

DOI: 10.12731/2658-6649-2019-11-1-90-102

УДК 574. 3 (574.4)

## МОНИТОРИНГОВАЯ ОЦЕНКА УРБАНОЗЁМОВ МАЛЫХ ГОРОДОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Борздыко Е.В., Авраменко М.В., Москаленко И.В., Анищенко Л.Н.*

*Впервые для Брянской области (Нечерноземье РФ) создана мониторинговая база по эколого-химическим и альгологическим показателям почв малых городов, различающихся численностью населения и развитием промышленного производства. Использовались маршрутные методы, методы химического и альгологического исследования почв. Общее состояние урбаноёмов оценивали по индексу Zc.*

*В почвах малых городов староосвоенного региона – городе Карачеве, Новозыбкове, Унече, Фокино – максимальное валовое содержание зарегистрировано для свинца, меди и цинка. Значения индекса Zc изменяется от 10 до 56, что свидетельствует о наличии зон с допустимым уровнем химического загрязнения, умеренно – опасным, высоко опасным загрязнением. В исследуемых пробах почв содержание тяжёлых металлов выявляет преобладание допустимого и умеренно-опасного уровня загрязнения. В городе Фокино преобладают зоны с высоко-опасным и умеренным загрязнением по индексу Zc, что свидетельствует о значительном влиянии крупного химического производства на почвы в малом промышленном городе.*

*Для малых городов Брянской области впервые составлена почвенно-альгологическая база, как отражение условий, имеющих в верхних почвенных горизонтах. Для четырёх малых городов обнаружены 29 видов почвенных водорослей из пяти отделов. В антропогенных местообитаний особым разнообразием отличаются отделы Cyanophyta (порядок Nostocales, Oscillatoriales), отдел Chlorophyta (порядок Chlorococcales), малой видовой представленностью отделов Xanthophyta, Bacillariophyta. В качестве биоиндикаторов могут рассматриваться доминанты в почвах первой и второй группы (Zc менее 16, от 16 до 32) *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc commune*, *Phormidium autumnale*. В наиболее загрязнённых почвах (Zc от 32 до 128) преобладают виды *Chlorococcum* sp., *Microcoleus vaginatus*, *Euglena viridis*, *Nostoc commune*. Полученные результаты – основа биомониторинговых и экоаналитических исследований урбаноёмов малых городов.*

**Ключевые слова:** урбаноэмы; малые урбоекосистемы; альгоиндикация; Zc; Брянская область.

## MONITORING EVALUATION OF URBANOZEMES OF SMALL CITIES OF THE BRYANSK REGION

**Borzdyko E.V., Avramenko M.V., Moskalenko I.V., Anishchenko L.N.**

*For the first time, a monitoring base has been created for the Bryansk region (Non-Black Earth Region of the Russian Federation) on the ecological, chemical and algological indicators of soils in small cities, which differ in population and the development of industrial production. Routing methods, methods of chemical and algological soil research were used. The general condition of urban soils was evaluated by the Zc index.*

*In the soils of small towns of the old-developed region – the cities of Karchev, Novozybkov, Unecha, Fokino – the maximum gross content is recorded for lead, copper and zinc. The values of the Zc index vary from 10 to 56, which indicates the presence of zones with an acceptable level of chemical pollution, moderately – dangerous, highly dangerous pollution. In the studied soil samples, the content of heavy metals reveals the predominance of an acceptable and moderately hazardous level of pollution. In the city of Fokino, zones with high hazard and moderate pollution by the Zc index prevail, which indicates a significant effect of large chemical production on soils in a small industrial city.*

*For small towns of the Bryansk region, a soil-algological base was compiled for the first time, as a reflection of the conditions existing in the upper soil horizons. For four small towns, 29 species of soil algae from five departments were found. In anthropogenic habitats, the Cyanophyta divisions (order of Nostocales, Oscillatoriales), the Chlorophyta division (order of Chlorococcales), and the low species representation of the divisions of Xantophyta, Bacillariophyta are especially diverse. As bioindicators, dominants in the soils of the first and second groups (Zc less than 16, from 16 to 32) *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc commune*, *Phormidium autumnale* can be considered. In the most polluted soils (Zc from 32 to 128), the species *Chlorococcum* sp., *Microcoleus vaginatus*, *Euglena viridis*, *Nostoc commune* predominate. The results obtained are the basis of biomonitoring and eco-analytical studies of urban soils of small towns.*

