



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

UDC 504.064

LBC 20.18

REGULAR MONITORING OF THE CONDITION OF SOILS AND GREEN PLANTS AS A DIRECTION FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE URBAN ENVIRONMENT¹

Anna A. Tikhonova

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Anna V. Kholodenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. This paper examines the existing in the Russian Federation approaches to assessing the quality of the urban environment, the concept of the quality index of the urban environment; the analysis of indicators for calculating the quality index of the urban environment and the factors that form the ecological well-being of the urban environment for the local population has been carried out. The territory of the northern industrial hub of Volgograd was chosen as the object of research, in particular, the zone of influence of the ferrous metallurgy enterprise AO “VMK ‘Krasny Oktyabr’”, which has a historically specific location relative to the functional zones of the city. The analysis of the results of monitoring the content of mobile forms of heavy metals in the soil cover, carried out by the method of atomic absorption spectrometry, and the assessment of the general life state of tree green plantations in the territory of the sanitary protection zone of the enterprise based on the enumeration of trees is presented. The identified zone of influence of the enterprise, taking into account the presence of additional sources of pollution of the soil cover and MPC of metals, instead of their background concentrations, extends for 3.5–3.7 km from the border of the enterprise in the form of elongated areas of increased concentrations. Cartographic visualization reveals the presence of two clearly pronounced foci of pollution located to the west of the existing SOC of the enterprise. When assessing the general condition of trees, it is also possible to recognize the worst territory of the test plots located to the west of the operating TWCs in accordance with the directions of the prevailing winds. The data obtained confirm the feasibility of organizing regular monitoring of the soil cover and the state of green forests in the city as one of the directions for assessing the quality of the environment and taking these indicators into account when calculating the quality index of the urban environment.

Key words: Volgograd, environmental monitoring, assessment of the quality of the urban environment, soil cover, triangulation network, green forest plantations, assessment of the vital state.

Citation. Tikhonova A.A., Kholodenko A.V. Regular Monitoring of the Condition of Soils and Green Plants As a Direction for Assessing the Quality of the Urban Environment. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 5-13. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

РЕГУЛЯРНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ¹

Анна Афанасьевна Тихонова

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Анна Викторовна Холоденко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены существующие в РФ подходы к оценке качества городской среды, понятие индекса качества городской среды; проведен анализ индикаторов для расчета индекса качества городской среды и факторов, формирующих экологическое благополучие городской среды для местного населения. В качестве объекта исследования была выбрана территория северного промышленного узла г. Волгограда, в частности зона влияния предприятия черной металлургии АО «ВМК «Красный октябрь»», имеющая исторически сложившееся специфичное расположение относительно функциональных зон города. Представлен анализ результатов мониторинга содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове, выполненного методом атомно-абсорбционной спектроскопии, дана оценка общего жизненного состояния древесных зеленых насаждений на территории санитарно-защитной зоны предприятия, основанной на перечете деревьев. Выявленная зона влияния предприятия с учетом наличия дополнительных источников загрязнения почвенного покрова и ПДК металлов, вместо их фоновых концентраций, простирается на 3,5–3,7 км от границы предприятия в виде вытянутых ареалов повышенных концентраций. При картографической визуализации отмечается наличие двух явно выраженных очагов загрязнения, расположенных к западу от действующих СПЦ предприятия. При оценке общего состояния деревьев также можно признать наихудшей территорию пробных площадок, расположенных в к западу от действующих СПЦ в соответствии с направлениями движения господствующих ветров. Полученные данные подтверждают целесообразность организации регулярного мониторинга почвенного покрова и состояния зеленых лесных насаждений на территории города как одного из направлений оценки качества окружающей среды и учета данных показателей при расчете индекса качества городской среды.

Ключевые слова: Волгоград, экологический мониторинг, оценка качества городской среды, почвенный покров, триангуляционная сеть, зеленые лесные насаждения, оценка жизненного состояния.

Цитирование. Тихонова А. А., Холоденко А. В. Регулярный мониторинг состояния почв и зеленых насаждений как направление оценки качества городской среды // Природные системы и ресурсы. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 5–13. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2021.3.1>

В настоящее время вопрос объективной и достоверной оценки фактического состояния и качества городской среды с учетом локального техногенного загрязнения наземных экосистем имеет особую актуальность. В РФ с 2019 г. разработан и применяется такой инструмент для оценки качества городской среды и условий ее формирования, как «индекс качества городской среды», который позволяет использовать результаты оценки текущей ситуации для создания рекомендаций по улучшению среды.

