

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК551.510.42; 502.335; 504.054; 504.3.054

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

© 2019 г. Г. М. Черногаева<sup>1,2,\*</sup>, Е. А. Жадановская<sup>1,\*\*</sup>, Ю. А. Малеванов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

\*e-mail: gmchernogaeva@gmail.com

\*\*e-mail: zhadanovskaya@gmail.com

Поступила в редакцию 16.01.2018 г.; после доработки 03.09.2018 г.; принята в печать 30.11.2018 г.

В статье анализируются данные государственной сети наблюдений Росгидромета за загрязнением атмосферного воздуха в городах Московского региона и данные Росстата о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта в г. Москве и Московской области за 10 лет (с 2007 г.), а также данные мониторинга сети Росгидромета за загрязнением почвенного покрова Московской области тяжелыми металлами вдоль федеральных трасс за период 2009–2016 гг. Анализ показал, что, несмотря на закрытие ряда промышленных предприятий и перевод части предприятий из г. Москвы на периферию, качество атмосферного воздуха в Московском регионе практически не изменилось за последние 10 лет. Высокая загруженность трасс федерального значения в Московской области и густота сети автодорог привели к тому, что большая часть территории Московского региона имеет двукратное превышение над фоновыми значениями загрязняющих веществ, прежде всего по тяжелым металлам. В статье также выявляются тренды и пространственная изменчивость качества воздуха в исследуемом регионе.

**Ключевые слова:** рассеивание примесей в атмосфере, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, качество атмосферного воздуха в городах и вдоль федеральных трасс, загрязнение почвенного покрова.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S2587-556620192109-116>

ВВЕДЕНИЕ

Московский регион включает два субъекта: Московскую область и г. Москву.

Московская область — субъект Российской Федерации, расположен в центре Европейской части России. Она занимает территорию площадью 44.3 тыс. км<sup>2</sup> с населением 7.3 млн чел. В Московской области 73 города и 67 поселков городского типа [12].

Крупнейший мегаполис страны, столица РФ — г. Москва с площадью 2.6 тыс. км<sup>2</sup> (увеличившийся с 2012 г. в 2.4 раза) и населением 12.3 млн чел. (на 01.01.2016), является административным центром Московской области (но не входит в ее состав), а также городом федерального значения и субъектом Российской Федерации.

Исследуемый регион расположен в центральной части Восточно-Европейской равнины, главным образом в междуречье рек Волги и Оки. Климат умеренно континентальный. Он формируется под воздействием воздуха умеренных широт

из Атлантики и периодическими вторжениями арктических и тропических воздушных масс. Среднемесячная температура января составляет –5.3°C, июля — +17.7°C [12]. Среднегодовое количество осадков составляет 480–700 мм. Снежный покров сохраняется 135–153 дня, его мощность составляет 30–50 см. Наибольшая глубина промерзания почв — 75 см, в отдельные годы может достигать 150 см [14]. Основные реки — Ока, Москва, Клязьма.

В Московской области большая часть территории занята дерново-подзолистыми почвами, наиболее типичными для лесной зоны Восточно-Европейской равнины, особенно для южной тайги и подзоны смешанных лесов. Среди дерново-подзолистых почв большими и малыми пятнами распространены подзолисто-болотные и болотные почвы. К югу от Оки, в подзоне широколиственных лесов, доминируют серые лесные почвы. Еще южнее, в лесостепной зоне, преобладают черноземы. Вдоль рек то узкими, то

более широкими полосами протягиваются пойменные почвы, нередко заболоченные. В зависимости от материнских пород все почвы (кроме торфяных) могут быть песчаными, супесчаными, суглинистыми или глинистыми [11, 14].

Москва окружена модернизированной в 1996–1998 гг. кольцевой автодорогой, от которой радиально расходятся 13 магистральных автодорог. Длина автодорог с твердым покрытием составляет 30,7 тыс. км. По территории области проходит большая часть федеральных автомагистралей Европейской части РФ.

Важное транспортное значение имеют кольцевые автодороги: Московская (МКАД, проходящая по части внутренней границы области), так называемые первое (малое; на расстоянии около 50 км от центра Москвы) и второе (большое, в 70–90 км) бетонные кольца. Строится скоростная автомагистраль Москва – С.-Петербург.

