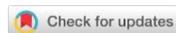


УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2021-109-129-164



Ссылки для цитирования:

Борисочкина Т.И., Когут Б.М., Хаматнуров Ш.А. Эколого-геохимическое состояние почв и грунтов зеленых насаждений Москвы (аналитический обзор) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. Вып. 109. С. 129-164. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-109-129-164

Cite this article as:

Borisochkina T.I., Kogut B.M., Khamatnurov Sh.A., Ecological and geochemical state of soils and grounds of Moscow green spaces (analytical review), Dokuchaev Soil Bulletin, 2021, V. 109, pp. 129-164, DOI: 10.19047/0136-1694-2021-109-129-164

Эколого-геохимическое состояние почв и грунтов зеленых насаждений Москвы (аналитический обзор)

© 2021 г. Т. И. Борисочкина, Б. М. Когут, Ш. А. Хаматнуров *

*ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,*

* <https://orcid.org/0000-0001-6123-4407>, e-mail: Lab.esoil@yandex.ru.

*Поступила в редакцию 23.08.2021, после доработки 19.10.2021,
принята к публикации 16.12.2021*

Резюме: Дана оценка загрязнения почв и грунтов зеленых насаждений Москвы тяжелыми металлами и противогололедными реагентами. Анализ литературных источников свидетельствует о произошедшем за последние годы снижении суммарного показателя загрязнения почв и грунтов зеленых насаждений города. Уменьшение суммарного показателя загрязнения обусловлено сокращением выбросов промышленных предприятий и проведением рекультивационных работ с заменой верхних слоев грунта. При этом зафиксирован рост содержания свинца в компонентах городских ландшафтов, обусловленный возросшей интенсивностью движения автотранспорта. Выявлена недостаточная озелененность районов центральной части мегаполиса, которая ниже нормы, рекомендованной ВОЗ, составляющей 50 м² древесных насаждений на человека. Описаны процессы засоления почв и угнетения городской растительности, вызванные применением антигололедных

реагентов. Приведены литературные данные по антропогенной трансформации физико-химических свойств почв и форм нахождения тяжелых металлов в почвах. Указано на перспективность изучения этих вопросов для решения эколого-гигиенических задач мегаполиса. С учетом генезиса и эколого-геохимического состояния почвы зеленых насаждений Москвы предложено разделить на три группы: 1) почвы на насыпных грунтах сконструированных ландшафтов, 2) трансформированные почвы со следами прошлого антропогенного воздействия (постагрогенные почвы, почвы постселитебных территорий), 3) почвы на территориях парков, лесопарков и лесных массивов, слабо затронутые антропогенным воздействием и сохранившие свойства природных зональных почв.

Ключевые слова: зеленые насаждения Москвы, антропогенная трансформация, загрязнение почв, тяжелые металлы.

Ecological and geochemical state of soils and grounds of Moscow green spaces (analytical review)

© 2021 T. I. Borisochkina, B. M. Kogut, Sh. A. Khamaturov*

*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0001-6123-4407>, e-mail: Lab.esoil@yandex.ru.

Received 23.08.2021, Revised 19.10.2021, Accepted 16.12.2021

Abstract: The paper assesses the pollution of soils and grounds of green spaces in Moscow with heavy metals and de-icing agents. The analysis of literature sources indicates a decrease in integral pollution index of soils and grounds of green spaces in the city in recent years. The decrease in the integral pollution index is determined by the reduction of emissions from industrial enterprises and by the land reclamation with the replacement of the upper soil layer. At the same time, an observed increase in the lead concentrations in urban landscapes was caused by intensive automobile traffic. The lack of green territories was noted in central part of the metropolis, which is below the norm recommended by WHO (50 m² of tree plantations per person). The processes of soil salinization and suppression of urban vegetation caused by the use of de-icing reagents are described. The literature data on the anthropogenic transformation of physical and chemical properties of soils and forms of heavy metal compounds in soils are presented. It is indicated that the study of these issues is promising for solving ecological-hygienic problems of the megalopolis. Soils of green spaces in Moscow are proposed to be divided

into three groups, taking into account the genesis, ecological and geochemical state: 1) soils on artificial bulk ground of designed landscapes, 2) transformed soils with traces of past anthropogenic impact (postagrogenic soils, soils of post-settlement territories, 3) soils on the territories of parks, forest parks and forests, slightly affected by human activities and retaining the properties of natural zonal soils.

Keywords: Moscow green spaces, anthropogenic transformation, soil pollution, heavy metals.

ВВЕДЕНИЕ

Ландшафты Москвы систематически претерпевают различные антропогенные воздействия, характер которых зависит от огромного количества факторов. В урбанизированных ландшафтах одним из главных показателей экологической сбалансированности проявлений техногенеза и природной составляющей являются зеленые насаждения, играющие важнейшую роль в формировании благоприятных условий жизни городского населения ([Горохов, 2005](#)). Почва (как один из компонентов городского ландшафта) определяет развитие и физиологическое состояние зеленых насаждений и, следовательно, принимает участие в формировании качества жизни города. При этом необходимо отметить, что почва может являться вторичным источником загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха и опосредованно оказывать влияние на здоровье населения. Растения невозможно рассматривать в отрыве от почвы, которая в условиях города подвергается повышенному антропогенному воздействию. Деградация почвенного покрова под влиянием антропогенного воздействия в условиях мегаполисов приводит к резкому снижению устойчивости зеленых насаждений, ослабляет их санитарно-гигиенические функции ([Дабахов, Чеснокова, 2010](#)).

Мониторинговые исследования почв урбанизированных ландшафтов, как правило, проводятся с учетом типа использования городской территории и, соответственно, функциональных зон города (промышленной, транспортной, селитебной, рекреационной), что способствует систематизации эколого-геохимической информации и создает основу для разработки экспертных оценок последствий техногенеза. В городе 94–95% всех выбросов при-

вносится автомобильным транспортом. Резкое увеличение парка автомобилей усиливает антропогенную нагрузку на почвы и зеленые насаждения территорий, прилегающих к транспортным артериям, а также на территорию города в целом ([Касимов и др., 2016](#); [Кошелева и др., 2018](#); [Капустина, Кошелева, 2019](#); [Николаева и др., 2019](#); [Кошелева и др., 2020](#); [Якубов, 2020](#)).

Произошедшее летом 2012 г. присоединение к Москве дополнительных территорий, получивших название Новой Москвы, привело к увеличению площади города с 1 070 до 2 550 км², что соответственно привело к увеличению площадей, занятых зелеными насаждениями ([Геоэкологические проблемы..., 2013](#)). Учитывая значение зеленых массивов для жизнедеятельности гигантского мегаполиса, каким является Москва, в статье была предпринята попытка провести *выборочный анализ* эколого-геохимического состояния почв и грунтов зеленых насаждений столицы и дать оценку их загрязненности химическими элементами. Информация о состоянии почв и грунтов зеленых насаждений Москвы может быть использована при разработке природоохранных программ, направленных на оздоровление природной среды мегаполиса.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Системный мониторинг экологического состояния городских почв Москвы осуществляется с 1976 г. Многолетние мониторинговые исследования города показали, что загрязненность почв тяжелыми металлами в последние годы снизилась. Уменьшение уровня загрязнения почв произошло в основном за счет значительного снижения выбросов предприятий. Последнее было обусловлено как спадом производства, так и ликвидацией многих промышленных производств. Уменьшение уровня загрязнения почв на территории скверов и бульваров связано с работой по созданию новых и замене старых газонов с использованием чистых незагрязненных грунтов (табл. 1). Параллельно с этим выявлено увеличение загрязнения почв города свинцом, которое коррелировало с резко возросшей интенсивностью движения автотранспорта на территории города ([Ачкасов и др., 2013](#); [Ачкасов и др., 2016](#)).

Таблица 1. Изменение суммарного показателя загрязнения почв зеленых насаждений Москвы за 20 лет

Table 1. Changes in the total soil pollution index of green spaces in Moscow for 20 years

Функциональные зоны	Суммарный показатель загрязнения (Z_c)		
	1986 г.	1993 г.	2006 г.
Парки культуры и отдыха	44	24	28
Природные, национальные и дендрологические парки	30	26	13
Лесопарки	34	33	12

Одним из основных загрязнителей почв города является серебро. Содержание серебра в почвах Москвы колеблется от 0.01 до 15 мг/кг (среднее содержание элемента – 0.06) при фоновом уровне 0.06 мг/кг. Серебро – типичный техногенный элемент, являющийся индикатором урбанизированности территории. Серебро поступает в окружающую среду при сжигании угля, мазута, с выбросами автотранспорта. Контурные аномалии серебра на карте Москвы в значительной степени коррелируют с ареалами распространения суммарного показателя загрязнения ([Ачкасов и др., 2016](#)).

Анализ распределения тяжелых металлов и металлоидов за 10-летний период в почвах административных округов Москвы (проведенный на Географическом факультете МГУ по данным наблюдений Мосэкомониторинга за 2007–2016 гг.) показал, что превышения нормативов содержаний поллютантов в городских почвах стали фиксироваться значительно реже. В промышленной функциональной зоне частота превышения нормативов уменьшилась до 80%, в транспортной – до 67%, в рекреационной зоне снизилась до 74%. Наиболее чистые рекреационные территории выявлены в СЗАО и ЗАО, наиболее загрязненные – в ЦАО, САО и ВАО ([Кошелева, Цыхман, 2018](#)).