Одними из целей формирования индекса города и индекса субъекта Российской Федерации являются [5]:

– определение текущего состояния городской среды, в том числе конкурентных преимуществ города и ограничений, препятствующих его развитию, актуальных проблем и перспективных направлений развития;

– формирование системы мониторинга процессов в сфере развития городской среды с использованием набора индикаторов, направленной на обеспечение обоснованности при-

нимаемых на федеральном, региональном и муниципальном уровнях власти решений в сфере развития городской среды, в том числе на поддержку и вовлечение в принятие этих решений граждан;

– повышение открытости для граждан и общественности результатов работы органов власти в сфере развития городской среды и создание основы для оценки эффективности их работы в этой сфере, в том числе в рамках реализации национального проекта;

– стимулирование граждан и представителей бизнеса к их вовлечению в реализацию мероприятий по благоустройству городов.

К концу 2024 г. федеральным проектом «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда» предусмотрено повышение индекса качества городской среды на 30 % и сокращение в соответствии с этим индексом количества городов с неблагоприятной средой в два раза [8]. К 2030 г., в соответствии с Указом Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» планируется «...улучшение качества городской среды в полтора раза... снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два раза» [9].

В 2019 г. Распоряжением Правительства РФ № 510-р была утверждена методика формирования индекса качества городской среды, в соответствии с которой на основе совокупности значений индикаторов определяются уровни качества городской среды [5].

Значения индикаторов рассчитываются ежегодно Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ на основе данных за отчетный период по состоянию на 1 января года расчета значений индикаторов (за исключением данных о численности населения города, которые учитываются при определении значений индикаторов на 1 января года, предшествующего году проведения оценки).

В перечень индикаторов для расчета индекса качества городской среды (в отношении состояния природной среды) входят [5]:

– загруженность дорог (исходя из которого возможна оценка уровня загрязнения ат-

мосферного воздуха передвижными источниками и разработка направлений управленческих решений по снижению данного уровня);

– доля озелененных территорий общего пользования в общей площади зеленых насаждений (%);

– уровень озеленения (%), характеризующий озеленение города с точки зрения выполнения санитарно-гигиенических и ландшафтных функций;

– состояние зеленых насаждений, оцениваемое по отношению суммарного вегетационного индекса NDVI (ед.) для участков территории с зелеными насаждениями повышенной плотности биомассы к площади территории города, покрытой зелеными насаждениями (кв. км) на основе данных дистанционного зондирования Земли.

Помимо перечисленных индикаторов, стоит отметить, что к критериям, отражающим качество среды и уровень ее экологического благополучия для проживающего в данной местности населения, можно также отнести оценку текущего состояния почвенного покрова, в частности определение степени его химического загрязнения (в том числе содержание тяжелых металлов), а также оценку состояния зеленых насаждений не только на основе суммарного вегетационного индекса NDVI, но и анализа общего жизненного состояния зеленых насаждений общего пользования, в частности древесной растительности.

Важное значение оценки текущего состояния почвенного покрова городов обусловлено тем, что почва, как известно, является самой инертной из депонирующих сред, характеризуется медленным естественным вымыванием накапливаемых элементов, что обеспечивает эффект многолетней аккумуляции [10; 12].

При этом в городских почвах, в связи с измененными условиями их формирования и функционирования, отмечаются повышенное содержание и подвижность тяжелых металлов, что, в свою очередь, вызывает увеличение содержания этих элементов в произрастающих на данной территории растениях [6; 13]. Данный фактор необходимо принимать во внимание, поскольку на территории городов часть населения (иногда значительная) проживает в частных домовладениях и, как правило, име-

ет подсобные хозяйства. Таким образом, культурные растения, произрастающие, например, в зоне влияния металлургических комбинатов и крупных объектов транспортной инфраструктуры, могут накапливать микроэлементы до токсических уровней. С учетом перемещения элементов в рамках биогеохимических циклов загрязнение почв тяжелыми металлами (особенно подвижными их формами), помимо экологических последствий, опосредованно (через растения) может повлиять и на здоровье людей, проживающих на загрязненной территории, что подтверждает целесообразность учета фактического состояния почвенного покрова при оценке качества городской среды.