**Keywords:** urban soils; small urban ecosystems; algoindication; Zc; Bryansk region.

Компоненты окружающей среды на урбанизированных территориях подвергаются различным преобразованиям и испытывают постоянное техногенное давление. Состояние почв городских территорий (урбанозёмов) требует особого внимания, так как в них изменены химические, физические, микробиологические и биохимические показатели, лишаящие почвенный покров в городах способности выполнять важные экологические функции. Даже в малых городах, где значительно меньше источников загрязнения, в почвах накапливаются основные токсиканты – элементы группы тяжёлых металлов (ТМ) [1–4]. Поэтому особенно актуален почвенный мониторинг в малых городах, имеющих наиболее уязвимые биокосные системы, направленный на создание постоянно обновляющейся базы данных в староосвоенном регионе Нечерноземья РФ.

Цель работы – провести мониторинговые исследования почв малых городов Брянской области (Нечерноземье РФ) с использованием эколого-биологических показателей. Городской почвенный покров следует рассматривать как систему взаимосвязанных компонентов, взаимодействующих между собой, с характерными для данного уровня организации свойствами: изменение структуры и функций отдельных компонентов таких систем под влиянием факторов среды вызывает перестройку в режимах функционирования целых систем. Рассматриваемые системы целостных объектов зависят не только от природных, но и от антропогенных факторов, и являются особенно отзывчивыми на изменения среды [3, 4].

В малых городах Брянской области исследовались индустриозёмы, конструкторозёмы, запечатанные грунты. Эколого-биологические показатели для формирования предварительной базы данных снимались для малых городов: Карачева (восток области), Новозыбкова (юго-запад области), Фокино (индустриальный центр области, центральная часть) и Унечи (северо-запад области).

В процессе исследования эколого-биологических состояния почв в качестве показателей для анализа выбраны следующие: выявление содержания элементов группы тяжёлых металлов (ТМ) в урбанозёмах – верхнем горизонте почв 0–5(7 см); установление биологических параметров альгоиндикации – доминантных и субдоминантных видов водорослей, жизненных форм, количественных данных. Валовое содержание ТМ (мг/кг) определяли спектрофотометрическим методом с использованием прибора Спектроскан-Макс фирмы Spectron по общепринятым методикам [5]. При выполнении работ отобрано более 150 проб почв (2017–2019 гг.) в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в ряде нормативных документов с глубины 2–5 см от поверхности [6–8]. Точечные пробы на улицах городов отбирали

ножом по методу «диагонали» из одного горизонта (прикопки). Число точечных проб соответствовало ГОСТ 17.4.3.01-83 [7]. При изучении загрязнения почв в зоне транспортных магистралей закладывались пробные площадки на придорожных полосах с учетом рельефа местности, растительного покрова и асфальтового покрытия. Пробы отбирались с узких полос длиной 100–200 м и состояли из 5 точечных. Степень химического загрязнения почв вредными веществами различных классов опасности определяли по суммарному показателю химического загрязнения ( $Z_c$ ). Фоновые данные ( $C_{ф}$ ) для расчета принимались равными средним значениям валового содержания ТМ в почвах эталонной территории заповедника «Брянский лес» [9].

Особенности почвенной альгофлоры в антропогенно-изменённых и естественных условиях изучались с использованием стёкол обрастания. По глазомерной шкале обилие оценивали по 9-ти бальной системе, вычисляли коэффициент эколого-ценотической значимости видов, анализ экологической структуры альгогруппировок описывали на примере структуры экобиоморф (жизненных форм) [10–11]. Отмечали площадь покрытия высших растений (в процентах) в местах взятия почвенных проб, уплотнение и температуру почвы на учётных площадках, pH почвенных образцов с применением почвенного pH-метра. Состояние урбанозёмов по валовому содержанию ТМ оценено по индексу  $Z_c$  и отражено в таблицах (1–4).