ГПБУ Мосэкомониторинг проводит с 2002 г. ежегодное обследование почв на площадках постоянного наблюдения и осуществляет анализ содержаний Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Hg, As в почвах.

По материалам, опубликованным Мосэкомониторингом, средние валовые содержания Cu, Zn, Pb и Cd на обследованных участках в почвах тяжелого гранулометрического состава за период с 2015 по 2019 гг. снизились в 1.7 раза ([Доклад..., 2020](#); [Ерофеева, Аникина, 2021](#)). В почвах природных и озелененных территорий отмечено минимальное превышение норматива по содержанию свинца (не более 21%) по сравнению с другими функциональными зонами города ([Доклад..., 2020](#)). Следует отметить, что при ежегодном обследовании городских почв, проводимых Мосэкомониторингом, не определяются и не учитываются при экспертной оценке экологического состояния почв Москвы такие опасные элементы как Sb, Mo, W, Cr, Bi ([Кошелева, Цыхман, 2018](#)).

Общая площадь озелененной части старой Москвы – 450 км² ([Николаевский, Якубов, 2008](#); [Якубов, 2020](#)). С присоединением в 2012 г. Новой Москвы озелененная территория города увеличилась на 750 км² ([Якубов, 2020](#)). Наиболее озелененными территориями старого города являются периферийные районы западных и восточных секторов. Это обусловлено существующими здесь природными лесными массивами. Наименее обеспеченным является Центральный сектор ([Бурдакова, 1992](#)). В пределах Садового кольца за последние 20 лет из-за проводимой точечной застройки удельный показатель озелененности снизился: в 1999 г. он составлял 5.2 м² на человека, в 2018 г. стал 1.4 м². Существующая в настоящее время озелененность территории Москвы в пределах Кольцевой автодороги значительно ниже оптимальной, необходимой для средозащитных, санитарно-гигиенических и рекреационных целей. В новых границах города на одного жителя приходится в среднем порядка 90 м² зеленых насаждений ([Якубов, 2020](#)). По рекомендации ВОЗ на каждого горожанина должно приходиться 50 м² зеленых насаждений ([Бурдакова, 1992](#)).

Зеленые насаждения города произрастают как на насыпных грунтах, так и на нативных почвах. Любая хозяйственная деятельность оставляет тот или иной след в природных почвах, при этом могут происходить трансформационные процессы в поверхностных почвенных горизонтах, а также изменения, затрагивающие весь почвенный профиль ([Прокофьева, Попутников, 2010](#)).

Нативные почвы сохранились главным образом на территории парков и лесопарков города и представлены преимущественно дерново-подзолистыми, дерново-глеевыми и перегнойно-глеевыми почвами. Помимо нативных почв на территории парков в ряде случаев находятся их трансформированные аналоги: постагропочвы бывших пашен. Изменение геохимического фона обусловлено как современной антропогенной нагрузкой, так и прошлой антропогенной деятельностью ([Прокофьева, Попутников, 2010](#); [Горохова и др., 2014](#)). Площади парков и лесопарков, занятые преобразованными почвами, часто больше площадей, занятых естественными аналогами ([Мартыненко и др., 2008](#); [Прокофьева, Попутников, 2010](#)).

Бульварное кольцо (центральный сектор мегаполиса) возникло на месте стен и рвов Белого города. В XVIII в. стена утратила свое оборонительное значение, была разобрана, и территория выровнена. Насыпной характер грунтов бульваров определил значительное их отличие от свойств природных почв ([Состояние зеленых насаждений в Москве, 2001](#)). Почвы и зеленые насаждения Бульварного кольца (БК) выполняют важную экологогигиеническую роль. Площадь БК 18.9 га. Расположение БК в центре города, возросший в десятки раз поток автотранспорта (более 1 500 маш./час.), повышенное использование противогололедных реагентов – все это явилось причиной высокого уровня загрязнения среды и повышенной антропогенной нагрузки. В составе выпадающей пыли содержится много металлов (Pb, Cd, Ti, Zn и др.). Общая загрязненность почвы металлами на бульварах высокая. Главными загрязнителями являются Ag (выше фона в 17–110 раз), Pb (выше фона в 6–48 раз) и Zn (выше фона в 3–15 раз). Для зеленых насаждений БК опасны процессы засоления почв ([Якубов, 2006](#)).

Засоление почв города хлористым натрием объясняется использованием противогололедных реагентов и составом противогололедной смеси. При этом зафиксирован сдвиг максимума засоления в более глубокие слои почв, что объясняется перемещением солей с выпадающими атмосферными осадками, чему способствует промывной тип водного режима ([Черноусенко и др., 1999](#); [Черноусенко и др., 2000](#); [Кулакова, Шабанова, 2019](#)). Наиболее рас-

пространенный антигололедный реагент NaCl вызывает засоление почв и угнетение городской растительности ([Никифорова и др., 2014](#); [Власов, 2015](#)). Ион Cl^- – в талых снеговых водах может способствовать вымыванию хлоридов ТМ, адсорбированных почвенными частицами. При постоянных высоких поступлениях реагентов (особенно в засушливые годы) возможны процессы накопления солевых компонентов, затрагивающие почвенный профиль ([Никифорова и др., 2017](#); [Кулакова, Шабанова, 2019](#)). Максимум содержания солей приходится на раннюю весну, минимум на сентябрь–октябрь. К осени соли перемещаются в более глубокие слои. Концентрация солей в почвенном растворе может достигать высоких значений и соответствовать по абсолютной величине осмотическому давлению более 15 атмосфер, при котором почвенная влага недоступна или труднодоступна многим видам растений ([Azovtseva, Smagin, 2018](#)). Внесение противогололедных смесей приводит не только к засолению почв, но в ряде случаев является причиной формирования солонцеватости, о чем свидетельствует наличие натрия в почвенно-поглощающем комплексе ([Никифорова и др., 2017](#); [Azovtseva, Smagin, 2018](#)). Пределом для нормального роста развития растений и кустарников считается 0.4–0.6% сухого остатка водной вытяжки. Почва под здоровыми деревьями содержит менее 2.5% обменного натрия, а деревья, растущие на почве с содержанием выше 5% натрия, как правило, сильно ослабленные и усыхающие ([Самаев, 2004](#)). Совместное действие тяжелых металлов и солей существенно ухудшает условия жизни деревьев в городе ([Черноусенко и др., 2000](#)).

Обедненность городской древесной растительности группой биофильных элементов при одновременном обогащении элементами-загрязнителями городской среды приводит к изменению в растениях природных соотношений химических элементов. В зонах высокой техногенной нагрузки зафиксировано нарушение природных соотношений элементов: накопление техногенных элементов и обеднение биофильными элементами. Обедненность городской древесной растительности группой биофильных элементов при одновременном обогащении ее элементами, свойственными для загрязненной городской среды, приводит к изменению в растениях величин природных соотношений химических

элементов. Такие нарушения наблюдаются как между отдельными биофилами (Mn : Fe, P : Fe, Ba : Mo, K : Mn), так и между биофильными и техногенными элементами (Mn : Pb, Mn : Sn, Mn : Cr и др.) ([Самаев, 2004](#)).

Примером антропогенно сконструированного ландшафта на насыпных грунтах с зелеными насаждениями может служить Звездный бульвар, расположенный в Северо-Восточном административном округе Москвы. Бульвар создан на засыпной пойме реки Копытовка, взятой в коллектор, проходящий через бульвар. С поверхности территория бульвара перекрыта мощной толщей неоднородных по гранулометрическому составу насыпных грунтов, представленных пойменными фациями аллювия с нанесенным на его поверхность слоем органического вещества. В южной части бульвара прослеживаются элементы естественного рельефа (береговой склон реки высотой 4 м). Вертикальная планировка поверхности бульвара выполнена без организации регулярного отвода поверхностных вод. В большинстве скважин на различной глубине от 1.8 до 2.6 м отмечается оглеение грунта при отсутствии грунтовых вод, что обусловлено переувлажнением грунтов в определенные периоды за счет скопления поверхностных вод. Особенно это характерно для замкнутой котловины в южной части бульвара, ограниченной с трех сторон улицами и лишенной возможности стока поверхностных вод, сходящих с более высоких участков территории.