Растительный покров является важнейшим компонентом не только природных ландшафтов, но и городской среды, обеспечивая реализацию средообразующей и защитной экосистемных функций. На территории городов роль зеленых насаждений в очистке атмосферного воздуха особенно значительна, при этом состав самих растений изменяется как за счет оседания пыли на листовых пластинках, так и за счет поглощения питательных веществ, макро- и микроэлементов (в том числе тяжелых металлов) из почв. Соответственно, растения являются естественными биологическими фильтрами и индикаторами качества окружающей среды [7; 13].

При этом оценку качества среды только на основе отношения суммарного вегетационного индекса NDVI (ед.) для участков территории с зелеными насаждениями повышенной плотности биомассы к площади территории города, покрытой зелеными насаждениями (кв. км) на основе данных дистанционного зондирования Земли нельзя считать полной и комплексной, так как в данном случае учитываются скорее количественные характеристики насаждений, тогда как жизненное состояние самих растений, в частности древостоя, остается неучтенным и может исказить итоговый результат. Более целесообразным является сочетание количественной и качественной оценки городских зеленых насаждений, то есть и учет индекса NDVI, и анализ общего жизненного состояния зеленых насаждений общего пользования, в частности древесной растительности.

Материал, объект и методы

В рамках настоящего исследования был проанализирован применяемый подход к оценке качества городской среды в РФ, рассмотрены результаты локального мониторинга содержания тяжелых металлов в городских почвах в зоне влияния предприятия черной металлургии и оценки жизненного состояния древостоя зеленых насаждений заводской санитарно-защитной зоны с учетом специфики ее расположения. Подбор информации осуществлялся методом анализа нормативных и библиографических источников, открытых материалов профильных государственных органов, в том числе официальной статистики, научных периодических изданий, материалов конференций, диссертационных исследований.

В качестве исследуемого локального объекта воздействия на окружающую среду был выбран АО «ВМК «Красный Октябрь»» г. Волгограда. Данное предприятие относится ко II классу опасности, входит в состав северного промышленного узла г. Волгограда, является одним из крупнейших производителей качественного металлопроката специальных марок стали для предприятий автомобилестроения и авиационной промышленности, химического, нефтяного и энергетического машиностроения, нефтегазодобывающей промышленности в РФ и, следовательно, помимо транспортной сети, относится к одним из основных источников поступления тяжелых металлов в окружающую среду г. Волгограда, внося существенный вклад в формирование качества среды, ее отдельных компонентов (в частности почвы и растительного покрова) и общего экологического благополучия [6; 13].

Оценка загрязнения почвенного покрова в зоне влияния предприятия базировалась на изучении содержания подвижных форм трех типичных представителей выбросов данного предприятия (цинк, медь и марганец), относящихся к I, II и III классам опасности и имеющих разработанные нормативы ПДК [1], то есть нормируемых по содержанию в почве и подлежащих контролю в рамках системы экологического мониторинга. Измерение содержания подвижных форм указанных элементов в образцах исследуемой почвы проводилось

одним из наиболее приоритетных методов определения содержания тяжелых металлов в различных средах – методом атомно-абсорбционной спектроскопии [2].

Анализ экологического состояния зеленых насаждений базировался на определении видового, возрастного и количественного состава и оценке фактического состояния (жизнеспособности) древесных насаждений, основанной на перечеете деревьев [3; 4].

Исследование древостоя проводилось в пределах территории санитарно-защитной зоны выбранного предприятия натурным методом в конце вегетационного периода [3; 4]. Для исследования, учитывая рельеф местности, особенности расположения санитарно-защитных насаждений и их конфигурацию, были выделены 7 площадок площадью 400 м² на расстоянии 200–300 м друг от друга.

Результаты и обсуждение

По результатам анализа отобранных почвенных образцов методом атомно-абсорбционной спектроскопии были получены дан-

ные о концентрациях подвижных форм Cu, Mn и Zn в каждой точке пробоотбора с учетом допустимого отклонения и сравнение со значениями ПДК для каждого из исследуемых элементов [1; 2]. Картографическая визуализация соотношения полученных концентраций и установленных нормативов ПДК на примере содержания меди в почвенном покрове зоны влияния АО «ВМК «Красный октябрь»» представлена на рисунке 1 [6].