Московский регион – один из самых крупных промышленных регионов страны. Экономически Московская область тесно связана со столицей. Основные обрабатывающие производства Московской области и г. Москвы (в % по данным 2015 г.) – производство пищевых продуктов (28,7 и 8,2 соответственно), производство кокса и нефтепродуктов, химическое производство, производство резиновых и пластмассовых изделий (17,2 и 54,2), производство машин, транспортных средств и оборудования (13,9 и 9), металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (9,2 и 5,4), производство электрооборудования (6,6 и 6,8) [10]. Главные промышленные центры: Люберцы, Красногорск, Мытищи, Орехово-Зуево, Павловский Посад, Воскресенск, Егорьевск, Коломна, Подольск, Клин, Серпухов, Ногинск, Сергиев Посад, Дмитров.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы по оценке антропогенного влияния на атмосферный воздух в соответствии с законом Российской Федерации “Об охране атмосферного воздуха” проводятся в рамках государственного учета вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников.

Качество воздуха на урбанизированной территории, как правило, зависит от природных и антропогенных факторов. К антропогенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся промышленность, коммунально-бытовое хозяйство и транспорт. Основными промышленными источниками выбросов загрязняющих веществ являются стационарные источники предприятий теплоэнергетики, металлургии, химической промышленности и производства строительных материалов. Из всех видов транспорта зна-

чительный объем загрязняющих веществ приходится на автотранспорт.

В течение года могут складываться благоприятные условия для рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: ветровое рассеивание и вымывание с атмосферными осадками, способствующие уменьшению концентрации примесей в атмосфере. К неблагоприятным метеорологическим условиям рассеивания примесей относят приземные и приподнятые инверсии и застой воздуха, которые способствуют накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

Климатические условия Московской области, включая Москву, характеризуются умеренным потенциалом загрязнения атмосферы и часто препятствуют самоочищению воздушного бассейна. Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения воздуха оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК<sup>1</sup> [1].

Сеть мониторинга загрязнения атмосферы Росгидромета в Московской области охватывает г. Москву, 9 городов области и заповедник. Наблюдения за качеством атмосферного воздуха проводятся на 37 станциях регулярно: на 17 станциях в Москве, Подольске и Клину – по 3, Воскресенске, Коломне, Мытищах, Серпухове, Щелково и Электростали – по 2, в Дзержинском – 1, в Приокско-Террасном биосферном заповеднике – 1. Дополнительно проводятся эпизодические наблюдения Центром гигиены и эпидемиологии г. Москвы.

Наблюдения за качеством атмосферного воздуха в Москве проводятся на 16 стационарных и 1 маршрутной станциях ФГБУ “Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС)”, расположенных во всех административных округах города, кроме Зеленоградского, Новомосковского и Троицкого.

Станции подразделяются на “городские фоновые” в жилых районах (6 станций), “промышленные” в зоне влияния промышленных предприятий (6 станций) и “авто” вблизи крупных автомагистралей или в районах с интенсивным движением транспорта (4 станции). Это разбиение является условным, так как промышленность близко соседствует с жилой застройкой, что не позволяет сделать четкого деления районов.

<sup>1</sup> ПДК – предельно допустимая концентрация примесей для населенных мест, установленная Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации на основании Постановления об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 “Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений”.

Качество атмосферного воздуха в городах определяется по балльному показателю загрязнения атмосферы ИЗА, который является комплексным индексом, учитывающим несколько приоритетных примесей. Он характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха считается низким при ИЗА от 0 до 5, повышенным при ИЗА от 5 до 7, высоким при ИЗА от 7 до 14 и очень высоким при ИЗА  $\geq 14$ .

В результате систематического сухого и влажного осаждения загрязняющих веществ из атмосферы, отложений бытовых и промышленных отходов, их ветрового переноса и вывоза отходов, вокруг городов за многолетний период формируются зоны хронического загрязнения. Они охватывают саму городскую застройку, пригородные территории, и занимают площадь, в несколько раз превышающую территорию города. Каждый город, в силу своего техногенного воздействия, влияет на окружающую среду, вызывает аномальное разрушение естественного фона. Существующая вокруг любого города кайма запылений, отличающая сферу городского влияния от фоновых условий, объективно отражает скрытое влияние города на окружающую среду. Подобный же эффект дают автомобильные и железные дороги с интенсивным движением [8, 9].

Роль дорог в загрязнении территорий оценивается двумя способами: расчетом по их протяженности с учетом ширины загрязняемой полосы и в зависимости от плотности дорожной сети. Расхождения полученных величин находятся в пределах 10%.