Таблица 1.

**Суммарный показатель химического загрязнения ( $Z_c$ ) почв под придорожными газонами в г. Карачеве по отдельным пробам**

Места пробоотбора*	$Z_c$	Места пробоотбора	$Z_c$
1	28,53	10	28,83
2	11,67	11	17,39
3	32,48	12	17,35
4	13,81	13	11,84
5	32,05	14	15,87
6	12,63	15	13,72
7	20,25	16	12,77
8	16,57	17	28,04
9	19,97	18	16,82

Примечание. \* Места пробоотбора: 1 – ул. Федюнинского, 2 – ул. Федюнинского 2, 3 – ул. Луначарского, 4 – ул. 50 лет Октября (пересечение с ул. Володарского), 5 – ул. Советская, пересечение с ул. 50лет Октября, 6 – 50лет Октября (пересечение с ул. К. Маркса), 7 – ул. Советская, ), 8 – ул. Первомайская (с Пролетарской ул.), 9 – газон автовокзала. 10 – ул. Володарского, пересечение с ул. Луначарского,

11 – ул. Луначарского, пересечение с ул. Кольцова, 12 – ул. Кольцова, пересечение с ул. Дзержинского, 13 – ул. Пролетарская, пересечение с ул. 50 лет Октября, 14 – ул. Первомайская (с ул. Советской), 15 – ул. Первомайская (с ул. Ленина), 16 – ул. Первомайская с ул. Калинина), 17 – ул. Горького (пересечение с ул. Луначарского), 18 – ул. Горького (пересечение с ул. Пролетарской).

В почвах придорожных газонов малого города содержание ТМ превышает установленные нормы и определяет средние и выше среднего загрязнения [12, 13].

Таблица 2.

**Суммарный показатель химического загрязнения (Zc) почв под растениями в г. Новозыбков по отдельным пробам**

Места пробоотбора*	Zc	Места пробоотбора	Zc
1	55,68	8	11,07
2	51,57	9	9,93
3	31,17	10	33,03
4	10,39	11	17,04
5	18,11	12	12,51
6	16,26	13	34,80
7	18,87	14	28,42

Примечание. \* Места пробоотбора: 1 – ул. Красная. Пересечение с ОХ волна революции, 2 – ул. Красная. Пересечение с Красногвардейской, 3 – ул. Набережная середина, пересечение с Красной, 4 – ул. Рошалья, пересечение с Высокой, 5 – ул. Ленина, 6 – ул. 3-7 дивизии, 7 – ул. Рошалья, пересечение с ул. Ломоносова, 8 – ул. Наримановска, пересечение с Красной, 9 – ул. Дыбенко, пересечение с Наримановской, 10 – Советская площадь, 11 – ул. Кубановская, пересечение с Лермонтова, 12 – ул. Интернациональная, пересечение с ул. Популренко, 13 – ул. Володарского, 14 – ул. Первомайская, пересечение с ж/д переездом.

При анализе таблицы 2 наибольшее загрязнение выявлено в точках № 1 и 2, что соответствует высокому уровню загрязнения почвы. Наименьшее значение суммарного показателя загрязнения почвы относится к точкам отбора № 9, 4, 8 и 12 – в этих местах индекс загрязнения низкий.

Таблица 3.

**Суммарный показатель химического загрязнения (Zc) почв под растениями в г. Фокино по отдельным пробам**

Места пробоотбора*	Zc	Места пробоотбора	Zc
1	49,83	8	16,85
2	52,59	9	13,61

*Окончание табл. 3.*

3	41,65	10	45,04
4	11,46	11	44,44
5	15,86	12	18,46
6	16,37	13	34,32
7	18,33		

Примечание. \* Места пробоотбора: 1 – ул. Гайдара, напротив культурно-досугового центра, 2 – пл. Ленина, 3 – ул. Базарная, пересечение с ул. Калинина, 4 – ул. Калинина, пересечение с ул. Гагарина, 5 – ул. Островского, 6 – ул. Гайдара, пересечение с ул. Луначарского, 7 – ул. 1 Мая, пересечение с ул. Луначарского, 8 – ул. Крупской, пересечение с ул. Луначарского, 9 – ул. Крупской, пересечение с ул. Калинина, 10 – ул. Крупской, д 8, 11 – ул. Мира, пересечение с ул. Гайдара, 12 – ул. Комсомольская, 15, 13 – школа № 1.