Поверхностные горизонты почв бульвара не засолены. Слабое сульфатно-кальциевое засоление грунта (сумма солей 0.216%) отмечалось в некоторых точках бульвара на глубине 60–100 см. Почвы слабощелочные, нейтральные или близкие к нейтральным (pH_{сол.} колеблется от 6.2 до 7.9). Распределение элементов-загрязнителей в почвогрунтах бульвара не подчиняется закономерностям, характерным для нативных почв этой зоны. В настоящее время валовые концентрации тяжелых металлов в верхних горизонтах почв не превышают ПДК. В ряде случаев отмечалось повышенное содержание свинца в нижних слоях грунтов, что обусловлено исходной загрязненностью насыпных материалов ([Королева, Борисочкина, 2009](#)). В слое 0–20 см почвогрунтов Звездного бульвара доля подвижных тяжелых металлов (в % от их

валового содержания) составила для свинца 15–52%, для кадмия – 10–40%, для цинка – 20–50%, для меди – 5–60 %. Анализ подвижных форм тяжелых металлов (экстрагируемых ацетатно-аммонийной вытяжкой, рН 4.8, характеризующей доступность элементов для растений) зафиксировал высокие концентрации тяжелых металлов, превышающих ПДК, как в нижних слоях грунтов, так и в верхнем слое 0–20 см. В образцах почв, отобранных при бурении из скважин, было отмечено превышение ПДК для подвижных форм свинца, которое в ряде случаев достигало 14.5 мг/кг грунта в верхних горизонтах и 19 мг/кг – в нижних слоях (при ПДК свинца, равном 6.0 мг/кг). Во всех образцах верхних горизонтов почв зафиксировано превышение ПДК подвижного цинка, концентрации которого варьировали от 25 до 44 мг/кг (при ПДК равном 23 мг/кг почвы). Зафиксированы высокие концентрации подвижных форм кадмия, варьирующие от 0.2 до 1.00 мг/кг. Содержания тех или иных тяжелых металлов в почвогрунтах Звездного бульвара определяются составом насыпного грунта и особенностями близлежащих источников загрязнения ([Королева, Борисочкина, 2009](#); [Королева и др., 2009](#)).

Результатом антропогенно сконструированного ландшафта явился парк “Отрада”, находящийся в Северо-Восточном округе Москвы в долине реки Лихоборка (между Алтуфьевским шоссе и Окружной железной дорогой). До открытия парка берега Лихоборки были похожи на свалку. При создании парка использовались насыпные грунты и торфяные смеси. При обследовании грунтов парка Отрада зафиксированы повышенные валовые содержания цинка, в ряде случаев превышающие ОДК (табл. 2).

Загрязнение грунтов в парке Отрада чаще фиксировалось на глубине 20–60 см, а не в поверхностных горизонтах. Из-за использования торфяных смесей в поверхностных горизонтах отмечены высокие содержания органического углерода ([Gorohova et al., 2013](#)).

Зеленые насаждения Москвы также распространены на почвах, ранее прошедших интенсивную антропогенную трансформацию.

Таблица 2. Характеристика валовых содержаний тяжелых металлов и мышьяка в почвах парка “Отрада”, (0–20 см, мг/кг)*

Table 2. Characteristics of the gross contents of heavy metals and arsenic in the soils of the “Otrada” Park, (0–20 cm, mg/kg)*

	Cd	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	As
Min	0.38	306	5.28	22.00	26.00	50.00	5.00	4.00
Max	1.07	547	8.44	34.00	95.00	243.00	71.00	10.00
Среднее	0.75	459	7.04	26.57	51.71	118.43	31.83	6.00
Медиана	0.80	525	7.40	26.00	43.00	111.00	27.50	5.00
станд. отклон.	0.35	133	1.61	4.43	28.00	68.48	24.15	2.00
К вар.	46.4%	29.0%	22.9%	16.7%	54.2%	57.8%	75.9%	33.3%
ОДК (ПДК)	2	1500	-	80	132	220	130	10

Примечание. * [Gorohova et al., 2013.](#)

Под этим термином понимается развитие почв, ранее перенесших условия пахотной, селитебной, технической или других видов антропогенной деятельности ([Прокофьева, Попутников, 2010](#)). Исследования парка Покровское-Стрешнево позволили проследить трансформацию фоновых почв (ржавоземов) с образованием агропочв и постагропочв под залежными землями, урбопочв и урбаноземов на территории заброшенных поселений, технопочв в местах ранее проводимых земляных работ. В изученных автоморфных почвах парка Покровское-Стрешнево в верхних горизонтах зафиксированы высокие концентрации свинца и цинка, превышающие ПДК (ОДК). Наличие высоких концентраций в поверхностных горизонтах авторы объясняют современным аэрогенным загрязнением, в то время как загрязнение погребенных горизонтов относят к бытовому, строительному и историческому ([Прокофьева, Попутников, 2010](#)).

Земли, используемые как сельхозугодия, а затем присоединенные к лесопарковым комплексам и вошедшие в черту зеленых массивов города, имеют частое распространение на территории Москвы. Ареалы их распространения находят на территориях Косинского парка, парка Покровское-Стрешнево, Лианозовского лесопарка и ряда других ([Прокофьева, Попутников, 2010](#); [Горохова и др., 2013](#); [Горохова и др., 2014](#); [Власов, 2017](#)).

Изменение природного геохимического фона Лианозовского лесопарка на северо-востоке столицы обусловлено как современной антропогенной нагрузкой (Лианозовский электромеханический завод, ТЭЦ, Алтуфьевское и Дмитровское шоссе, МКАД), так и прошлой антропогенной деятельностью (распашкой территории в ходе сельскохозяйственного использования). Почвы исследуемого участка характеризуются повышенным содержанием органического углерода (4–6.2%), высокой обеспеченностью подвижным калием (28.5–66.5 мг K_2O на 100 г почвы), широким диапазоном варьирования подвижного фосфора (5–68 мг P_2O_5 на 100 г почвы), повышенным, по сравнению с фоном, содержанием валового цинка (90–180 мг/кг) и пониженным содержанием хрома (14–27 мг/кг). В почвах подчиненных ландшафтов происходит увеличение содержания подвижного цинка, временами достигающее 25.7 мг/кг, что превышает ПДК ([Горохова и др., 2013](#)).

Таблица 3. Валовое содержание (мг/кг) и коэффициенты накопления тяжелых металлов в поверхностном слое (0–5 см) почв парков и зеленых массивов г. Москвы

Table 3. Gross content (mg/kg) and coefficients of accumulation of heavy metals in the surface layer (0–5 cm) of soils of parks and green areas in Moscow

Место отбора проб, Zc	Показатели содержания ТМ при n = 18–20	Cd	Cu	Ni	Cr	Zn	Mn	Pb
Измайловский парк, Zc = 17.5	М	0.69	31.98	30.09	42.36	160.04	737.5	47.0
	σ	0.23	15.80	6.29	6.46	78.09	254.2	23.1
	P	0.12	7.99	3.18	4.78	39.52	128.6	11.7
	K _n	6.9	2.1	1.5	1.4	5.3	2.4	3.9
Парк Сокольники, Zc = 29.4	М	1.74	40.70	30.39	33.47	143.72	441.7	76.5
	σ	1.42	27.68	9.19	9.25	80.96	134.1	38.6
	P	0.62	12.13	4.03	5.73	35.48	58.8	11.0
	K _n	17.4	2.7	1.5	1.1	4.8	1.5	6.4
Воробьевы горы, Zc = 19.1	М	0.61	41.17	33.78	41.44	150.52	596.9	74.3
	σ	0.28	13.33	4.96	4.94	52.32	93.2	31.1
	P	0.12	5.84	2.17	3.04	22.93	57.7	14.1
	K _n	6.1	2.7	1.7	1.4	5.0	2.0	6.2

Продолжение таблицы 3
Table 3 continued

Кунцевский лесопарк, $Z_c = 11.0$	М	0.50	20.98	27.94	34.76	102.57	601.4	31.3
	σ	0.23	12.85	7.12	5.19	52.82	297.4	11.3
	Р	0.10	5.78	3.20	3.39	23.75	133.7	5.1
	К _н	5.0	1.4	1.4	1.2	3.4	2.0	2.6
Давыдково- Старовольнская ул., $Z_c = 11.0$	М	0.45	19.13	30.15	41.90	123.25	495.9	29.9
	σ	0.13	3.00	18.68	5.75	51.46	200.8	8.0
	Р	0.06	1.31	8.19	3.56	22.55	88.0	3.5
	К _н	4.5	1.3	1.5	1.4	4.1	1.6	2.5
Лесопарк Лосиный остров, $Z_c = 6.0$	М	0.38	21.78	31.52	42.86	49.62		21.8
	σ	0.09	4.64	4.60	13.36	12.19	не	3.7
	Р	0.07	4.07	4.02	11.71	10.68	опр.	3.2
	К _н	3.8	1.4	1.6	1.4	1.6		1.8

Примечание. Z_c – суммарный показатель загрязнения почв, n – повторность определения, М – среднее значение, σ – стандартное отклонение, Р – доверительный интервал, К_н – коэффициент накопления.

И.О. Плехановой (2000) исследовано валовое содержание ТМ в почвах парков и лесных массивов Москвы (табл. 3).

Показано, что по уменьшению уровня загрязнения почв парки располагаются в следующей последовательности: Сокольники, Воробьевы горы, Измайловский парк, Кунцевский лесопарк, зеленый массив Давыдково-Старовольнской улицы, природный парк Лосиный остров.

Несмотря на высокие техногенные и рекреационные нагрузки фрагментарно сохранилась природная естественная растительность города, а также типичные зональные почвенные комплексы (Национальный парк Лосиный остров, Серебряный бор, Битцевский лес и др.) (Яшин и др., 2015).

