После проведения исследования у детей с детским церебральным параличом в группе при диагностике состояния опорно-двигательного аппарата после передвижения по дну бассейна получены следующие результаты: на 1 этапе — 0%; на 2 этапе — 40%; на 3 этапе — 74%. По результатам исследования в тесте «передвижение по дну бассейна», произошли достоверные изменения изучаемых показателей функционального состояния детей, что указывает на улучшение состояния опорно-двигательного аппарата у детей.

Таким образом, разработанные комплексы физических упражнений, свидетельствуют об улучшении функционального состояния организма у детей с детским церебральным параличом. Разработанная методика для улучшения функционального состояния организма детей с детским церебральным параличом оказала положительное влияние на изучаемые параметры. Средние значения функциональных индексов состояния сердечно-сосудистой системы показали достаточный уровень функциональных возможностей и экономичности расходования резервов сердечно-сосудистой системы после окончания занятий. После проведения исследования в группе произошли достоверные изменения показателей, отражающих функциональное состояние показателей системы дыхания, сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата.

1. Булгакова, Н.Ж. Оздоровительное, лечебное и адаптивное плавание: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. Н.Ж. Булгаковой. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 432 с.
2. Галлямова Ч.А. Влияние занятий лечебным плаванием на физическое здоровье детей с диагнозом ДЦП // Научное сообщество студентов XXI столетия. Гуманитарные науки: сб. ст. по мат. XI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11.. - Новосибирск.- 2015. URL: sibac.info/archive/humanities/11.pdf
3. Гайгроски, Г.В. Подводное «плавание» - как метод лечения двигательных расстройств у детей при перенатальном поражении центральной нервной системы / Г.В. Гайгроски // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Плавание. Исследования, тренировка, гидроабилитация / Под общ. ред. А.В. Петряева и И.В. Клешнева - СПб: Издательство ООИ «Плавание», 2001 -140 с.
4. Медведев М. А. Оценка физического здоровья взрослых и детей методом индексов / М. А. Медведев, В. Б. Студницкий // Томск: ООО «Печатная мануфактура», 2008. – 199 с.
5. Немкова С.А. и др. Детский церебральный паралич: диагностика и коррекция когнитивных нарушений: учеб.-метод. пособие / М-во здравоохранения и соц. развития Российской Федерации, Науч. центр здоровья детей РАМН, Российский нац. исслед. мед. ун-т им. Н.И. Пирогова; — М.: Союз педиатров России, 2012. — 60 с.

Заворуева Е.Н.¹, Заворуев В.В.^{1,2}, Гарбузов А.М.¹

Неоднородное загрязнение взвешенными частицами приземного слоя атмосферы Октябрьского района г. Красноярск в 2019 году

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт вычислительного моделирования СО РАН
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-03-2020-04

idsp: ljjournal-03-2020-04

Аннотация

В масштабе административной единицы миллионного промышленного города определен характер загрязнения приземного слоя атмосферы взвешенными частицами (PM_{2,5}). В пяти микрорайонах определены среднегодовые и сезонные концентрации PM_{2,5}. Установлено, что в Октябрьском районе г. Красноярск распределение PM_{2,5}

неравномерное. Эта закономерность нарушается при загрязнении воздушной среды дымом лесных пожаров.

Ключевые слова: PM_{2,5}, Красноярск, Октябрьский район, дым лесных пожаров.

Abstract

On the scale of the administrative unit of a millionth industrial city, the nature of pollution of the surface layer of the atmosphere by particulate matter (PM_{2,5}) is determined. In five microdistricts, the average annual and seasonal concentrations of PM_{2,5} are determined. It is established that in the Oktyabrsky district of the city of Krasnoyarsk the distribution of PM_{2,5} is uneven. This pattern is violated by air pollution from forest fire smoke.

Keywords: PM_{2,5}, Krasnoyarsk, Oktyabrsky district, smoke of forest fires.

Введение

Красноярск располагается на территории, имеющей сложный рельеф. Перепад высот достигает 200 м, а на самой нижней уровне протекает незамерзающая река Енисей. Вследствие этого, при антициклонах наблюдается неоднородное загрязнение приземного слоя атмосферы взвешенными частицами (РМ). Этот факт установлен на основе анализа данных за 2017-2018 гг., полученных с пяти автоматизированных постов наблюдения (АПН) [1]. Все АПН принадлежат Краевому государственному бюджетному учреждению «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края». С начала 2019 года в Красноярске функционирует семь АПН. Однако и такого количества постов недостаточно, чтобы оценить неоднородность загрязнения в масштабах, которые меньше, чем территория краевого центра. Так, для какого-либо административного района г. Красноярска невозможно дать характеристику пространственного распределения концентрации РМ из-за особенностей размещения АПН (<http://krasecology.ru>).

Оценить неоднородность на уровне административных районов города можно с помощью системы мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН (<http://air.krasn.ru>). Эта сеть включает в себя 22 комплекса специального оборудования и программного обеспечения, предназначенных для сбора и анализа объективных данных о состоянии атмосферного воздуха в г. Красноярске. Пять таких комплексов располагаются в Октябрьском районе. В связи с этим цель работы состояла в оценке уровней загрязнения приземного слоя атмосферы взвешенными частицами размером до 2,5 мкм (PM_{2,5}) в пяти различных микрорайонах, расположенных на территории Октябрьского района.