На основе полученных данных можно отметить, что зона влияния АО «ВМК «Красный октябрь»» в отношении загрязнения почв медью в северо-западном направлении составляет 3 000–3 400 м от границы предприятия. Для марганца зона влияния предприятия ограничивается расстоянием 3 500–3 700 метров. Для цинка зона влияния ограничивается расстоянием 1 700–1 800 метров. Общая фактическая зона влияния с учетом фоновых концентраций металлов для северной части Волгограда, а также с учетом господствующих ветров ограничивается расстоянием 4,5–5,0 км к северо-западу от предприятия. Зона влияния с учетом ПДК металлов, вместо их фоновых

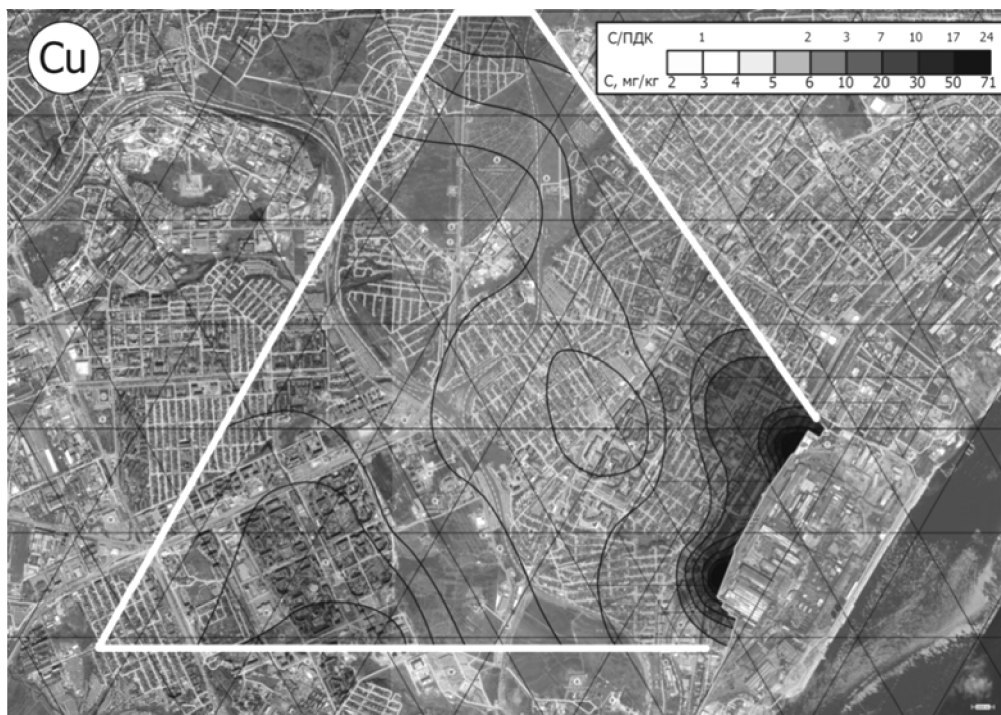


Рис. 1. Картограмма загрязнения медью почвенного покрова территории северного промышленного узла г. Волгограда (на примере АО «ВМК «Красный Октябрь»»), масштаб 1:50 000

Примечание. Источник: [6].

концентраций, несколько меньше, простирается на 3,5–3,7 км (первое значение отражает абсолютную зону влияния предприятия, где наблюдаются любые изменения параметров окружающей среды; второе значение определяет зону влияния, где заметны превышения нормативов содержания металлов в почве и могут наблюдаться негативные тенденции в состоянии природных сообществ, особенно растительного покрова, и косвенно отражаться на показателях здоровья и благополучия проживающего в этой зоне населения) [6; 13].

Кроме того, в пределах выявленной зоны влияния предприятий обнаружено несколько очагов загрязнения, предположительно связанных с деятельностью других источников промышленного воздействия либо неблагоприятным экологическим состоянием природных объектов. Также стоит отметить, что в пределах указанной территории расположены объекты транспортной инфраструктуры разного уровня, которые также вносят вклад в химическое загрязнение почв, дополняют воздействие промышленных предприятий и, соответственно, влияют на качество городской среды.

Результаты натурных исследований жизненного состояния древесной растительности, произрастающей на территории СЗЗ АО «ВМК «Красный Октябрь»», с учетом специфики ее расположения в непосредственной близости к промышленной, селитебной, рекреационной и

транспортной зонам также косвенно отражают как состояние почвенного покрова исследуемой территории, так и общее состояние окружающей среды на данном участке [7].