По расчетам [15], около 60% территории Московской области хронически загрязнены токсикантами промышленного происхождения (рис. 1).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные источники загрязнения атмосферы в Московском регионе: тепловые электростанции, бытовые котельные, предприятия нефтепереработки, нефтехимии и химии, автомобилестроения, металлургии, машиностроения, стройиндустрии, электротехники, а также автомобильный, железнодорожный и речной транспорт.

По данным [4, 7], за последние 10 лет выбросы загрязняющих веществ уменьшились по г. Москве и увеличились по Московской области (рис. 2), что связано с изменением качества бензина, количества иномарок в автопарке Московского региона, а также с выводом большого количества предприятий из г. Москвы в Московскую область.

По данным наблюдений в 2015 и 2016 гг. степень загрязнения атмосферного воздуха в городах Московского региона оценивается по комплексному индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) как повышенная в Москве и низкая в остальных 9 городах региона, где проводится мониторинг. Качество воздуха в Приокско-Террасном биосферном заповеднике можно считать фоновым уровнем для Московского региона [6].

Средние за 2016 г. концентрации вредных веществ выше 1 ПДК были определены в городах: Москва, Воскресенск, Дзержинский, Подольск, Серпухов. Основной вклад в загрязнение воздуха в Москве внесли концентрации диоксида азота и аммиака [13].

За пятилетний период 2012–2016 гг. отмечается рост концентраций диоксида азота – в Дзержинском; формальдегида – в Подольске и Серпухове; фторида водорода – в Воскресенске; бензола – в Москве, Дзержинском и Подольске; хлорида водорода – в Москве. За десятилетний период 2007–2016 гг. во всех городах отмечается тенденция снижения содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе, причем за 2012–2016 гг. во всех городах концентрации бенз(а)пирена снизились в среднем на 77%. Также за пятилетний период (2012–2016) концентрации формальдегида в большинстве городов имеют тенденцию к снижению, исключая Подольск и Серпухов.

Снижение степени загрязнения воздуха в 2016 г. в большинстве городов связано со снижением содержания бенз(а)пирена и изменением санитарно-гигиенических нормативов [6].

По условно выделенным “жилым”, “промышленным” и “автомагистральным” постам был рассчитан уровень загрязнения атмосферного воздуха для соответствующих зон. Полученные данные показывают, что степень загрязнения воздуха вблизи автомагистралей повышенная, в жилых районах города и вблизи промышленных зон – низкая.

За период 2007–2016 гг. в городах Московского региона не было зарегистрировано ни одного случая экстремально высокого загрязнения воздуха вредными примесями, но наблюдались единичные случаи высокого загрязнения в 2014 г.

В связи с несовершенными системами очистки выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий, ежегодным ростом количества личного автотранспорта и экономически выгодными автомобильными грузоперевозками, на которые приходится более 80% общего количества перевозимых грузов по стране, тяжелые металлы (ТМ) попадают не только в атмосферный воздух, но и в почву. ТМ относят к одним из самых опасных загрязнителей окружающей