В урбозкосистеме промышленного малого города (с самым крупным загрязнителем воздуха в Брянской области) лишь в трёх местах пробоотбора низкому значению загрязнения (4, 5, 9); во всех остальных определён средний или высокий уровень загрязнения. Вклад в химическое загрязнение почв вносят и передвижные источники загрязнения, обслуживающее крупное предприятие химической промышленности.

*Таблица 4.*

**Суммарный показатель химического загрязнения (Zс) почв под растениями в г. Унеча по отдельным пробам**

Места пробоотбора*	Zс
1	45,249
2	48,52
3	48,10
4	52,18
5	15,14
6	15,90
7	17,87

Примечание. \* Места пробоотбора: 1 – школа № 5, 2 – ул. Погарская, 3 – ул. Горького, 4 – школа № 2, 5 – ул. Ушакова, 6 – ул. Суворова, 7 – ул. Путейская.

Для различных групп урбанозёмов города Унечи рассчитан комплексный индекс, показывающий высокий уровень загрязнения (1-4). Крупные промышленные предприятия города также определяют неблагоприятное химическое состояние антропогенно-преобразованных почв. Данные по-

лученные в результате исследования могут быть использованы для последующих изысканий и являться основой для картографирования.

В малых городах Брянской области впервые составлена почвенно-альгологическая база, как отражение условий, имеющих в верхних почвенных горизонтах (деятельностном слое). Для четырёх малых городов обнаружены почвенные водоросли из пяти отделов: 29 видов с различной эколого-ценотической значимостью. Почвенные альгосинузии обеднены видами независимо от положения исследуемых участков, так как абиотические факторы около проезжей части иногда существенно отличаются от факторов на господствующих территориях. Создается особый микроклимат: слабое испарение, сильное прогревание, ночное освещение, усиленный поверхностный сток на расстоянии 30 м с каждой стороны проезжей части, а самый высокий уровень загрязнения в почвах газонов наблюдается в слое 0–5 см [14–16]. При удалении от проезжей части (на 3 м) количество видов водорослей увеличивается. Поэтому, при проведении индикационных работ необходимо учитывать фактор расстояния. В антропогенных местообитаниях особым разнообразием отличаются отделы *Cyanophyta* (порядок Nostocales, *Oscillatoriales*), отдел *Chlorophyta* (порядок *Chlorococcales*), малой видовой представленностью отделов *Xanthophyta*, *Bacillariophyta*, что неоднократно подтверждалось другими авторами [17–20]. Также исследованные почвы были распределены на 4-е группы зон по содержанию в них ТМ, согласно рассчитанным показателям индекса *Zc*. Доминантные виды водорослей в почвах малых урбозкоистем совпадают с установленными для города Брянска – крупной городской экосистемы (таблица 5) [9].

Таблица 5.

**Спектр доминантных и субдоминантных почвенных водорослей  
в соответствии с индексами *Zc* для малых городов**

№	Показатель <i>Zc</i>	Доминантные и субдоминантные виды почвенных водорослей
1	До 16	<i>Cylindrospermum muscicola</i> <sup>D,*</sup> , <i>Nostoc commune</i> , <i>Phormidium autumnale</i>
2	16-32	<i>Cylindrospermum muscicola</i> <sup>D</sup> , <i>Nostoc commune</i> , <i>Nostoc microscoporicum</i> , <i>Anabaena variabilis</i>
3, 4	32-128	<i>Chlorococcum</i> <sup>D</sup> sp., <i>Microcoleus vaginatus</i> , <i>Euglena viridis</i> , <i>Nostoc commune</i>

Примечание. \* – символом D обозначены доминантные виды почвенных водорослей.

