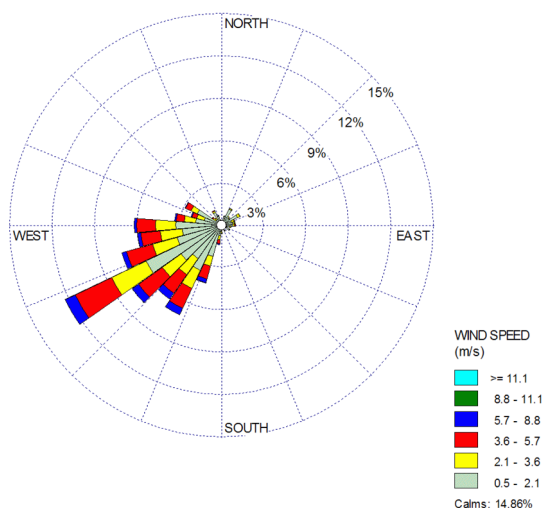


Рис. 2. Повторяемость направлений ветра на метеорологической станции Красноярск (за период 2017–2024 гг.)

Можно видеть (рис. 2), что на метеостанции «Красноярск» преобладающими являются ветра юго-западного направления. Количество штилей – менее 15%. Распределения ветров на площадках постов «Красноярск-Северный»,

«Красноярск-Солнечный», «Красноярск-Покровка» и «Красноярск-Черемушки» представлены на рис.3.

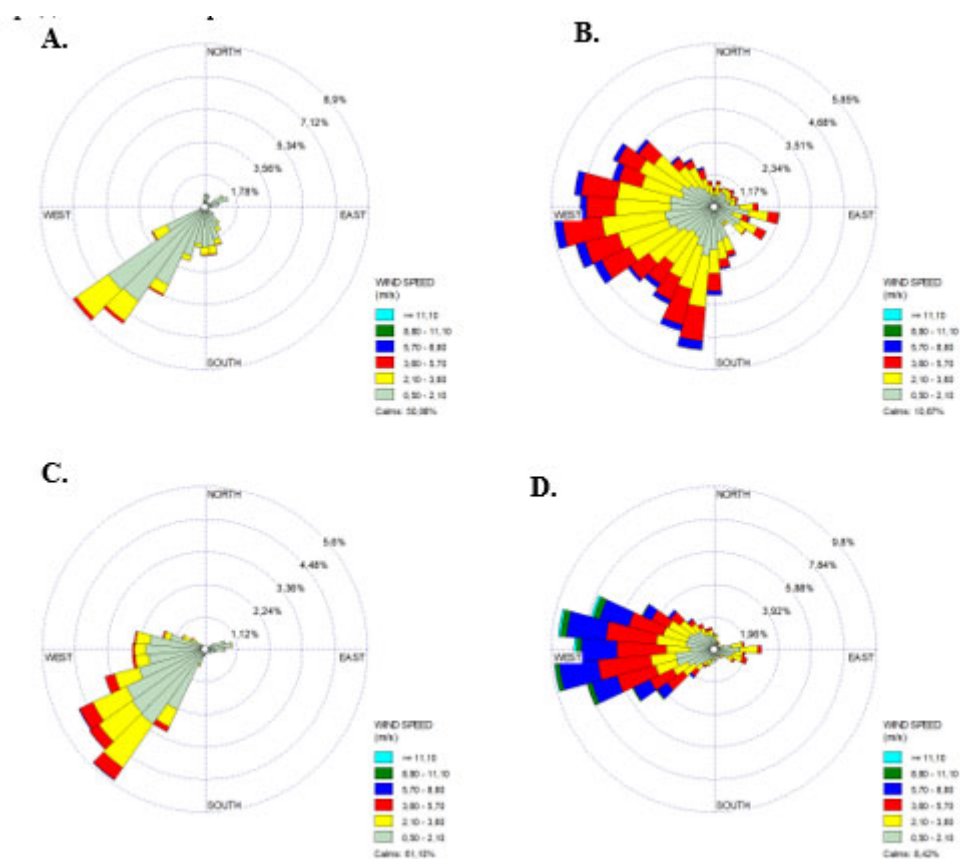


Рис.3. Повторяемость направлений ветра на постах мониторинга в микрорайонах: А. Северный. В. Солнечный. С. Черемушки. Д. Покровка (за период 2017–2024 гг.)