Кроме того, стоит отметить значительную роль локальной циркуляции воздушных масс при поступлении загрязнителей из атмосферы на почвенный покров. Например, распределение элементов в почвенном покрове происходит в виде вытянутых ареалов высоких концентраций, совпадающих по направлению с направлением движения господствующих ветров, что свидетельствует об определяющем влиянии атмосферных выбросов антропогенных источников на почвенный и растительный покров города [11].

Так, полученные данные говорят о том, что большая часть деревьев характеризуется категориями состояния «ослабленные» (2 балла) и «сильно ослабленные» (3 балла) (рис. 2) [7], что, с одной стороны, свидетельствует о выполнении насаждениями своих основных, защитных функций, с другой – в связи со спецификой функционального зонирования данной части города отражает эффект суммации техногенного воздействия как значимый фактор, нередко определяющий качество среды в крупных промышленных центрах.

Наихудшей по общему состоянию деревьев можно признать территорию пробных площадок, расположенных к западу от дей-

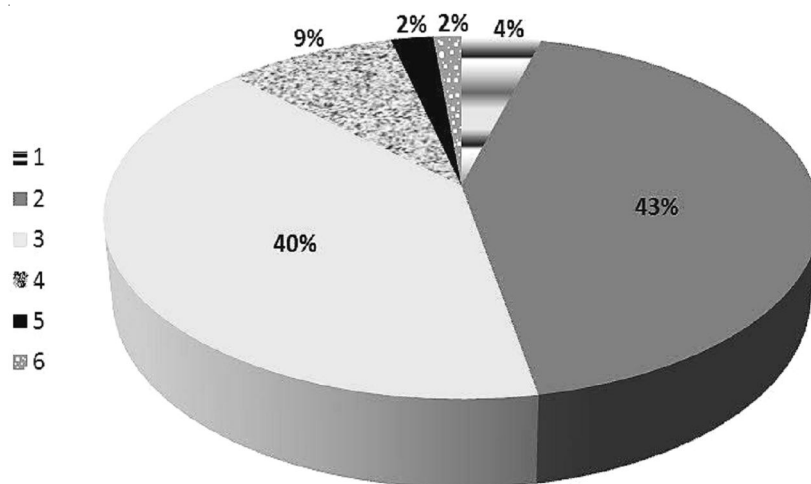


Рис. 2. Распределение общего состава насаждений в пределах фактической СЗЗ АО «ВМК «Красный октябрь»» по категориям жизненного состояния:

1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой текущего года; 6 – сухостой прошлых лет

Примечание. Источник: [7].

ствующих СПЦ предприятия и находящихся в области потенциального риска загрязнения выбросами.

Таким образом, можно отметить, что полученные результаты о загрязнении почвенного покрова тяжелыми металлами и оценки общего жизненного состояния древостоя, произрастающего на территории СЗЗ выбранного промышленного предприятия, коррелируются между собой и отражают текущую ситуацию в отношении отдельных компонентов окружающей среды, что подтверждает целесообразность проведения регулярных мониторинговых исследований как одного из направлений комплексной оценки качества городской среды и необходимость учета состояния почвенного покрова и общего жизненного состояния городских зеленых насаждений при расчете индекса качества городской среды.

Заключение

Качество окружающей среды является результатом совместного воздействия целого спектра факторов, включая особенности географического и природно-климатических условий, положения, функционального зонирования и планировочных решений городского пространства, характера и уровня техногенной нагрузки и ее распределения по территории города. В связи с этим вопросы оценки качества окружающей среды, отслеживания динамики ее состояния и организации мониторинга наиболее значимых компонентов, остаются актуальными для крупных городов и промышленных центров. Целесообразным решением выступает организация системы регулярного мониторинга почвенного покрова и состояния зеленых лесных насаждений на территории города. Важной задачей при организации такой системы выступает ее универсальность и адаптивность, чему способствует применение уровневых систем точек пробоотбора.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19-45-343004.

The reported study was funded by RFBR and the government of Volgograd region according to the research project № 19-45-343004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве (введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 января 2006 г. № 2 с 1 апреля 2006 г.) // Информационная система МЕГА-НОРМ. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293850/4293850511.htm> (дата обращения: 15.05.2019). – Загл. с экрана.