Суммарная нагрузка ТМ, поступающих на территорию Национального парка Лосиный остров с пылью, в 2.1 раза ниже, чем в целом для парков и лесопарков Москвы, что определяется его пространственным положением и большими размерами территории (Лубкова, 2007). Пылевые выпадения покрывают всю Московскую часть парка с возрастанием интенсивности к краевым его частям до 90 кг/км²/сут. (Маркова, 2003). На фоне более низких суммарных нагрузок в Национальном парке Лосиный остров, по сравнению с парками и лесопарками Москвы, наблюдается повышенный уровень нагрузок Ni и некоторых второстепенных элементов промышленных и транспортных выбросов (Mo, Ag), что определяется составом промышленных выбросов предприятий, расположенных в непосредственной близости от территории парка. В частности, повышенные нагрузки Ni и Mo могут быть связаны с промышленными выбросами ТЭЦ-23 – основного источника промышленного загрязнения территории Национального парка (Лубкова, 2007). Воздействие на экосистему Лосиный остров оказывает МКАД, пересекающая территорию парка на протяжении 7.5 км, а также Щелковское и Акуловское шоссе, близко пролегающие от его внешних границ (Маркова, 2003; Лубкова, 2007). Транспортное загрязнение при картировании по снеговому покрову проявляется в аномалиях по Na, Cl, SO₄, Pb и Cd. Несмотря на то, что интенсивность пылевых выпадений, связанных с автотранспортом, минимизируется с удалением от автомагистрали, вклад его в общее загрязнение является существенным. При ис-

пользовании противогололедных реагентов в лесопарках Москвы возрастает минерализация почвенного раствора ([Капустина, Кошелева, 2019](#)). При этом солевое загрязнение по интенсивности воздействия на экосистемы превосходит загрязнение тяжелыми металлами ([Маркова, 2003](#)). Транспортное загрязнение растительности на территории Национального парка фиксируется аномалиями Pb, Ni, Co, Zn и распространено вблизи автомагистралей на большей площади, чем загрязнение почв. Степень концентрации ТМ в растительности в среднем не более чем в 2–3 раза превышает фон. Помимо загрязнения растительности ТМ, в хвое и листе наблюдаются повышенные концентрации солевых компонентов, достигающие 200–300 мг/кг сухого вещества Na и 1 200–1 600 мг/кг Cl. Загрязнение растительности является одним из основных факторов ее деградации ([Маркова, 2003](#); [Лубкова, 2007](#)). Загрязнение почв ТМ низкое.

Низкое загрязнение почв ТМ свойственно также для природно-рекреационного парка Терлецкие пруды и для Косинского Триозерья, расположенных на территории ВАО. На остальной территории ВАО загрязнение относится к опасному уровню (суммарный показатель загрязнения 32–64), поднимаясь до очень опасного в районе МКАД ([Власов, 2015](#)).

Попытка проанализировать изменения содержания ТМ в почвах парков Москвы во времени (табл. 4) была сделана в работе А.Ю. Галактионова ([2004](#)). Представленные автором данные (табл. 4) свидетельствуют о том, что содержание ТМ в почвах парков за прошедшие 17 лет достоверно не изменилось; изменения прослеживались в пределах межлабораторной ошибки определения.

Как известно, изменение количества валовых форм ТМ в почвах может быть достоверно зафиксировано лишь за длительные (50–200 лет) промежутки времени ([Праздников и др., 1996](#)). Это является логичным объяснением сложившейся картины и в то же время не может свидетельствовать об изменении интенсивности загрязнения почв парков за исследованный период. Многолетние комплексные почвенные и эколого-токсикологические исследования, выполненные на нативных почвах в районе Лесной опытной дачи (ЛОД), расположенной на территории Тимирязев-

ского парка, показали, что за столетний период наблюдения почв ЛОД в них значительно увеличилось содержание Pb, Cu, Zn ([Мосина, 2003](#)), что свидетельствует о постоянно идущих процессах поступления ТМ в почвы города, последствия накопления которых требуют контроля и исследования.

Таблица 4. Изменение содержания валовых форм ТМ в верхнем слое (0–5 см) почв парков Москвы

Table 4. Changes in the content of gross forms of heavy metals in the upper layer (0–5 cm) of soils in Moscow parks

ТМ	Парк Сокольники			Парк Измайлово		
	M ± m, мг/кг почвы					
	1985 г.*	2002 г.	K _n	1985 г.*	2002 г.	K _n
Pb	76 ± 11	83 ± 16	1.09	47 ± 12	28.5 ± 2.7	0.6
Cu	41 ± 12	58 ± 9	1.4	31.9 ± 7.9	30.8 ± 1.9	1.0
Ni	30 ± 4	26.0 ± 2.6	0.8	30.1 ± 3.2	25.4 ± 1.8	0.8
Zn	143 ± 35	167 ± 34	1.2	-	89.8 ± 11	-

Примечание. * Данные И.О. Плехановой ([2000](#)).

Исследованиями почв на территории Новой Москвы ([Богданов, 2015](#); [Горохова и др., 2014](#); [Горохова, 2015](#)) показано, что основными источниками загрязнения здесь являются транспортные средства, мелкие предприятия, отопительные системы. Локальные очаги умеренно опасного загрязнения фиксируются около автомагистралей ([Богданов, 2015](#)).

Анализ ключевого участка Курилово (13 км к юго-западу от Подольска, Новая Москва) показал, что исследуемая территория хорошо озеленена за счет окружающих поселок лесов. В почвенном покрове преобладают и сохранены ареалы естественных почв. Почвы исследуемых лесных массивов кислые, с низким содержанием подвижного фосфора (4.8–8.1 мг P₂O₅ на 100 г почвы) и высоким содержанием подвижного калия (16.0–23.5). Валовой анализ ТМ показал, что их содержания не превышают ОДК. В то же время содержание подвижного свинца повышенное (10.5 мг/кг Pb в почве ельника близ дороги, при ПДК – 6), что является след-

ствием загрязнения, вызванного потоком автомобилей. Строительство крупных дорог в районе Курилово на территории Новой Москвы привело к перекрытию естественных водных потоков и выклиниванию их на поверхность, возникновению переувлажненных почв вдоль трасс, изменению окислительно-восстановительных условий, формированию новых геохимических барьеров ([Горохова и др., 2014](#); [Горохова, 2015](#)).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ ЛЕСОПАРКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ

Мониторинговые исследования позволяют оценить состояние почв и грунтов зеленых насаждений Москвы. Дальнейший анализ их состояния, прогнозирование механизмов развития экологических систем возможен при исследовании физико-химических процессов, происходящих в почвах.

Трансформация природных зональных почв Москвы характеризуется повышением рН поверхностных горизонтов с 4.8 до 7.0, а местами до 8.5. Слабокислая среда выявлена в почвах парков ([Кошелева и др., 2015](#)). Так, например, почвы Лесной опытной дачи под лесной древесной растительностью обладают признаками, характерными для зональных дерново-подзолистых почв. Урбаноземы, сформировавшиеся в городских условиях под зеленой растительностью, характеризуются изменением рН, высоким содержанием обменных ионов кальция и магния, наличием карбонатов (табл. 5) ([Мамонтов и др., 2016](#)).

Подщелачивание почв приводит к смене класса водной миграции с Н-Fe на Са ([Кошелева и др., 2015](#)). В местах внесения торфокомпостных смесей увеличивается содержание углерода. Изменение физико-химических свойств почв приводит к формированию в городских почвах техногенных геохимических барьеров, которые контролируют состав и интенсивность миграционных потоков веществ в ландшафтах ([Касимов, 2013](#)). Интенсивность накопления химических элементов на геохимических барьерах зависит от их прочности связи с почвенными компонентами и определяется химическими свойствами элемента, формами поступления химических соединений, химическими особенностями

почв, а также ландшафтно-геохимической обстановкой ([Касимов, 2013](#); [Власов, 2015](#)). Изменение физико-химических свойств почв, формирование новых геохимических барьеров в сочетании с атмосферными выпадениями ТМ приводит к формированию в поверхностных горизонтах техногенных аномалий.

Таблица 5. Агрохимическая характеристика городских почв зеленых массивов СА округа

Table 5. Agrochemical characteristics of urban soils of green spaces of the Northern district

Объект	Горизонт, глубина, см	pH _{водн.}	Обменные		СО ₂
			Са	Mg	Карбонатов
			мг-экв/100 г почвы		%
Лесная опытная дача (парк ТСХА)	A ₁ (2–15)	4.8	6.4	2.6	Нет
Парк Дубки	Uh (2–14)	5.9	26.4	9.6	0.09
Сквер на Б. Академической ул.	Uh (3–14)	6.5	30.8	9.2	0.27

Примечание. * [Мамонтов и др., 2016](#).

Серьезной экологической проблемой для парков и их экологического состояния является большое количество остатков бывших костров, в результате воздействия которых почва претерпевает значительные изменения. Локальные пирогенные образования на территориях парков многочисленны и чрезвычайно разнообразны по своему химическому составу, однако происходящие в почвах пирогенные процессы имеют общие закономерности и требуют определенной систематизации. В почвах происходит разрушение природного органического вещества, и роль верхнего почвенного горизонта как биогеохимического барьера резко уменьшается ([Борисочкина, Маркина, 2016](#)). После разрушения гумусового горизонта на поверхности почвенного покрова появляются локальные образования с повышенными концентрациями мышьяка и ТМ. Диапазон варьирования валовых содержаний ме-

таллов (металлоидов) в обследованных грунтах пирогенных образований Тимирязевского и Лианозовского лесопарков достаточно широкий и составил для меди 70–1 077, для цинка 108–476, для кадмия 2.0–6.5, для свинца 93–697, для мышьяка 9–32 мг/кг. В дерновых горизонтах нативных почв (незатронутых пирогенными процессами) обследованных лесопарковых ландшафтов концентрации этих элементов составляли: 19–30 мг/кг меди, 42–70 мг/кг цинка, 0.15–0.3 мг/кг кадмия, 15–26 мг/кг свинца, 2–5 мг/кг мышьяка. Пирогенная трансформация почв приводит к изменению их химического состава ([Горохова и др., 2014](#)). При этом происходит изменение соотношений элементов в почвенно-поглощающем комплексе, сдвиг реакции почвенных растворов в сторону подщелачивания, уменьшение доли илистой фракции, разрушение органогенных горизонтов, увеличение содержания ТМ в пирогенном горизонте. Разрушение органогенных горизонтов влечет за собой трансформацию форм соединений ТМ, приводит к уменьшению доли прочно связанных соединений, увеличивает риски аэрогенной и профильной миграции ТМ ([Борисочкина, Маркина, 2016](#)).

