Заворуев В.В.¹, Соколова О.В.², Заворуева Е.Н.³, Тихонова Е.В.³

Взвешенные частицы в приземном слое атмосферы Красноярска и пригорода в 2020 году

¹Институт вычислительного моделирования СО РАН

²ФИЦ КНЦ СО РАН

³Сибирский федеральный университет
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/lj-03-2021-21

idsp: ljjournal-03-2021-21

Аннотация

Оценка загрязнения приземного слоя атмосферы пригорода и города Красноярска выполнена относительно российского норматива и рекомендаций ВОЗ. Для этого были рассчитаны среднегодовые концентрации взвешенных частиц $PM_{2,5}$ для 17 постов наблюдения, расположенных в границах Красноярска, и для 4 постов в пригородной зоне. Показано, что в соответствии с российским нормативом воздушная среда характеризуется как не загрязненная, а в соответствии с рекомендациями ВОЗ считается загрязненной.

Среднегодовые концентрации взвешенных частиц в атмосфере пригорода и города Красноярска равны $25,0 \pm 3,0$ и $16,1 \pm 2,2$ мкг/м³, соответственно.

Ключевые слова: $PM_{2,5}$, атмосфера, оценка загрязнения, Красноярск.

Abstract

The assessment of the pollution of the surface layer of the atmosphere of the suburbs and the city of Krasnoyarsk was carried out in relation to the Russian standard and WHO recommendations. For this purpose, the average annual concentrations of particulate matter $PM_{2,5}$ were calculated for 17 observation posts located within the boundaries of Krasnoyarsk, and for 4 posts in the suburban area. It is shown that in accordance with the Russian standard, the air environment is characterized as not polluted, and in accordance with the WHO recommendations, it is considered polluted.

The average annual concentrations of particulate matter in the atmosphere of the suburbs and the city of Krasnoyarsk are 25.0 ± 3.0 and 16.1 ± 2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively.

Keywords: $PM_{2,5}$, atmosphere, pollution assessment, Krasnoyarsk.

Введение

В 2015 году распоряжением Правительства РФ №1316-р был утвержден Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, в который были включены два таких загрязнителя как взвешенные частицы PM_{10} , взвешенные частицы $PM_{2,5}$ (от англ. particulate matter). PM_{10} и $PM_{2,5}$ - это частицы, которые проходят через селективное устройство для разделения фракций взвешенных веществ, обеспечивающие отсеивание частиц с диаметром более 10 мкм и более 2,5 мкм, соответственно.

Взвешенные частицы представляют собой широко распространенный загрязнитель атмосферного воздуха, включающий смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. Имеется множество обзоров, показывающих весьма негативное воздействие взвешенных частиц на здоровье человека [1-3].

В России должным образом не налажена система инвентаризации и мониторинга PM_{10} и $PM_{2,5}$.

В Красноярском крае ситуация с мониторингом лучше, чем во многих городах страны. Краевое государственное бюджетное учреждение «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (КГБУ «ЦРМПиООС») измеряет концентрацию $PM_{2,5}$ на семи автоматизированных постах наблюдения (АПН) в Красноярске и двух АПН в пригородной зоне. Кроме того, с конца 2019 года функционирует «Система мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН». С помощью этой системы количество пунктов наблюдения к концу 2020 года возросло до 25.

Целью работы является оценка загрязнения приземного слоя атмосферы взвешенными частицами $PM_{2,5}$ различных районов города и пригорода Красноярска в 2020 году.

Оценка загрязнения атмосферы

Для оценки уровня загрязнения атмосферы использовались российские гигиенические нормативы (ГН) и рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (табл. 1).

Таблица 1.

Нормативы взвешенных частиц $PM_{2,5}$ ($мкг/м^3$)

Документ	Среднегодовая ПДК	Среднесуточная ПДК	Максимально разовая ПДК
ГН 2.1.6.3492-17	25	35	160
Рекомендации ВОЗ	10	25	

Значения ПДК для взвешенных веществ в России регламентируются ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений" (с изменениями на 31 мая 2018 года). ВОЗ дала обоснования среднесуточным и среднегодовым концентрация взвешенных твердых частиц в воздухе в «Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы: глобальные обновленные данные 2005: краткое изложение оценки риска» (WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf).

Аппаратура и локализация постов наблюдения

В качестве базового оборудования системы мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН используются сертифицированные станции мониторинга воздуха CityAir, разработанные группой компаний из новосибирского технопарка и инновационного центра Сколково. Более подробное описание аппаратуры для измерения $PM_{2,5}$ дано в работе [4].