2. М-МВИ-80-2008 Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии (утв. и введен в действие 02.06.2008 ООО «Мониторинг») // Информационная система МЕГА-НОРМ. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293824/4293824289.htm> (дата обращения: 18.04.2019). – Загл. с экрана.

3. Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга: распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства СПб от 30 августа 2007 г. № 90-р // Законодательное Собрание СПб. – 2007. – 9 с.

4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Институт экспериментальной метеорологии, МГУ им. М. В. Ломоносова ; под ред. Н. Г. Зырина, С. Г. Малахова. – М. : Гидрометеоиздат Моск. отд-ние, 1981. – 109 с.

5. Распоряжение Правительства РФ № 510-р от 23 марта 2019 г. «Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды» (с изменениями на 30 декабря 2020 года) // АО «Кодекс». – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (дата обращения: 12.07.2021). – Загл. с экрана.

6. Тихонова, А. А. Значимость данных о фактической зоне влияния локального промышленного объекта при оценке качества городской среды (на примере ВМК «Красный октябрь») / А. А. Тихонова, И. А. Болгов // Современная экология: образование, наука, практика : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж : Науч. кн., 2017. – Т. 2. – С. 108–114.

7. Тихонова, А. А. Оценка фактического состояния зеленых насаждений санитарно-защитной зоны

АО ВМК «Красный октябрь» г. Волгограда / А. А. Тихонова, Д. А. Школьных // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 39–45. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2017.4.6>.

8. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468157> (дата обращения: 13.07.2021). – Загл. с экрана.

9. Указ о национальных целях развития России до 2030 года // Администрация Президента России. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 13.07.2021). – Загл. с экрана.

10. Экологическая оценка городских агломераций на основе индикаторов устойчивого развития / Е. А. Иванцова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 143–156. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

11. Diatta, J. B. Assessment of Heavy Metal Contamination of Soils Impacted by a Zinc Smelter Activity / J. B. Diatta, E. Chudzinska, S. Wirth // J. Elementol. – 2008. – Vol. 13 (1). – P. 5–16.

12. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction / N. V. Onistratenko [et al.] // Ekologia Bratislava. – 2016. – Vol. 35, no. 3. – P. 205–212. – DOI: <https://doi.org/10.1515/eko-2016-0016>.

13. Tihonova, A. A. Determination of the Actual Zone of Influence of an Industrial Enterprise on the Basis of the Quality Assessment of the Environmental Components / A. A. Tihonova, V. V. Yanina, E. A. Eltanskaya // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 483. – Art. 012030. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012030>.

REFERENCES

1. GN 2.1.7.2041-06. Predelno dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshestv v pochve (vvedeny v dejstvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii ot 23 yanvarya 2006 g. № 2 s 1 aprelya 2006 g.) [GN 2.1.7.2041-06. Maximum Permissible Concentrations (MPC) of Chemicals in the Soil (Enacted by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 2 Dated January 23, 2006 from April 1, 2006)]. *Informacionnaya sistema MEGA-NORM* [Information System MEGA-

NORM]. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293850/4293850511.htm> (accessed 15 May 2019).

2. M-MVI-80-2008 Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli elementov v probah pochv, gruntov i donnyh otlozheniyah metodami atomno-emissionnoj i atomno-absorbicijnoj spektrometrii (utv. i vveden v dejstvie 02.06.2008 ООО «Monitoring») [M-MVI-80-2008 Methods for Measuring the Mass Fraction of Elements in Samples of Soils, Grounds and Bottom Sediments by Atomic Emission and Atomic Absorption Spectrometry (Approved and Put into Effect on June 2, 2008 LLC Monitoring)]. *Informacionnaya sistema MEGA-NORM* [Information System MEGA-NORM]. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293824/4293824289.htm> (accessed 18 April 2019).

3. Metodika ocenki ekologicheskogo sostoyaniya zelenyh nasazhdenij obshogo polzovaniya Sankt-Peterburga: rasporyazhenie Komiteta po prirodopolzovaniyu, ohrane okruzhayushej sredy i obespecheniyu ekologicheskoy bezopasnosti Pravitelstva SPb ot 30 avgusta 2007 g. № 90-r. [Methodology for Assessing the Ecological State of Public Green Spaces in Saint Petersburg. Order of the Committee for Nature Management, Environmental Protection and Environmental Safety of the Government of Saint Petersburg No. 90-r Dated August 30, 2007]. *Zakonodatelnoe Sobranie SPb* [Legislative Assembly of Saint Petersburg], 2007. 9 p.