Городские почвы в пределах таежно-лесной зоны характеризуются существенными изменениями во фракционном составе гумуса по сравнению с зональными подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами. Если для зональных почв типичны величины отношения $C_{гк}/C_{фк}$ на уровне 0.5–0.7, то для верхних горизонтов городских почв характерными являются величины отношения $C_{гк}/C_{фк}$ в пределах 1.0–1.7. При этом для городских почв типично низкое содержание свободных гуминовых и фульвокислот и характерно преобладание гумусовых кислот, связанных с кальцием ([Мамонтов и др., 2012](#)).

В наибольшей степени гуминовые кислоты исследованных почв обогащены медью. Максимальное количество меди связывается гуминовыми кислотами естественных зональных почв Тимирязевского парка (табл. 6) ([Мамонтов и др., 2012](#)).

Данные, получаемые по результатам фракционирования соединений ТМ, дают возможность оценить прочность закрепления почвами поступающих ТМ, а также установить формы их нахождения в почвах. При сильном загрязнении почв катионы различных ТМ начинают конкурировать между собой за взаимодействие

с реакционными центрами, при этом доля прочно связанных соединений наименее конкурентоспособного элемента снижается ([Пляскина, Ладонин, 2018](#)).

Таблица 6. Содержание металлов в гуминовых кислотах городских почв (мг/100 г абсолютно сухого вещества) зеленых массивов Северного АО
Table 6. The content of metals in humic acids of urban soils (mg/100 g of absolutely dry matter) of the green spaces of the Northern district

Объект	Cu	Zn	Mn	Pb	Cd
			n 10 ⁻²		
Лесная опытная дача (парк ТСХА)	226.7	6.2	2.9	0.5	3.7
Парк Дубки	39.3	9.4	7.0	3.1	6.1
Сквер на Б. Академической ул.	113.5	16.7	12.7	15.4	15.5

Примечание. * [Мамонтов и др., 2012](#).

Научный и практический интерес представляет исследование форм связи ТМ с органо-минеральными компонентами, т. е. характер распределения ТМ по гранулометрическим фракциям и агрегатам почв мегаполисов. Исследовано распределение ТМ в илистых (<2 мкм) и легких (<2 г/см³) фракциях образцов дерново-подзолистых почв трех парков Москвы (Измайловский лесопарк, парк Сокольники и Тимирязевский парк) (табл. 7). Показано, что распределение свинца, меди, кадмия и никеля по гранулометрическим фракциям почв имеет индивидуальный характер и, видимо, в большей степени зависит от свойств конкретных элементов. Установлены тенденции (при $r \sim 0.60$) к преобладающему накоплению меди в составе легкой фракции (<1.8 г/см³). Большинство исследованных ТМ (Pb, Ni, Cd) имеют тенденции к накоплению в составе илистых фракций почвы ([Галактионов, 2004](#)).

Таблица 7. Содержание и состав тяжелых металлов в гранулоденсиметрических фракциях почв парков г. Москвы, мг/кг фракции

Table 7. Content and composition of heavy metals in granulodensimetric fractions of soils in parks of Moscow, mg/kg fraction

Элемент	Фракция	$M \pm tm$	Медиана	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Размах квартилей
Pb	Почва в целом	47 ± 27	36	26	52	26
	Растительные остатки	96 ± 75	70	53	85	32
	Ил 1 (<1 мкм)	196 ± 126	130	104	197	93
	Ил 2 (1–2 мкм)	183 ± 127	108	102	186	85
	Легкая фракция 1 (<1.8 г/см ³)	204 ± 135	170	108	206	96
	Легкая фракция 2 (1.8–2.0 г/см ³)	78 ± 55	60	51	68	17
	Фракционный остаток	14.3 ± 5.7	12.6	10.0	15.0	5.0
Cd	Почва в целом	0.5 ± 0.2	0,4	0.3	0.6	0.3
	Растительные остатки	1.6 ± 0.7	1,2	1.0	2.3	1.3
	Ил 1 (<1 мкм)	1.4 ± 0.6	1,1	1.1	1.8	0.7

	Ил 2 (1–2 мкм)	1.7 ± 0.9	1.3	0.9	2.5	1.6
	Легкая фракция 1 (<1.8 г/см ³)	0.6 ± 0.4	0.6	0.3	0.8	0.5
	Легкая фракция 2 (1.8–2.0 г/см ³)	0.4 ± 0.2	0.3	0.2	0.5	0.3
	Фракционный остаток	0.1 ± 0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
Cu	Почва в целом	46 ± 8	45	38	56	18
	Растительные остатки	90 ± 28	73	66	117	51
	Ил 1 (<1 мкм)	143 ± 42	116	106	166	60
	Ил 2 (1–2 мкм)	144 ± 38	143	103	163	60
	Легкая фракция 1 (<1.8 г/см ³)	210 ± 98	139	125	216	91
	Легкая фракция 2 (1.8–2.0 г/см ³)	89 ± 24	90	61	110	49
	Фракционный остаток	36 ± 16	32	25	43	17

В последние годы появилось много работ по изучению дорожной пыли, которая является важным индикатором качества атмосферного воздуха города. Основным источником пыли в столице является автотранспорт, на долю которого приходится 95% от общего объема выбросов. Физико-химические свойства дорожной пыли укладываются в диапазон значений, характерный для других городов мира: pH варьирует в пределах 7–9, содержание $S_{орг}$ – 1–17%, удельная электропроводность – 100–2 800 мкСм/см. Для дорожной пыли парков характерны наименьшие значения pH и повышенные $S_{орг}$. В пыли парков преобладают частицы крупной фракции диаметром 250–1 000 мкм (>50%), в них присутствует размельченный растительный опад и почвенные частицы со слабокислой реакцией среды ([Кошелева и др., 2018](#)). Сравнение с фоновыми показателями основных физико-химических свойств показало значительную трансформацию свойств дорожной пыли. Повышение pH, содержания $S_{орг}$ и доли частиц PM_{10} приводит к формированию щелочного, органо-минерального, сорбционно-седиментационного геохимических барьеров, что способствует аккумуляции ТМ и металлоидов ([Kosheleva et al., 2015](#)).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрено эколого-геохимическое состояние почв зеленых насаждений Москвы. Почвы городских ландшафтов (с учетом их специфических особенностей и генезиса) были условно разделены на 3 группы: 1) почвы на насыпных грунтах сконструированных ландшафтов, 2) трансформированные почвы со следами прошлого антропогенного воздействия (постагрогенные почвы, почвы постселитебных территорий), 3) нативные почвы на территориях парков и лесопарков, слабо затронутые антропогенным воздействием.

1. Почвы на насыпных грунтах сконструированных ландшафтов несут на себе свойства использованных при их устройстве грунтов. Как правило, обладают нейтральной или щелочной реакцией среды. Могут быть загрязнены ТМ (многое зависит от качества используемых насыпных грунтов и близости трасс, промышленных предприятий и ТЭЦ). При этом верхние слои грунтов часто загрязнены слабее нижних.

В случае использования на территории противогололедных реагентов имеют признаки засоления. Почвы не имеют признаков зональных почв, в них происходит смена класса водной миграции (Н-Fe на кальциевый). Хелатогенез, присущий ландшафтам кислого и кислого глеевого классов, сменяется гуматогенезом (накоплением в ландшафтах насыщенных кальцием гумусовых гетерополярных соединений и насыщенных кальцием адсорбционных комплексов). Солевой состав почвенного раствора часто неоднороден.

2. Трансформированные почвы, обладающие признаками не только современного, но и прошлого антропогенного воздействия. Это преимущественно постагрогенные почвы (хотя встречаются варианты постселитебных и посттехногенных территорий, вошедших в современную парковую зону). На территориях бывших пашен в профиле под естественным гумусо-аккумулятивным горизонтом находится старопашотный (постагрогенный) горизонт. Содержание в нем ТМ может быть на фоновом уровне или (в случае применения в прошлом удобрений) несколько превосходить его (например, при использовании фосфорных удобрений может характеризоваться повышенным содержанием кадмия и подвижных соединений фосфора).

3. Почвы преимущественно центральной части больших массивов парков и лесопарков, а также лесные массивы Новой Москвы сохраняют свои природные свойства (кислая реакция, низкое содержание обменных оснований) имеют фоновые содержания ТМ. Возможно превышение региональных фоновых значений содержаний ТМ в верхних горизонтах почв, обусловленное аэрогенными выбросами предприятий и воздействием близлежащих трасс (особенно на окраинных частях парков и лесных массивов). На окраинных частях парков возле трасс возможны процессы локального слабого засоления почв. Почвы относятся к ландшафтам кислого класса, в которых идет накопление ненасыщенных комплексных алюмо- и железогумусовых кислот и их адсорбционных комплексов.