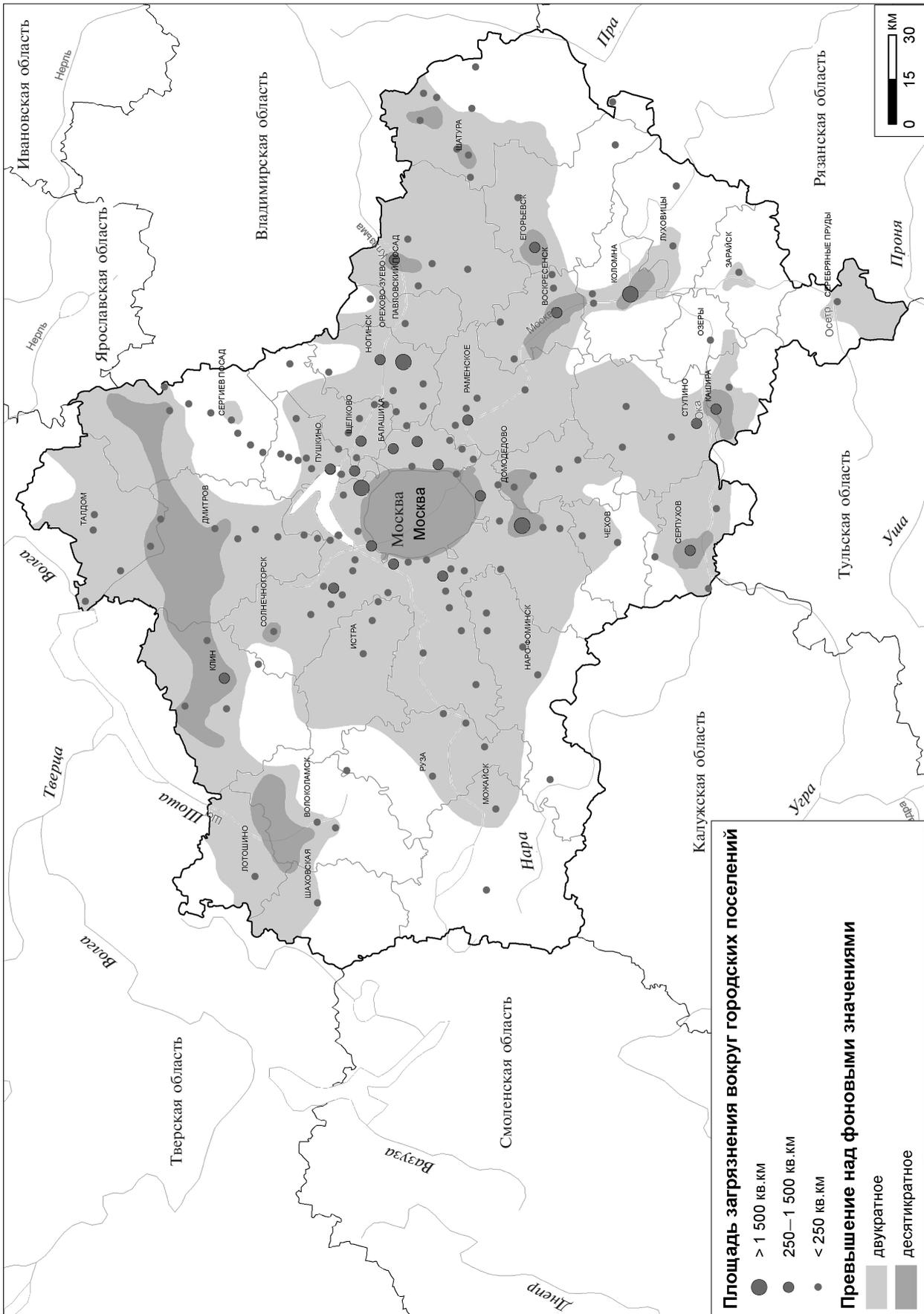
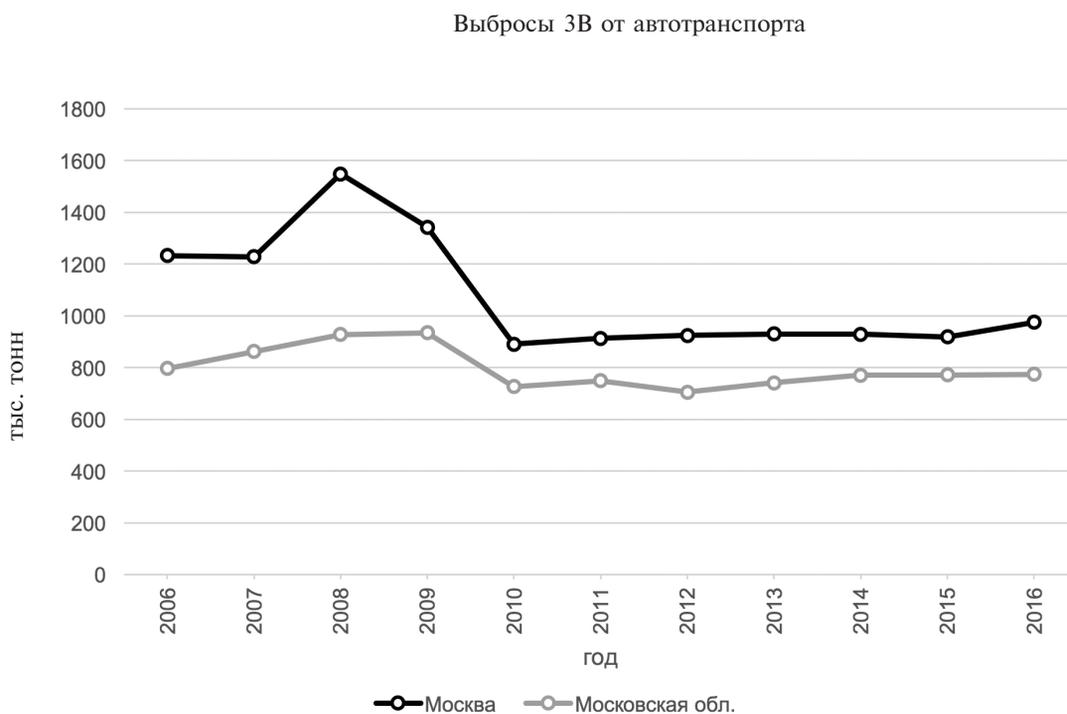