4. Zyrin N.G., Malahov S.G., eds. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh i laboratornyh issledovanij pochv i rastenij pri kontrole zagryazneniya okruzhayushej sredy metallami [Guidelines for Conducting Field and Laboratory Studies on Soils and Plants When Controlling Environmental Pollution by Metals]. Moscow, Gidrometeoizdat Moskovskoe otdelenie, 1981. 109 p.

5. Rasporyazhenie Pravitelstva RF № 510-r ot 23 marta 2019 g. «Ob utverzhdenii metodiki formirovaniya indeksa kachestva gorodskoj sredy» (s izmeneniyami na 30 dekabrya 2020 goda) [Order of the Government of the Russian Federation No. 510-r Dated March 23, 2019 “On Approval of the Methodology for the Formation of the Urban Environment Quality Index” (As Amended on December 30, 2020)]. *AO «Kodeks»* [JSC Codex]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (accessed 12 July 2021).

6. Tihonova A.A., Bolgov I.A. Znachimost dannyh o fakticheskoj zone vliyaniya lokalnogo promyshlennogo obekta pri ocenke kachestva gorodskoj sredy (na primere VMK «Krasnyj oktyabr») [Significance of Data on the Actual Zone of Influence of a Local Industrial Facility in Assessing the Quality of the Urban Environment (For Example, the VMK “Krasnyj oktyabr”)]. *Sovremennaya ekologiya:*

obrazovanie, nauka, praktika: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Modern Ecology: Education, Science, Practice. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2017, vol. 2, pp. 108-114.

7. Tihonova A.A., Shkolnyh D.A. Ocenka fakticheskogo sostoyaniya zelenyh nasazhdenij sanitarno-zashitnoj zony AO VMK «Krasnyj oktyabr» g. Volgograda [Assessment of the Actual State of Green Plantings in Sanitary Protection Zone of Smelter VMK «Krasny Oktyabr» CJSC, Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11, Estestvennye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural Sciences], 2017, vol. 7, no. 4, pp. 39-45. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2017.4.6>.

8. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii «O nacionalnyh celyah i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda» [Decree of the President of the Russian Federation “On National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the Period up to 2024”]. *Oficialnyj internet-portal pravovoj informacii* [Official Internet Portal of Legal Information]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102468157> (accessed 13 July 2021).

9. Ukaz o nacionalnyh celyah razvitiya Rossii do 2030 goda [Decree on the National Development

Goals of Russia for the Period up to 2030]. *Administraciya Prezidenta Rossii* [Administration of the President of Russia]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (accessed 13 July 2021).

10. Ivantsova E.A., et al. Ekologicheskaya ocenka gorodskih aglomeracij na osnove indikatorov ustojchivogo razvitiya [The Environmental Assessment of Urban Agglomerations on the Basis of Sustainable Development Indicators]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3, Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of Volgograd State University. Global Economic System], 2019, vol. 21, no. 2, pp. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2019.2.13>.

11. Diatta J.B., Chudzinska E., Wirth S. Assessment of Heavy Metal Contamination of Soils Impacted by a Zinc Smelter Activity. *J. Elementol*, 2008, vol. 13 (1), pp. 5-16.

12. Onistratenko N.V. et al. Heavy Metals in Suburban Ecosystems of Industrial Centres and Ways of Their Reduction. *Ekologia Bratislava*, 2016, vol. 35, no. 3, pp. 205-212. DOI: <https://doi.org/10.1515/eko-2016-0016>.

13. Tikhonova A.A., Yanina V.V., Eltanskaya E.A. Determination of the Actual Zone of Influence of an Industrial Enterprise on the Basis of the Quality Assessment of the Environmental Components. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 483, art. 012030. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/483/1/012030>.

Information About the Authors

Anna A. Tikhonova, Senior Lecturer, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, tihonova@volsu.ru

Anna V. Kholodenko, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kholodenko@volsu.ru

Информация об авторах

Анна Афанасьевна Тихонова, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, tihonova@volsu.ru

Анна Викторовна Холоденко, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kholodenko@volsu.ru