Изменение природных экосистем, их состава и структуры, степени устойчивости к современному антропогенному воздействию требуют дальнейшего анализа и исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ачкасов А.И., Варава К.В., Самаев С.Б., Башаркевич И.Л., Трефилова Н.Я.* Интенсивность и тенденции изменения химического загрязнения почв Москвы // Геоэкологические проблемы Новой Москвы. Институт Географии РАН. М., 2013. С. 65–70.
2. *Ачкасов А.И., Варава К.В., Самаев С.Б.* Эколого-геохимические исследования почв Москвы // Разведка и охрана недр. 2016. № 11. С. 49–54.
3. *Богданов Н.А.* Эколого-гигиеническое состояние урбанизированной территории в географическом центре Новой Москвы // Гигиена и санитария. 2015. № 94. С. 51–57.
4. *Борисочкина Т.И., Маркина Л.Г.* Процессы пирогенной трансформации в почвах лесопарковых ландшафтов // Почвоведение – продовольственная и экологическая безопасность страны. Тезисы докладов VII съезда почвоведов. 2016. С. 69–70.
5. *Бурдакова И.Н.* Состояние лесопарков Московской городской агломерации и антропогенные воздействия // Экологические исследования в Москве и Московской области. Состояние растительного покрова. Охрана природы. М., 1992. С. 54–57.
6. *Власов Д.В.* Геохимия тяжелых металлов в ландшафтах Восточного округа Москвы: Дисс. ... к. геогр. н. М., 2015. 166 с.
7. *Власов Д.В.* Тяжелые металлы в почвах постагрогенной зоны (на примере Восточной части Москвы) // Экологические проблемы промышленных городов. Сборник научных материалов по материалам научно-практической конференции. М., 2017. С. 123–128.
8. *Галактионов А.Ю.* Распределение и состав полициклических ароматических углеводородов и тяжелых металлов в гранулоденсиметрических фракциях почв парков г. Москвы: Автореф. дисс. ... к. с.-х. н. М., 2004. 25 с.
9. *Геоэкологические проблемы Новой Москвы* // Сборник научных трудов. Институт географии РАН. 2013. 120 с.
10. *Горохов В.А.* Зеленая природа города. М.: Архитектура – С, 2005. 592 с.
11. *Горохова И.Н.* Выявление почвенно-экологических проблем урбанизированных территорий на основе дистанционного мониторинга // История науки и техники. 2015. № 10. С. 59–72.

12. *Горохова И.Н., Борисочкина Т.И., Шишконокова Е.А.* Экологический мониторинг урбоэкосистем ключевого участка Лианозово г. Москвы // I Международная научная конференция “Развитие регионов в 21 веке”. Владикавказ, 2013. Ч. 1. С. 140–144.
13. *Горохова И.Н., Борисочкина Т.И., Шишконокова Е.А.* Исследование городских экосистем на основе материалов дистанционного зондирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2014. № 2. С. 97–101.
14. *Горохова И.Н., Борисочкина Т.И., Шишконокова Е.А.* Использование снимков с беспилотного летательного аппарата для оценки экологического состояния почвенно-растительного покрова урбанизированной экосистемы // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2014. Вып. 74. С. 78–89. DOI: [10.19047/0136-1694-2014-74-77-89](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-74-77-89).
15. *Дабыхов М.В., Чеснокова Е.В.* Тяжелые металлы в почвах парков заречной части Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010. № 2 (1). С. 109–116.
16. Доклад “О состоянии окружающей среды в г.Москве в 2019 г.” под ред А.О. Кульбачевского. М., 2020. 222 с. URL: <https://www.mos.ru/eco/>.
17. *Ерофеева В.В., Аникина Е.В.* Оценка загрязнения почв урбанизированных экосистем на примере Москвы // Биологические науки. 2021. № 4 (106). С. 53–57.
18. *Касимов Н.С.* Экогеохимия ландшафтов. М., 2013. 208 с.
19. *Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М.* Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. М., 2016. 277 с.
20. *Капустина И.С., Кошелева Н.Е.* Анализ свойств и концентраций тяжелых металлов в дорожной пыли на территории ЮВАО г. Москвы // Материалы Международного симпозиума “Инженерная экология – 2019”. 2019. С. 246–251.
21. *Капустина И.С., Кошелева Н.Е.* Аккумуляция тяжелых металлов и металлоидов в придорожных почвах Юго-Восточного административного округа // Экологические проблемы промышленных городов. Материалы 9 Международной научно-практической конференции. 2019. С. 142–146.
22. *Королева И.Е., Борисочкина Т.И.* Экологическое состояние и повышение устойчивости почв городского парково-рекреационного ландшафта к техногенным воздействиям. Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства” // Сб. научных трудов РГАТУ им. П.А. Костычева. Рязань, 2009. С. 143–146.

23. Королева И.Е., Борисочкина Т.И., Новикова А.Ф. Экологическое состояние и мероприятия по рекультивации городских почв Звездного бульвара Москвы // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2009. Вып. 64. С. 67–72.
24. Кошелева Н.Е., Набелкина К.С., Рыжов А.В., Власов Д.В. Физико-химические свойства дорожной пыли Москвы // Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли: технология, климат и экология. Материалы II Байкальской международной научно-практической конференции. 2018. С. 86–91.
25. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Корляков И.Д., Власов Д.В. Влияние застройки на загрязнение городских почв тяжелыми металлами в Восточной Москве // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2020. № 12. С. 137–144.
26. Кулакова Н.Ю., Шабанова Н.П. Засоление почв – одна из проблем городского озеленения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 54. С. 127–131.
27. Лубкова Т.Н. Оценка и прогноз техногенного загрязнения локальных экосистем химическими элементами на основе балансовых расчетов: Дисс. ... к. геол.-мин. н. М., 2007. 166 с.
28. Мамонтов В.Г., Озеров Ю.А., Смарыгин С.Н. Металлы в гуминовых кислотах городских почв. Геохимия ландшафтов и география почв. Доклады Всероссийской конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2012. С. 207–208.
29. Мамонтов В.Г., Филатова А.И., Комаристая С.С., Рябова О.Б., Смарыгин С.Н., Черничкин Р.В. Свойства городских почв (на примере САО г. Москвы) // Плодородие. 2016. № 6. С. 56–58.
30. Маркова Ю.Л. Оценка воздействия промышленности и транспорта на экосистему Национальный парк “Лосиный остров”: Автореф. дисс. ... к. геол.-мин. н. М.: МГУ, 2003. 28 с.
31. Мартыненко И.А., Прокофьева Т.В., Строганова М.Н. Состав и строение почвенного покрова лесных, лесопарковых и парковых территорий г. Москвы // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 69–90.
32. Мосина Л.В. Антропогенное изменение лесных экосистем в условиях мегаполиса Москва: Автореф. дисс. ... д. б. н. М., 2003. 34 с.
33. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Власов Д.В. Мониторинг засоления снега и почв Восточного округа Москвы противогололедными смесями // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. С. 340–347.
34. Никифорова Е.М., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е. Многолетняя динамика антропогенной солонцеватости почв ВАО Москвы при

- использовании противогололедных реагентов // Почвоведение. 2017. № 1. С. 93–104.
35. Николаева О.В., Чистова О.А., Панина Н.Н., Розанова М.С. Экотоксикологическая оценка почв придорожных территорий Ленинградского шоссе методом лабораторного фитотестирования // Вестник Московского Ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2019. № 1. С. 28–34.
36. Николаевский В.С., Якубов Х.Г. Развитие Москвы и современные экологические проблемы мегаполиса // Лесной вестник. 2008. № 1. С. 37–41.
37. Плеханова И.О. Содержание тяжелых металлов в почвах парков Москвы // Почвоведение. 2000. № 6. С. 755–758.
38. Пляскина О.В., Ладонин Д.В. Мониторинг тяжелых металлов в почвах Москвы // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. 2018. С. 15–19.
39. Праздников С.С., Аристархова Г.Г., Аристархов А.Н., Харитонова А.Ф. Оценка состояния и прогноз содержания тяжёлых металлов в почвах Московской области // Плодородие почвы и качество продукции при биологизации земледелия. М.: Изд-во “Мех.-мат. факультета МГУ”, 1996. С. 294–304.
40. Прокофьева Т.В., Попутников В.О. Антропогенная трансформация почв Покровское-Стрешнево (Москва) и прилегающих жилых кварталов // Почвоведение. 2010. № 6. С. 748–758.
41. Самаев С.Б. Оценка эколого-геохимического состояния зон с высокой антропогенной нагрузкой (Московский регион). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М. 2004. 25 с.
42. Состояние зеленых насаждений в Москве (по данным мониторинга 2000 г.). Аналитический доклад. М., 2001.
43. Черноусенко Г.И., Ямнова И.А., Скрипникова М.И., Борисочкина Т.И. Влияние засоления и загрязнения почв тяжелыми металлами на зеленые насаждения // Генезис, география и экология почв. Сб. научных трудов Международной конференции. 1999. С. 228–230.
44. Черноусенко Г.И., Ямнова И.А., Скрипникова М.И., Борисочкина Т.И. Засоление и загрязнение почв тяжелыми металлами в юго-восточном округе Москвы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2000. № 1. С. 21–24.
45. Якубов Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе (на примере Москвы): Автореф. дисс. ... д. б. н. М. РУДН. 2006. 28 с.