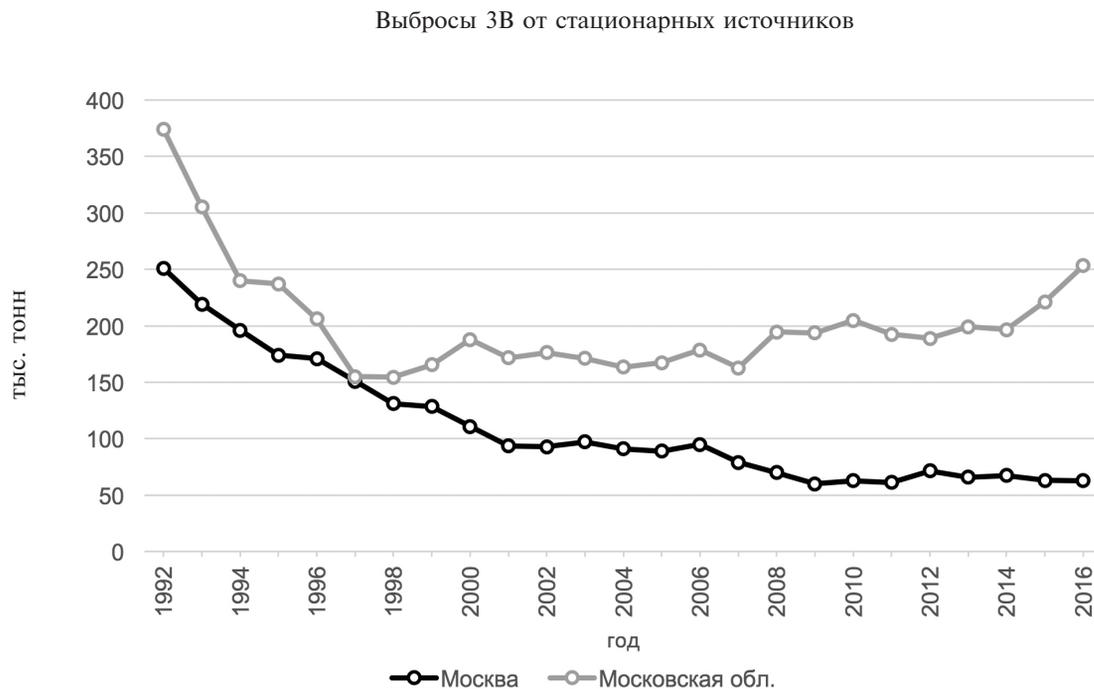