Местоположение пунктов наблюдения и методы исследования

Наблюдения выполнялись в течение 2019 года в пяти микрорайонах: Академгородок, Ветлужанка, Овинный, Телевизорный, Удачный. Схема расположения станций мониторинга воздуха (СМВ) представлена на сайте (<http://air.krasn.ru/map.html>).

В качестве базового оборудования системы мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН используются сертифицированные СМВ CityAir, разработанные группой компаний из новосибирского технопарка и инновационного центра Сколково.

СМВ CityAir УНСЛ.421451.1000-01 предназначена для сбора данных о состоянии окружающего воздуха (массовая концентрация аэрозольных частиц, температура, влажность и атмосферное давление) и передачи их на сервер посредством беспроводного канала связи.

Для оценки данных, поступающих со станций мониторинга воздуха CityAir, используется информация нескольких АПН (<http://krassecology.ru>). Результаты верификации данных представлены в работе [2].

В качестве критериев оценки уровня загрязнения атмосферы взвешенными частицами $PM_{2,5}$ использовались значения предельно допустимых концентраций максимально разовых (ПДК_{мр} = 160 мкг/м³), среднесуточных (ПДК_{сс} = 35 мкг/м³) и среднегодовых (ПДК_{сг} = 25 мкг/м³).

Результаты и их обсуждение

В 2019 году на территории Октябрьского района наименьшие среднегодовые концентрации $PM_{2,5}$ в приземном слое атмосферы наблюдались в микрорайонах Академгородок и Удачный (табл. 1). Их значения не превышали ПДК_{сг}. В этих местах диапазон изменения концентраций $PM_{2,5}$ составлял 0,4 - 429,1 мкг/м³.

Таблица 1

Среднегодовые, максимальные и минимальные концентрации $PM_{2,5}$ в атмосфере различных микрорайонов в 2019 году

Микрорайон	Концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³		
	Среднегодовая	Минимальная	Максимальная
Академгородок	24,1±0,5	0,4	429,1
Ветлужанка	53,4±1,2	1,0	944,9
Овинный	63,4±1,1	1,0	746,1
Телевизорный	64,0±1,2	0,1	810,0
Удачный	24,7±0,4	0,6	389,9

Микрорайоны Академгородок и Удачный расположены вблизи левого берега р. Енисей на расстоянии 0,47 км и 0,55 км от уреза реки, соответственно. Микрорайон Академгородок находится на 100 м выше, чем микрорайон Удачный (табл. 2).

Таблица 2

Координаты постов наблюдения, их положение над уровнем моря и удаленность от левого берега реки Енисей

Микрорайон	Координаты	Высота над уровнем моря, м	Удаление от реки Енисей, км
Академгородок	55,98657 с.ш., 92,76222 в.д.	255	0,47
Ветлужанка	56,02930 с.ш., 92,76537 в.д.	205	4,82
Овинный	56,04457 с.ш., 92,72616 в.д.	200	7,31
Телевизорный	56,02594 с.ш., 92,79871 в.д.	175	3,80
Удачный	55,97847 с.ш., 92,67719 в.д.	155	0,55

Более чем в 2,5 раза был превышен уровень загрязнения воздушной среды относительно ПДК_{сг} в микрорайонах Ветлужанка, Овинный, Телевизорный. В атмосфере Ветлужанки зафиксирована максимальная для всего Октябрьского района концентрация $PM_{2,5}$, которая составила 944,9 мкг/м³ (табл. 1).

Микрорайоны Ветлужанка, Овинный, Телевизорный расположены ниже, чем Академгородок, но выше, чем микрорайон Удачный (табл. 2). Эти три микрорайона удалены от р. Енисей на 3,8 - 7,3 км. Между рекой и микрорайонами Ветлужанка, Овинный, Телевизорный находится Николаевская сопка высотой около 500 м. Её влияние сказывается на воздухообмене над территорией Октябрьского района при господствующих западных и юго-западных ветрах.

Известно, что в зимний период концентрация загрязняющих веществ в атмосфере города Красноярск достигает наибольших значений [3]. По этой причине для Октябрьского района была выполнена оценка уровней загрязнения воздушной среды взвешенными частицами в разные сезоны календарного года. Результаты представлены в таблицах 3-6. Критерием уровня загрязнения служила величина ПДК_{сс}.