46. Якубов Х.Г. Озеленение Москвы: теория и практика // Сборник статей научно-практической конференции “Технологии и практика садово-паркового хозяйства”. Красноярск, 2020. С. 32–36.
47. Яшин И.М., Васенев И.И., Гареева И.Е., Рамазанов С.Р. Экологическая оценка фаций и почв Лесной опытной дачи // Экологический мониторинг, моделирование и проектирование природных и городских агросистем. 2015. С. 7–35.
48. Azovtseva N.A., Smagin A.V. Dynamics of Physical and Physicochemical properties of urban soils under the effect of ice – melting salts // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No. 12. P. 1462–1473.
49. Gorokhova I.N., Borisochkina T.I., Shishkonakova E.A. Assessment of the State of Urban Ecosystems on the Basis of Remote Sensing Data // Eurasian soil science. 2013. Vol. 46. No. 4. P. 447–458.
50. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Vlasov D.V. Factors of the accumulation of heavy metals and metalloids at geochemical barriers in urban soils // Eurasian soil science. 2015. Vol. 48. No. 5. P. 23–33.

REFERENCES

1. Achkasov A.I., Varava K.V., Samaev S.B., Basharkevich I.L., Trefilova N.YA., Intensivnost' i tendencii izmeneniya himicheskogo zagryazneniya pochv Moskvy (Intensity and trends of changes in chemical soil pollution in Moscow), In: *Geoekologicheskie problemy Novoy Moskvy* (Geoecological problems of new Moscow), Moscow: Institut Geografii RAN, 2013, pp. 65–70.
2. Achkasov A.I., Varava K.V., Samaev S.B., Ekologo-geohimicheskie issledovaniya pochv Moskvy (Ecological and geochemical reserves of soils in Moscow), *Razvedka i ohrana nedr*, 2016, No. 11, pp. 49–54.
3. Bogdanov N.A., Ekologo-gigienicheskoe sostoyanie urbanizirovannoi territorii v geograficheskom tsentre Novoi Moskvy (Ecological and hygienic condition urbanized area in the geographical center of new Moscow), *Gigiena i sanitariya*, 2015, No. 94, pp. 51–57.
4. Borisochkina T.I., Markina L.G., Processy pirogennoj transformacii v pochvah lesoparkovyh landshaftov (Pyrogenic transformation processes in the soils of forest park landscapes), In: *Pochvovedenie – prodovol'stvennoj i ekologicheskoy bezopasnosti strany. Tezisy dokladov VII s'ezda pochvovedov* (Soil science – food and environmental security of the country. Proc. VII Congress of Soil Scientists), 2016, pp. 69–70.
5. Burdakova I.N., Sostoyanie lesoparkov Moskovskoi gorodskoi aglomeratsii i antropogennye vozdeistviya (The state of forest parks in the Moscow urban agglomeration and anthropogenic impacts), In: *Ekologicheskie issledovaniya v*

Moskve i Moskovskoi oblasti. Sostoyanie rastitel'nogo pokrova. Okhrana prirody (Environmental research in Moscow and the Moscow region. The state of the vegetation cover. Nature protection), Moscow, 1992, pp. 54–57.

6. Vlasov D.V., *Geohimiya tyazhelykh metallov v landshaftah Vostochnogo okruga Moskvy. Diss. kand. geograficheskikh nauk.* (Geochemistry of heavy metals in the landscapes of the Eastern District of Moscow: Cand. of Geographic sci. thesis), Moscow, 2015, 166 p.

7. Vlasov D.V., Tyazhelye metally v pochvakh postagrogennoi zony (na primere Vostochnoi chasti Moskvy) (Heavy metals in postagrogenic soils (case study in the eastern part of Moscow), In: *Ekologicheskie problemy promyshlennykh gorodov. Sbornik nauchnykh materialov po materialam nauchno-prakticheskoi konferentsii* (Environmental problems of industrial cities. Collection of scientific materials based on the materials of the scientific and practical conference), Moscow, 2017, pp. 123–128.

8. Galaktionov A.Yu., *Raspredelenie i sostav policiklicheskih aromaticheskikh uglevodorodov i tyazhyolykh metallov v granulodensimetriceskikh fraktsiyah pochv parkov g. Moskvy. Diss. kand. sel-khoz. nauk* (Distribution and composition of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in granulodensimetric fractions of soils of parks in Moscow: Extended Abstract of Cand. Agricultural sci. thesis), Moscow, 2004, 25 p.

9. *Geoekologicheskie problemy Novoi Moskvy* (Geoecological problems of new Moscow), In: *Sbornik nauchnykh trudov. Institut geografii RAN*, 2013, 120 p.

10. Gorohov V.A., *Zelenaya priroda goroda* (Green nature of the city), Moscow: Arhitektura – S, 2005, 592 p.

11. Gorokhova I.N., *Vyyavlenie pochvenno-ekologicheskikh problem urbanizirovannykh territorii na osnove distantsionnogo monitoringa.* (The solid-ecological problem of urban territories detection based on remote monitoring), *Istoriya nauki i tekhniki*, 2015, No. 10, pp. 59–72.

12. Gorohova I.N., Borisochkina T.I., Shishkonakova E.A., *Ekologicheskij monitoring urboekosistem klyuchevogo uchastka Lianozovo Moscow* (Ecological monitoring of urboecosystems for the test area “Lianozovo” (Moscow). *Pervaya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya “Razvitie regionov v 21 veke”* (The 1st International Scientific Conference “Development of Regions in the 21st century”), Vladikavkaz, 2013, Part 1, pp. 140–144.

13. Gorohova I.N., Borisochkina T.I., Shishkonakova E.A., *Issledovanie gorodskih ekosistem na osnove materialov distantsionnogo zondirovaniya* (Research of urban ecosystems based on remote sensing materials), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka*, 2014, No. 2, pp. 97–101.

14. Gorohova I.N., Borisochkina T.I., Shishkonakova E.A., Ispol'zovanie snimkov s bespilotnogo letatel'nogo apparata dlya ocenki ekologicheskogo sostoyaniya pochvenno-rastitel'nogo pokrova urbanizirovannoy ekosistemy (The using pilotless vehicle pictures for urban ecosystem soil-vegetable cover ecological condition estimating), *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2014, Vol. 74, pp. 78–89, DOI: [10.19047/0136-1694-2014-74-77-89](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-74-77-89).
15. Dabahov M.V., Chesnokova E.V., Tyazhelye metally v pochvah parkov zarechnoj chasti Nizhnego Novgoroda (Heavy metals in park soils of the lower part of Nizhni Novgorod), *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo*, 2010, No. 2 (1), pp. 109–116.
16. Doklad “O sostoyanii okruzhayushchei sredy v g. Moskve v 2019 gody” (On the state of the environment in Moscow in 2019) A.O. Kul'bachevskiy (Ed.), Moscow, 2020, 222 p., URL: <https://www.mos.ru/eco/>.
17. Erofeeva V.V., Anikina E.V., Otsenka zagryazneniya pochv urbanizirovannykh ekosistem na primere Moskvy (An assessment of soil pollution in urban ecosystems (with Moscow as primary example), *Biologicheskie nauki*, 2021, No. 4 (106), pp. 53–57.
18. Kapustina I.S., Kosheleva N.E., Analiz svoystv i koncentracij tyazhelykh metallov v dorozhnoy pyli na territorii YUVAO g. Moskvy (Analysis of properties and concentration of heavy metals in road dust in the territory of south-eastern district of Moscow), “*Inzhenernaya ekologiya 2019*” (Environmental Engineering 2019), Proc. International Symposium, 2019, pp. 246–251.
19. Kasimov N.S., *Ekogeokhimiya landshaftov* (Ecogeochemistry of landscapes), Moscow, 2013, 208 p.
20. Kasimov N.S., Vlasov D.V., Kosheleva N.E., Nikiforova E.M., *Geokhimiya landshaftov Vostochnoj Moscovy* (Landscape geochemistry of eastern Moscow), Moscow, 2016, 277 p.
21. Kapustina I.S., Kosheleva N.E., Akkumulyatsiya tyazhelykh metallov i metalloidov v pridorozhnykh pochvakh Yugo-Vostochnogo administrativnogo okruga (Accumulation of heavy metals and metalloids in the roadside soils of the south-eastern administrative district of Moscow), Proc. 9th International Scientific and Practical Conference “*Ekologicheskie problemy promyshlennykh gorodov*”, 2019, pp. 142–146.
22. Koroleva I.E., Borisochkina T.I., Ekologicheskoe sostoyanie i povyshenie ustoichivosti pochv gorodskogo parkovo-rekreatsiionnogo landshafta k tekhnogennym vozdeistviyam. Sovremennye energo- i resursosberegayushchie ekologicheski ustoichivye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva” (Ecological state and increasing the soil stability of the urban park and recreational landscape to man-made impacts. Modern energy-and resource-saving environmentally sustainable technologies and systems of

agricultural production”), *In. Nauchnykh trudov RGATU im. P.A. Kostycheva, Ryazan'*, 2009, pp. 143–146.