Для оценки данных, поступающих со станций мониторинга воздуха CityAir, используется информация нескольких АПН за загрязнением атмосферного воздуха «Краевой ведомственной информационно-аналитической системы данных о состоянии окружающей среды Красноярского края», оператором которой является КГБУ «ЦРМПиООС». Эта работа выполняется в рамках интенсивного информационно-технического взаимодействия и сотрудничества, при поддержке Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края.

Сравнение результатов измерения концентраций $PM_{2,5}$ на постах АПН и размещенных на крыше этих АПН станций мониторинга CityAir представлено на рисунке 1.

Рисунок 1. Корреляция среднесуточных концентраций $PM_{2,5}$, измеренных с помощью станций мониторинга CityAir и анализаторов пыли E-BAM, которые размещены внутри АПН. По данным, полученным в течение 2020 г.

Для построения корреляции (рис. 1) данные, полученные со станций мониторинга CityAir, уменьшались на величину поправочного коэффициента, который равен 2,38 [4]. В ранее опубликованной статье [5] концентрация представлена без учета поправочного коэффициента.

Схема расположения постов наблюдения представлена на сайте (<http://air.krasn.ru/map.html>). Названия постов наблюдения в таблицах 2 и 3 даны в соответствии с этим сайтом.

Результаты и обсуждение

В РД 52.04.667-2005 сказано, что количество наблюдений определяет точность расчетов статистических характеристик. Минимальное количество наблюдений для оценки уровня загрязнения атмосферы за год равно 300. При количестве наблюдений менее 300 за год средняя концентрация примеси является ориентировочной. Исходя из требований РД 52.04.667-2005 для расчета среднегодовых концентраций $PM_{2,5}$ были использованы данные 17 постов наблюдения, расположенных в границах территории города Красноярска, и 4 постов, размещенных в пригороде. Результаты измерения представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2.

Среднегодовая концентрация, максимальная среднесуточная концентрация и количество дней наблюдения в районе постов наблюдения, расположенных в границах г. Красноярска

	Пункт наблюдения	Среднегодовая концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³	Максимальная среднесуточная концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³	Количество дней наблюдения
1	Академгородок	8,3±1,4	103,6	362
2	Удачный	8,6±1,1	88,0	366
3	Свердловский	12,6±1,9	117,4	365
4	Солнечный	12,9±1,5	132,2	364
5	Партизана, 3г	13,4±1,9	122,2	366
6	Спутник	15,0±2,2	129,2	366
7	Ленина, 41	15,3±2,7	165,0	366
8	Покровка	15,7±2,5	168,2	361
9	КрАЗ	16,3±2,0	153,2	366
10	Кировский	16,8±2,6	151,7	366
11	Северный	17,2±2,1	149,1	364

12	Шахтеров, 25	17,7±2,2	139,3	366
13	Черемушки	18,1±2,0	125,5	348
14	Песчанка	18,8±1,8	111,9	366
15	Телевизорная, 4Б	21,1±3,2	181,7	366
16	Овинный-Таймыр	22,1±2,9	176,4	364
17	Николаевка	23,3±3,3	196,0	355
	Средняя по городу	16,1±2,2		

Таблица 3.

Среднегодовая концентрация, максимальная среднесуточная концентрация и количество дней наблюдения в районе постов наблюдения, расположенных в пригороде г. Красноярск

	Пункт наблюдения	Среднегодовая концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³	Максимальная среднесуточная концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³	Количество дней наблюдения
1	Светлый	13,6±1,7	128,1	366
2	Дрокино	24,6±3,1	166,4	366
3	Минино	24,8±2,8	151,5	366
4	Солонцы	36,9±4,6	235,6	353
	Средняя по пригороду	25,0±3,0		

Оценка загрязнения приземного слоя атмосферы г. Красноярск с позиции российского норматива показывает, что во всех пунктах наблюдения среднегодовая концентрация $PM_{2,5}$ не превысила значение среднегодовой ПДК, которое равно 25 мкг/м³ (табл. 2). При этом, среднесуточная ПДК, равная 35 мкг/м³, была превышена в районе всех постов наблюдения. Наименьшее превышение было зарегистрировано в районе поста Удачный (88/35≈2,5 раза), а наибольшее превышение в районе поста Николаевка (196/35=5,6 раза).

В пригороде Красноярск величина среднегодовой ПДК была превышена только в районе поста наблюдения Солонцы (36,9/25≈1,5 раза) (табл. 3). В этом же месте зарегистрировано самое большое превышение среднесуточной ПДК (235,6/35≈6,7 раза).

С позиции рекомендаций ВОЗ только в двух районах Красноярск, а именно в Академгородке и в Удачном, загрязнение приземного слоя атмосферы было ниже 10 мкг/м³ (табл. 2). На всех остальных постах, расположенных в черте города и его пригорода, загрязнение атмосферы превышало рекомендованный ВОЗ уровень (табл. 2 и 3).