Таблица 3

Средние, максимальные и минимальные концентрации $PM_{2,5}$ в атмосфере различных микрорайонов зимой 2019 года

Микрорайон	Концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³		
	Средние	Минимальная	Максимальная
Академгородок	32,6±0,4	0,4	385,2
Ветлужанка	136,7±9,9	1,1	944,9
Овинный	111,2±6,0	1,0	746,1
Телевизорный	129,1±7,9	0,5	810,0
Удачный	32,5±1,9	0,6	373,2

Таблица 4

Средние, максимальные и минимальные концентрации $PM_{2,5}$ в атмосфере различных микрорайонов весной 2019 году

Микрорайон	Концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³		
	Средние	Минимальная	Максимальная
Академгородок	13,6±0,4	1,0	159,5
Ветлужанка	35,4±2,1	1,0	344,8
Овинный	37,9±2,1	1,0	375,2
Телевизорный	45,8±2,1	1,0	395,0
Удачный	16,2±0,7	1,0	196,7

Таблица 5

Средние, максимальные и минимальные концентрации $PM_{2,5}$ в атмосфере различных микрорайонов летом 2019 года

Микрорайон	Концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³		
	Средние	Минимальная	Максимальная
Академгородок	36,8±0,4	1,0	429,1
Ветлужанка	42,1±2,3	1,0	417,8
Овинный	44,9±2,6	1,0	416,0
Телевизорный	43,7±2,2	1,2	366,2
Удачный	36,2±2,1	1,0	389,9

Таблица 6

Средние, максимальные и минимальные концентрации $PM_{2,5}$ в атмосфере различных микрорайонов осенью 2019 года

Микрорайон	Концентрация $PM_{2,5}$, мкг/м ³		
	Средние	Минимальная	Максимальная
Академгородок	12,8±0,4	1,0	405,2
Ветлужанка	22,6±1,6	1,0	394,6
Овинный	50,4±4,7	1,0	461,3
Телевизорный	46,1±3,9	0,1	521,9
Удачный	13,2±0,5	1,0	114,9

Анализ таблиц показывает, что в микрорайонах Овинный и Телевизорный загрязнение атмосферы наблюдалось во все сезоны года. В микрорайоне Ветлужанка превышение ПДК_{сс} для $PM_{2,5}$ в воздушной среде не наблюдалось только в осенний период. В микрорайонах Академгородок и Удачный загрязнение атмосферы было зафиксировано только летом. Характерно, что в летний период во всех микрорайонах наблюдалось загрязнение взвешенными частицами (табл. 5). Это было обусловлено сохранением длительное время центра высотного циклона над восточными районами Иркутской области и севера Красноярского края, а также смещением дымовых шлейфов от пожаров в южном и юго-западном направлениях. Распространяющийся с северо-восточных районов Сибири дым от лесных пожаров в июле-августе 2019 года часто вовлекался и переносился в юго-западном направлении. Следствием таких

перемещений воздушных масс явилось задымление в г. Красноярске, которое неоднократно в течение июля-августа 2019 года фиксировалось из космоса (рис.1).

Рисунок 1 наглядно демонстрирует, что дым от масштабных лесных пожаров (северо-восток Сибири) переносится в юго-западном направлении, "накрывает" Красноярск и движется в сторону Казахстана. Примечательно, что в пяти микрорайонах в летний период диапазон максимальных концентраций $PM_{2.5}$ был небольшой - $366,2 \div 429,1$ $мкг/м^3$ (табл. 5), по сравнению с разбросом этих показателей зимой - $373,2 \div 944,9$ $мкг/м^3$ (табл. 3).

Рисунок 1. Аэрозольный индекс (данные прибора OMPS Suomi-NPP) 14 июля 2019 года (<https://worldview.earthdata.nasa.gov>). Очаги возгорания обозначены красными точками

Лесные пожары в Сибири 2019 г. являются рекордными по площади возгорания за последние несколько лет. По данным Greenpeace, пожары в Сибири к 5 августа 2019 года достигли рекордных уровней за всю историю наблюдения с 2001 года по площади горения (4 млн га), площади сгоревших лесов (более 13 млн га) (https://www.znak.com/2019-08-05/greenpeace_plochad_lesnyh_pozharov_v_sibiri_prevysila_4 mln_gektarov). Этот факт позволяет считать, что уровень загрязнения атмосферы в летний период 2019 года не является характерным для воздушной среды города Красноярска и, в частности, Октябрьского района.

Заключение

Таким образом, с помощью системы мониторинга воздуха Красноярского научного центра СО РАН (<http://air.krasn.ru>) проведено исследование пространственно-временного распределения концентрации $PM_{2.5}$ в приземном слое атмосферы Октябрьского района. Установлены особенности этого распределения. Во-первых, на величину концентрации $PM_{2.5}$ оказывает влияние незамерзающая река Енисей. Во-вторых, в Октябрьском районе неравномерное загрязнение воздушной среды. В-третьих, на уровень загрязнения атмосферы существенное влияние оказывают дым от лесных пожаров.

1. Zavoruev V.V. Dynamics of $PM_{2.5}$ concentration in the surface layer of the Krasnoyarsk atmosphere in winter (2017-2018) / V.V. Zavoruev, E.N. Zavorueva // Proc. SPIE. - 2018. - №10833. - P. 108338Y-1 - 108338Y-6; doi: 10.1117/12.2505205.
2. 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. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/6/062053>
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2018 году» - Красноярск: Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края КГБУ «ЦРМП и ООС», 2019. - 302 с.