23. Koroleva I.E., Borisochkina T.I., Novikova A.F., *Ekologicheskoe sostoyanie i meropriyatiya po rekul'tivatsii gorodskikh pochv Zvezdnogo bul'vara Moskvy (Ecological status and activities for recultivation of urban soils Zvezdny boulevard of Moscow)*, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2009, Vol. 64, pp. 67–72.

24. Kosheleva N.E., Nabelkina K.S., Ryzhov A.V., Vlasov D.V., *Fiziko-khimicheskie svoystva dorozhnoi pyli Moskvy (Physico-chemical properties of road dust in Moscow)*, *Snow cover, atmospheric precipitation, aerosols: technology, climate and ecology*, Proc. 2nd Baikalinternational scientific and practical conference, 2018.

25. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Korlyakov I.D., Vlasov D.V., *Vliyanie zastroiki na zagryaznenie gorodskikh pochv tyazhelymi metallami v Vostochnoi Moskve (The impact of development on urban soil pollution with heavy metals in Eastern Moscow)*, *Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnikh resursov*, 2020, No. 12, pp. 137–144.

26. Kulakova N.Yu., Shabanova N.P., *Zasolenie pochv – odna iz problem gorodskogo ozeleneniya (Soil salinization – one of the urban greening problem)*, *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2019, No. 54, pp. 127–131.

27. Lubkova T.N., *Otsenka i prognoz tekhnogennogo zagryazneniya lokal'nykh ekosistem khimicheskimi elementami na osnove balansovykh raschetov. Diss. kand. geologo-mineralog. nauk (Assessment and forecast of technogenic pollution of local ecosystems with chemical elements based on balance calculations, Cand. geologo-mineralog. sci. thesis)*, Moscow, 2007, 166 p.

28. Mamontov V.G., Ozerov Yu.A., Smarygin S.N., *Metally v guminovykh kislotakh gorodskikh pochv (Metals in humic acids of urban soils)*, *Geokhimiya landshaftov i geografiya pochv (Landscape geochemistry and soil geography)*, Proc. All-Russia Conference, Moscow: Geograficheskii fakul'tet MGU, 2012, pp. 207–208.

29. Mamontov V.G., Filatova A.I., Komaristaya S.S., Ryabova O.B., Smarygin S.N., Chernichkin R.V., *Svoystva gorodskikh pochv (na primere SAO g. Moskvy) (Properties of urban soils (with the northern Moscow district as an example))*, *Plodorodie*, 2016, No. 6, pp. 56–58.

30. Markova Yu.L., *Otsenka vozdeistviya promyshlennosti i transporta na ekosistemu Natsional'nyi park “Losinyi ostrov” Avtoreferat dissertatsii kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk (Assessment of the impact of industry and transport on the ecosystem of the Losiny Ostrov National Park)*,

Extended Abstract of Cand. geologo-mineral. thesis), Moscow: MGU, 2003, 28 p.

31. Martynenko I.A., Prokofeva T.V., Stroganova M.N., Sostav i stroenie pochvennogo pokrova lesnykh, lesoparkovykh i parkovykh territorii g. Moskvy (Composition and structure of the soil cover of forest, forest park and park territories of Moscow), In: *Lesnye ekosistemy i urbanizatsiya*. (Forest ecosystems and urbanization), Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008, pp. 69–90.

32. Mosina L.V., *Antropogennoe izmenenie lesnykh ekosistem v usloviyakh megapolisa Moskva. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni d-ra biol. nauk* (Anthropogenic change of forest ecosystems in the conditions of the Moscow megalopolis. Extended Abstract of Dr. biol. sci. thesis), Moscow, 2003, 34 p.

33. Nikiforova E.M., Kosheleva N.E., Vlasov D.V., Monitoring zasoleniya snega i pochv Vostochnogo okruga Moskvy protivogolodnymi smesiyami (Monitoring of snow and soils salinization by de-icing compounds in eastern administrative okrug of Moscow), *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 11, pp. 340–347.

34. Nikiforova E.M., Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Mnogoletnyaya dinamika antropogennoi solontsevatosti pochv VAO Moskvy pri ispol'zovanii protivogolodnykh reagentov (Long-term dynamics of anthropogenic solonetzicity in soils of the eastern okrug of Moscow under the impact of deicing salts), *Pochvovedenie*, 2017, No. 1, pp. 93–104.

35. Nikolaeva O.V., Chistova O.A., Panina N.N., Rozanova M.S., Ekotoksikologicheskaya otsenka pochv pridorozhnykh territorii Leningradskogo shosse metodom laboratornogo fitotestirovaniya (Environmental toxicity assessment of roadside topsoils across leningradskoe highway using laboratory phytotest), *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie*, 2019, No. 1, pp. 28–34.

36. Nikolaevskii V.S., Yakubov Kh.G., Razvitie Moskvy i sovremennye ekologicheskie problemy megapolisa (Moscow development and up-to-date ecological problems of mega polis), *Lesnoi vestnik*, 2008, No. 1, pp. 37–41.

37. Plekhanova I.O., Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvakh parkov Moskvy (The content of heavy metals in the soils of Moscow parks), *Pochvovedenie*, 2000, No. 6, pp. 755–758.

38. Plyaskina O.V., Ladonin D.V., Monitoring tyazhelykh metallov v pochvakh Moskvy (Monitoring of heavy metals in Moscow soils), In: *Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri* (Novel methods and results of landscape research in Europe, central Asia and Siberia), Vol. 5, 2018, pp. 15–19.

39. Prazdnikov S.S., Aristarkhova G.G., Aristarkhov A.N., Kharitonova A.F., Otsenka sostoyaniya i prognoz sodержaniya tyazhelykh metallov v pochvakh Moskovskoi oblasti, *Plodorodie pochvy i kachestvo produktsii pri biologizatsii zemledeliya*, Moscow: Izd-vo "Mekh.-mat. fakul'teta MGU", 1996, pp. 294–304.
40. Prokof'eva T.V., Poputnikov V.O., Antropogennaya transformatsiya pochv Pokrovskoe-Streshnevo (Moskva) i prilegayushchikh zhilykh kvartalov (Anthropogenic transformation of soils in the pokrovskoe-streshnevo park (Moscow) and adjacent residential areas), *Pochvovedenie*, 2010, No. 6, pp. 748–758.
41. Samaev S.B., *Otsenka ekologo-geokhimicheskogo sostoyaniya zon s vysokoi antropogennoi nagruzkoj (Moskovskii region), Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk* (Assessment of the ecological and geochemical state of zones with high anthropogenic load (Moscow region), Extended Abstract of Cand. geologo-mineralog. sci. thesis), Moscow, 2004, 25 p.
42. *Sostoyanie zelenykh nasazhdenii v Moskve (po dannym monitoringa 2000 g.)* (The state of green spaces in Moscow (according to the monitoring data of 2000), Analiticheskii doklad, Moscow, 2001.
43. Chernousenko G.I., Yamnova I.A., Skripnikova M.I., Borisochkina T.I., Vliyanie zasoleniya i zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami na zelenye nasazhdeniya (The effect of salinization and soil contamination with heavy metals on green spaces), *Genezis, geografiya i ekologiya pochv* (Genesis, geography and ecology of soils), Proc. scientific works International Conference, 1999, pp. 228–230.
44. Chernousenko G.I., Yamnova I.A., Skripnikova M.I., Borisochkina T.I., Zasolenie i zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami v yugo-vostochnom okruge Moskvy (Salinization and soil contamination with heavy metals in the south-eastern district of Moscow), *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2000, No. 1, pp. 21–24.
45. Yakubov Kh.G., *Ekologicheskii monitoring zelenykh nasazhdenii v krupnom gorode (na primere Moskvy). Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni d-ra biol. nauk* (Environmental monitoring of green spaces in a large city (on the example of Moscow), Extended Abstract of Dr. biol. sci. thesis), Moscow, RUDN, 2006.
46. Yakubov Kh.G., Ozelenenie Moskvy: teoriya i praktika. (Greening Moscow: theory and practice), *Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Tehnologii i oborudovanie sadovo-parkovogo i landshaftnogo stroitelstva"* (Technologies and equipment for garden and landscape construction), 2020, pp. 32–36.

47. Yashin I.M., Vasenev I.I., Gareeva I.E., Ramazanov S.R., *Ekologicheskaya otsenka fatsii i pochv Lesnoi opytnoi dachi (Ecological assessment of facies and soils of Forest experimental dacha)*, In: *Ekologicheskii monitoring, modelirovanie i proektirovanie prirodnykh i gorodskikh agrosistem (Environmental monitoring, modeling and design of natural and urban agricultural systems)*, 2015, pp. 7–35.
48. Azovtseva N.A., Smagin A.V., *Dinamics of Physical and Physicochemical properties of urban soils under the effect of ice melting salts*, *Eurasian Soil Science*, 2018, Vol. 51, No. 12, pp. 1462–1473.
49. Gorokhova I.N., Borisochkina T.I., Shishkonakova E.A., *Assessment of the State of Urban Ecosystems on the Basis of Remote Sensing Data*, *Eurasian soil science*, 2013, Vol. 46, No. 4, pp. 447–458.
50. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Vlasov D.V., *Factors of the accumulation of heavy metals and metalloids at geochemical barriers in urban soils*, *Eurasian soil science*, 2015, Vol. 48, No. 5, pp. 23–33.