Рис. 1. Зоны хронического загрязнения почв Московской области токсикантами промышленного происхождения.



**Рис. 2.** Динамика выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников и автотранспорта в атмосферный воздух Московского региона.

**Таблица 1.** Фоновое загрязнение почв ТМ вдоль федеральных трасс Московской области по данным наблюдений ФГБУ “Центральное УГМС”

Маршрут вдоль шоссе: направление, общая протяженность (км), год отбора проб	Массовые доли кислоторастворимых форм ТМ, мг/кг								
	Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe
<b>Шоссе А-102:</b> на ЮВ от МКАД до г. Бронницы, на СЗ вдоль Новорязанского шоссе; 130; 2016	11	22	0.8	9	6	9	20	250	6500
<b>Горьковское:</b> на В от МКАД; 65; 2015	9.5	21	0.6	8	3	7	20	200	6000
<b>Ленинградское:</b> на СЗ от г. Москвы; 90; 2014	6.5	30	0.5	11	5	9	25	400	7000
<b>Ярославское:</b> на С от пос. Голыгино до г. Краснозаводска, на ЮВ вдоль малого бетонного шоссе; 72.5; 2013	14	26	0.3	14	10	11	40	600	8000
<b>Симферопольское:</b> от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0.3	14	10	10	40	600	8000
<b>Горьковское:</b> на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0.7	10	10	14	40	300	5000
<b>Шоссе Р-106:</b> от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0.3	10	9	13	25	300	5000
<b>Киевское:</b> от г. Москвы; 60; 2009	8	40	0.5	11	8	16	30	400	10000
ПДК <sub>вал</sub>	32	—	—	—	20	50	—	1500	20860
ОДК <sub>вал</sub>	130	220	2	132	—	—	—	—	—

**Таблица 2.** Фоновое валовое содержание ТМ в почвах Московской области, мг/кг

ТМ	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	Mn
Диапазон	3–178	10–269	4–67	4–72	6–144	78–2682
Среднее	35±1.2	73±1.8	24±0.6	24±0.6	58±1.4	943±20

среды, а загрязненная почва вокруг городов и вдоль федеральных трасс представляет опасность не только с точки зрения поступления в организм токсичных веществ с продуктами питания, но и является источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха.

ФГБУ “Центральное УГМС” проводит регулярные наблюдения за загрязнением почвенного покрова Московской области по 9 ТМ. Для установления фоновых значений массовых долей ТМ вдоль федеральных трасс Московской области ежегодно отбирается объединенная проба почвы на участке, удаленном от основного источника загрязнения [5]. Валовые значения ПДК и ОДК<sup>2</sup> для почв в табл. 1 даны с учетом фона (кларка). Среднее значение рН<sub>KCl</sub> отобранных проб почв было больше 5.5.

Результаты мониторинга сети Росгидромета за загрязнением почв тяжелыми металлами в Московской области показали, что за период 2009–2016 гг. массовые доли большинства наблюдаемых ТМ в исследуемых почвах не превышали установленных ПДК и ОДК. По

отдельным ТМ было отмечено незначительное превышение фоновых значений, прежде всего по свинцу.

Исследования фонового уровня и содержания некоторых ТМ в почвенном покрове по всей территории Московской области проводились также Московским государственным областным университетом (МГОУ) [2, 3]. Почвенные образцы отбирались в основном в естественных ландшафтах на расстоянии не ближе 400 м от населенных пунктов, промышленных объектов и дорог. Анализ средних значений валового содержания ТМ в почвах для всей области показал, что за полвека содержание ТМ в почвах Московской области возросло в среднем на 10–50%, т.е. произошло загрязнение ими почвенного покрова, особенно сильное – в 3.5 раза – свинцом (табл. 2). Причем наиболее загрязнены районы, непосредственно примыкающие к территории г. Москвы.

Сравнение данных табл. 1 и 2 свидетельствует о том, что значения фоновых концентраций металлов в почвах, отобранных в последние годы ФГБУ “Центральное УГМС”, входят в диапазон значений, полученных МГОУ. Эта разница обусловлена различием методик отбора проб, частоты отбора и методов лабораторных анализов.

<sup>2</sup> ОДК – ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в почве, установленные Федеральным центром гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора (ГН 2.1.7.2511-09).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на вывод с территории г. Москвы ряда промышленных предприятий (или их ликвидацию) качество атмосферного воздуха в городе и на большей части Московской области остается неудовлетворительным. Если для г. Москвы основным источником загрязнения являются жилищно-коммунальные хозяйства и транспорт, то для области, кроме этого, огромную роль играют промышленные предприятия с недостаточной очисткой выбросов загрязняющих веществ.

Московская область покрыта сетью федеральных трасс, на которых круглосуточно идет оживленное движение автотранспорта, что, безусловно, оказывает негативное влияние на качество атмосферного воздуха, почвенного покрова и водо-дренажных систем вдоль трасс.

Необходимо отметить, что антитезой природоохранным мероприятиям не только в рассматриваемом регионе, но и во всей России, является борьба с загрязнением атмосферного воздуха посредством ослабления норм на такие чрезвычайно токсические вещества, как формальдегид и фенол.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках темы № 0148-2018-0006 (0148-2014-0005) ГЗ “Решение фундаментальных проблем анализа и прогноза состояния климатической системы Земли” (рег. № 012001352499).