Анализ рис.3 показывает, что в зависимости от расположения площадки поста в городской застройке повторяемости направлений и скоростей ветра претерпевают существенные изменения по сравнению с характеристиками набегающих ветров (рис.2). Количество штилей (более 50%), наблюдаемое на площадках мониторинга в микрорайонах Северный и Черемушки показывает, что посты расположены в зонах застоя атмосферного воздуха. Деформированные окружающей застройкой розы ветров (рис.3А и рис.3С) делают невозможным перенос примесей к площадке со стороны отдельных направлений и как следствие могут «изолировать» некоторые источники выбросов, искажая их влияние на загрязнение воздуха.

Площадки постов в микрорайонах Солнечный и Покровка имеют хорошую проветриваемость, количество штилей менее 11% (рис.3В и рис.3Д). Это может обеспечивать интенсивный перенос загрязняющих веществ к посту мониторинга со стороны выделенных направлений, что требует, в свою очередь, верификации эффективных для этих постов источников и исключение ненужного сугубо се-

лективного или локального влияний (например, отдельный крупный источник или парковка автомобилей). На рис. 4 представлены розы ветров для постов в микрорайонах Покровский, Северный, Солнечный и Черемушки.

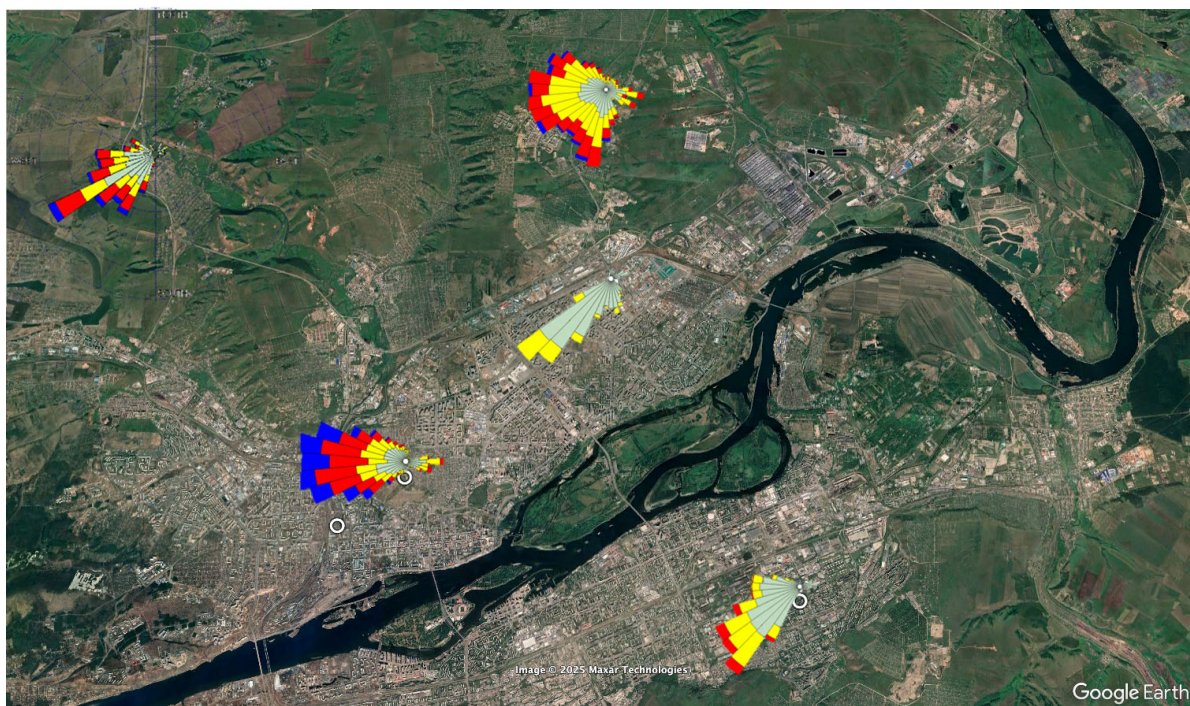


Рис.4. Повторяемость направлений ветра на площадках постов мониторинга в микрорайонах Покровский (1.), Северный (2.), Солнечный (3.) и Черемушки (4.) (левый верхний угол – роза ветров метеостанция Красноярск)

Видно (рис.4), что штилевые зоны могут существенным образом исказить информацию о загрязнение воздуха, завышать концентрации или «изолировать источники выбросов».

Обсуждение

Правильное размещение постов наблюдения за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха имеет исключительно важное значение для получения репрезентативной и достоверной информации как о степени загрязнения воздуха, так и о влиянии на загрязнение выбросов со стороны всех эффективных источников. Нарушение условий и правил размещения постов влечет за собой искажение и потерю информации, делает невозможным поиск управленческих решений для ограничения выбросов, охраны воздушного бассейна города и защиты здоровья населения.

Анализ ветровых характеристик в местах расположения постов выявило несоответствия условиям размещения, влияющие на репрезентативность наблюдений за концентрациями вредных примесей в воздухе г. Красноярска:

- Пост «Красноярск-Северный» - расположен в окружении растительности и высоких зданий, рядом с постом организована парковка автомобилей, нару-

шена проветриваемость. Более 50% всего времени в расположении поста наблюдается безветрие (штиль), а остальное время – доминируют ветра юго-западного направления, другие направления ветра на площадке поста либо отсутствуют, либо являются редкими событиями.

– Пост «Красноярск-Солнечный» - при размещении поста не учтены планы развития городской застройки, пост размещен в аэродинамической тени высокого здания, нарушен режим тепло и влагообмена площадки поста, вблизи поста находится парковка автомобилей. Площадка этого поста «имеет хорошую продуваемость, количество штилей на площадке поста составляет менее 11%. Это может обеспечивать интенсивный перенос выбросов и вредных примесей с северо-западного, западного и юго-западного направлений.

– Пост «Красноярск-Покровка» – проветриваемость не нарушена, для площадки поста характерна «чувствительность» к переносу примесей с западного направления от высоких источников, расположенных на правом берегу и в юго-западном секторе – на левом берегу. Любая примесь, поднимающаяся от поверхности или попадающая в атмосферу западного и юго-западного секторов с наибольшей вероятностью будет переноситься через площадку этого поста.

– Пост «Красноярск-Черемушки» - повторяемость штилей на площадке поста превышает 60%, поэтому измерения на этом посту могут слабо реагировать на перенос вредных примесей от источников выбросов.

Заключение

В процессе переноса и рассеивания примесей в воздушном бассейне города на всем пути от источников до постов мониторинга могут протекать фотохимические трансформации с образованием «вторичных загрязняющих веществ» в атмосфере. При этом корректный учет продуваемости и воздухообмена на подконтрольных территориях имеет исключительно важное значение для организации и адекватности наблюдений за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха в городе, площадки постов должны получать информацию с любого направления и не способствовать застою воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД 52.04.186-89 Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госкомгидромет СССР, 1991. – 683 с.
2. <http://krasecology.ru/About/Work> (Дата обращения 18.03.25)
3. <https://www.weblakes.com/software/freeware/wrplot-view/> (Дата обращения 18.03.25)

© С. В. Михайлюта, А. А. Леженин, 2025