Обращает на себя внимание факт того, что в атмосфере пригорода концентрация $PM_{2,5}$ выше, чем в воздушной среде города Красноярск. В районах постов наблюдения Светлый, Дрокино, Минино, Солонцы нет промышленных предприятий и дорог с интенсивным движением автотранспорта. Основными источниками выбросов $PM_{2,5}$ в этих населенных пунктах являются автономные источники теплоснабжения (АИТ), для работы которых используется в большинстве случаев бурый уголь. Существенная роль АИТ в загрязнении окружающей среды подтверждена множеством работ [6-8].

Заключение

Если оценивать средние по городу концентрации $PM_{2,5}$ (табл. 2) и средние по пригороду значения $PM_{2,5}$ (табл. 3), то можно сделать следующие выводы.

1. В пригороде загрязнение приземного слоя атмосферы выше, чем в городе. Концентрации $PM_{2,5}$ равны 25,0±3,0 и 16,1±2,2 мкг/м³, соответственно.
2. С позиции российского нормирования воздушная среда в пригороде и в городе Красноярке не загрязнена.

3. С позиции рекомендаций ВОЗ воздушная среда в пригороде и в городе Красноярске загрязнена.

1. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе их воздействие на здоровье жителей мегаполисов / Б.А. Ревич // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - 2018. - Т. 29. - № 2. - С. 53-78.
2. Zou B. Air pollution intervention and life-saving effect in China / B. Zou, J. You, Y. Lin, X. Duan, X. Zhao, X. Fang, M.J. Campen, S. Li // Environ. Int. -2019. - V. 125. - P. 529–541. doi: 10.1016/j.envint.2018.10.045.
3. Mukherjee A. Global Perspective of Fine Particulate Matter Pollution and Its Health Effects / A. Mukherjee, M.A. Agrawal // Rev. Environ. Contam. Toxicol. - 2018. - V. 244. - P. 5-51.
4. Zavoruev V.V. Assessment of the possibility of using CityAir air monitoring station in environmental engineering / V.V. Zavoruev, E.N. Zavorueva, A.A. Kadochnikov, A.V. Tokarev, O.E. Yakubailik // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. - 2019. - № 537. - P. 062053-1 - 062053-6.
5. Заворуева Е.Н. Неоднородное загрязнение взвешенными частицами приземного слоя атмосферы Октябрьского района г. Красноярска в 2019 году / Е.Н. Заворуева, В.В. Заворусев, А.М. Гарбузов // Тенденции развития науки и образования. - 2020. - № 59-1. - С. 18-22.
6. Zhang J. Indoor air pollution from household fuel combustion in China: A review [C] / J. Zhang, K. R. Smith // The 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Beijing. - 2005. - P. 65–83.
7. Bond T.C. Primary particle emissions from residential coal burning: optical properties and size distributions / T.C. Bond, D.S. Covert, J.C. Kramlich, T.V. Larson, R.J. Charlson // J. Geophys. Res. Atmos. - 2002. - № 107. - P. 189–202.
8. Kumar M.K. Use of spatiotemporal characteristics of ambient PM_{2.5} in rural South India to infer local versus regional contributions / M.K. Kumar, V. Sreekanth, M. Salmon, C. Tonne, J.D. Marshall // Environ. Pollut. - 2018. - V. 239. - P. 803–811.

Ибрагимова Н.Н., Гурьянов О.П.

Напряжение в клеточной стенке флоэмного волокна льна приводит к большей структурированности аморфной целлюлозы

*ФГБУН КИББ ФИЦ КазНЦ РАН
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/lj-03-2021-22

idsp: ljjournal-03-2021-22

Аннотация

Стебли растений льна (*Linum usitatissimum* L.) корректируя свое положение в пространстве, приобретают необратимый изгиб, где есть тянущая (верхняя) сторона и противоположная ей (нижняя). В данном исследовании на образцах клеточной стенки (КС) флоэмных волокон с разных сторон стебля растений льна методом SP/MS ¹³C ЯМР показана разная подвижность атомов аморфной целлюлозы, что позволяет предполагать отличие в структурированности аморфной целлюлозы КС волокон, находящихся на разных сторонах стебля поднимающегося растения.

Ключевые слова: клеточная стенка, волокна, целлюлоза, ЯМР

Abstract

Stems of flax plants (*Linum usitatissimum* L.), correcting their position in space, acquire an irreversible bend, where there is a pulling side and the opposite side. In this study using solid state NMR in the cell wall samples of phloem fibers from different sides of the stem of flax plants was showed different mobility of amorphous cellulose atoms, which