## FUNDING

The work was carried out within the framework of the theme no. 0148-2018-0006 (0148-2014-0005) “Solving fundamental problems of analysis and prediction of the Earth’s climatic system state” (Reg. no. 012001352499).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Ивлева Т.П., Смирнова И.В., Воробьева И.А.* Качество воздуха в крупнейших городах России за 10 лет 1998–2007 гг. Аналитический обзор. СПб.: ГУ “ГГО”, Росгидромет, 2009. 133 с.
2. *Волгин Д.А.* Фоновый уровень и содержание тяжелых металлов в почвенном покрове Московской области // Вестн. МГОУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 3. С. 90–96.
3. *Волгин А.В., Волгин Д.А.* Содержание тяжелых металлов-загрязнителей в антропогенных слабонарушенных почвах Московской области // Вестн. МГОУ. Сер. Естественные науки. 2013. № 4. С. 32–40.

4. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России). СПб.: НИИ “Атмосфера”, 1998–2013.
5. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения. Ежегодник / отв. ред. Л.В. Сатаева. Обнинск: ФГБУ “НПО “Тайфун”, 2006–2017.
6. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. Ежегодное издание / отв. ред. Г.М. Черногаева. М.: Росгидромет, 2016–2017.
7. Обобщенные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автотранспорта и железнодорожного транспорта) в разрезе городов, субъектов, федеральных округов Российской Федерации // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. 2015–2017. Дата обновления: 02.05.2017. URL. <http://rpn.gov.ru/opendata/7703381225-transport> (Дата обращения: 10.12.2017).
8. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли в регионах России. Гидрографический аспект: Справочные данные. СПб.: Недра, 2004. 106 с.
9. *Прокачева В.Г., Усачев В.Ф., ЧмUTOва Н.П.* Зоны хронического загрязнения вокруг городских поселений и вдоль дорог по республикам, краям и областям Российской Федерации: Справочник. СПб.: ФГБУ “ГГИ”, 1992. 188 с.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели: Статистический сборник / пред. ред. коллегии С.Н. Егоренко. М.: Росстат, 2016. 1326 с.
11. Российская Федерация: Центральная Россия / отв. ред. Г.М. Лаппо. М.: Мысль, 1970. 907 с.
12. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. / пред. ред. коллегии А.Е. Суринов. М.: Росстат, 2016. 725 с.
13. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2016 год. СПб.: ФГБУ “ГГО”, Росгидромет, 2017. 255 с.
14. *Тишков А.А., Горлов В.Н., Кренке Н.А., Янишевский Б.Е., Прокинова А.Н., Павлинов П.С.* Московская область // Большая российская энциклопедия. Т. 21. М.: БРЭ, 2012. С. 247–266.
15. *Черногаева Г.М., Зеленов А.С.* Комплексная оценка состояния окружающей среды Московского региона и его природных объектов // Геоэкологические проблемы Новой Москвы / отв. ред. А.В. Кошкарев, Э.Л. Лихачёва, А.А. Тишков. М.: Медиа-Пресс, 2013. С. 33–38.

## REFERENCES

1. Bezuglaya E.Yu., Zavadskaya E.K., Ivleva T.P., Smirnova I.V., Vorobieva I.A. *Kachestvo vozdukh v krupneishykh gorodakh Rossii za 10 let 1998–2007* [Air Quality in the Largest Cities of Russia in 10 Years 1998–2007]. St. Petersburg: GU GGO, Rosgidromet, 2009. 133 p.

2. Volgin D.A. Background level and heavy metals content in a soil cover of the Moscow area. *Vestn. MGOU, Ser. Estestv. Nauki*, 2011, no. 3, pp. 90–96. (In Russ.).
3. Volgin A.V., Volgin D.A. The content of heavy metal pollutants in anthropogenic, weakly disturbed soils of the Moscow region. *Vestn. MGOU, Ser. Estestv. Nauki*, 2013, no. 4, pp. 32–40. (In Russ.).
4. *Yezhegodnik vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfere gorodov i regionov Rossiiskoi Federatsii (Rossii)* [Yearbook of Pollutant Emissions into the Atmosphere of Cities and Regions of the Russian Federation (Russia)]. St. Petersburg: NII Atmosfera, 1998–2013.
5. *Zagryaznenie pochv Rossiiskoi Federatsii toksikantami promyshlennogo proiskhozhdeniya. Yezhegodnik* [Soil Contamination in the Russian Federation by Toxicants of Industrial Origin, Yearbook], Sataeva L.V., Ed. Obninsk: FGBU “NPO “Taifun”, 2006–2017.
6. *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii. Yezhegodnik* [Review of the Environmental State and Pollution in the Russian Federation, Yearbook], Chernogaeva G.M., Ed. Moscow: Rosgidromet, 2016–2017.
7. Generalized Data on the Pollutant Emission in to the Air from Mobile Sources (Vehicles and Railways) in the Context of Cities, Subjects, Federal Districts of the Russian Federation. The Federal Service for Supervision in the Sphere of Nature Management. 2015–2017. Updated: 02.05.2017. Available at: <http://rpn.gov.ru/opendata/7703381225-transport> (accessed 10.12.2017). (In Russ.).
8. Prokacheva V.G., Usachev V.F. *Zagryaznennyye zemli v regionakh Rossii. Gidrograficheskii aspekt: spravochnyye dannyye* [Contaminated Lands in the Regions of Russia. Hydrographic Aspect: Reference Book]. St. Petersburg: Nedra Publ., 2004. 106 p.
9. Prokacheva V.G., Usachev V.F., Chmutova N.P. *Zony khronicheskogo zagryazneniya vokrug gorodskikh poselenii i vdol' dorog po respublikam, krayam i oblastyam Rossiiskoi Federatsii* [Zones of Chronic Pollution around Urban Territories and Along Roads in Regions of the Russian Federation]. St. Petersburg: FGBU “HHI”, 1992. 188 p.
10. *Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli* [Regions of Russia. Socio-Economic Indicators], Egorenko S.N., Ed. Moscow: Rosstat, 2016. 1326 p.
11. *Rossiiskaya Federatsiya: Tsentralnaya Rossiya* [Russian Federation: Central Russia], Lappo G.M., Ed. Moscow: Mysl Publ., 1970. 907 p.
12. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik* [Russian Statistical Yearbook], Surinov A.E., Ed. Moscow: Rosstat, 2016. 725 p.
13. *Sostoyanie zagryazneniya atmosfery v gorodakh na territorii Rossii za 2016 god* [The State of Atmospheric Pollution in Cities of Russia in 2016]. St. Petersburg: FGBU “GGO”, Rosgidromet, 2017. 255 p.
14. Tishkov A.A., Gorlov V.N., Krenko N.A., Yanishevsky B.E., Prokinova A.N., Pavlinov P.S. Moscow Region, In *Bolshaya rossiiskaya entsiklopediya* [The Great Russian Encyclopedia]. Moscow: GRE Publ., 2012, vol. 21, pp. 247–266. (In Russ.).
15. Chernogaeva G.M., Zelenov A.S. Integrated assessment of the environmental state in the Moscow region and its natural sites. In *Geoekologicheskie problemy Novoi Moskvy* [Geo-Ecological Problems of the New Moscow], Koshkarev A.V., Likhacheva E.L., Tishkov A.A., Eds. Moscow: Media-Press Publ., 2013, pp. 33–38. (In Russ.).

## Pollution Sources and Air Quality in the Moscow Region

G. M. Chernogaeva<sup>1,2,\*</sup>, E. A. Zhadanovskaya<sup>1,\*\*</sup>, and Yu. A. Malevanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

\**e-mail: gmchernogaeva@gmail.com*

\*\**e-mail: zhadanovskaya@gmail.com*

Received January 16, 2018; revised September 03, 2018; accepted November 30, 2018

The paper analyzes the data from Roshydromet air pollution monitoring network in cities of the Moscow region, as well as the official Rosstat data on air pollution emissions from stationary sources and vehicles in Moscow and Moscow region over a 10-year period (since 2007), along with data from Roshydromet soil contamination monitoring network by heavy metals along federal routes in Moscow region for the period 2009–2016. Analysis showed that despite the closure of some industrial plants or moving some of them from Moscow to the Moscow region, the air quality in Moscow remained virtually unchanged for the last 10 years. The high traffic load and the density of the road network have led to the fact that most of the Moscow region has a double excess over the background values of pollutants, especially by heavy metals. The paper also presents trends and spatial variability of air quality in the region under study.

**Keywords:** dispersion of pollutants in the atmosphere, air pollutant emissions, air quality in cities and along federal highways, soil contamination.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S2587-556620192109-116>