Доминантом в почвах первой и второй группы (Zc менее 16, от 16 до 32) зарегистрирован вид отдела *Cyanophyta* порядка *Nostocales*. В наиболее загрязненных почвах (Zc от 32 до 128) преобладают виды альгофлоры отдела *Chlorophyta* порядка *Chlorococcales*. В почвенных горизонтах всех трёх зон встречается виды рода носток (отдела *Cyanophyta* порядок *Nostocales*). Виды-доминанты могут быть рекомендованы как биоиндикаторы [9, 18].

Экологический состав почвенных альгогруппировок, выявленный по спектру жизненных, представлен в таблице 6.

Таблица 6.

**Экологический состав альгогруппировок**

№	1*	2	3	4
1**	СВ(РCh)Н	ChP(BC)	(СВCh)Н	–
2	С(ChВ)(НХ)Н	С(ChP)ВХ	СР(ХCh)	(СР)Ch(НН)

Примечание. \*\*Участок № 1 – на расстоянии 1,5 м от путепроводов, участок №2 – на расстоянии 3 м от путепроводов. \* Почвенные зоны по индексу Zc: 1, 2 – допустимый уровень химического загрязнения, 3 – умеренно – опасное загрязнение, 4 – высоко опасное загрязнение, 5, 6 – чрезвычайно опасное загрязнение.

В почвенных местообитаниях периферийных районов городов число всех видов водорослей выше, чем в административных центрах. При удалении от путепроводов в малых городах преобладают С- формы – образуют обильную слизь, слизистые чехлы, обладают значительной водоудерживающей способностью, препятствующие проникновению токсикантов, обнаружены и Х-формы как неустойчивые против засухи, сциофиты. Альгофлора Ch –форм – это виды – убиквисты, начинающие сукцессионные смены, описаны как субдоминанты. Виды В-формы часто живут в выделяемой слизи других водорослей, Р-формы – ксерофиты, заселяют голые участки почвы. Эколого-биологический спектр почвенных водорослей свидетельствует о значительном антропогенном преобразовании урбанозёмов. Однако видовой состав почвенной альгофлоры указывает на интенсивные биохимические процессы в деятельностном горизонте почв.

Таким образом, проведённые исследования позволили выявить наибольшее валовое содержание ТМ в городских почвах свинца, меди и цинка. Индексы Zc позволили выделить в малых городах четыре зоны загрязнения, преобладают территории с допустимым уровнем химического загрязнения. Впервые для малых городов проведены альгоиндикацион-

ные работы и выявлено достоверное изменение числа видов при удалении от путепроводов. Поэтому при проведении биоиндикационных работ при взятии проб необходимо учитывать фактор расстояния (от источника загрязнения). На основе коэффициентов эколого-ценотической значимости установлены доминантные виды в альгогруппировках почв: *Chlorococcum* sp., *Anabaena cylindrica*, субдоминантные – *Anabaena cylindrica*, *Phorodidium molle*, *P. autumnale*, *Navicula mutica*. Их рекомендовано использовать в качестве альготестов.

### Список литературы

1. Безуглова О.С. Урбопочвоведение: учебник / О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, И.В. Морозов, Д.Г. Невидомская. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. 264 с.
2. Герасимова М.И. Антропогенные почвы / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами и металлоидами и их экологическая опасность (аналитический обзор) / Ю.Н. Водяницкий // Почвоведение. 2013. № 7. С. 872–881.
4. Manta D.S. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy / D.S. Manta, M. Angelone, A. Bellanca, R. Neri, M. Sprovieri // The Science of the Total Environment. 2002. Vol. 300. № 1–3, pp. 229–243.
5. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04. С-Пб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 10.12.2019).
7. ГОСТ 17.4.3.01-83 Почвы. Общие требования к отбору проб. // [Электронный ресурс] / Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 10.12.2019).
8. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Под ред. Н.Г. Зырина и С.Г. Малахова. М: Гидрометеиздат, 1982. 108 с.
9. Анищенко Л.Н. Результаты исследования химического загрязнения урбанозёмов (г. Брянск, Нечерноземье РФ) / Л.Н. Анищенко, Н.А. Сквородникова, З. Н Маркина, Е.В. Борздыко // В мире научных открытий. № 5-2(77). 2016. С. 11–21.

10. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева [и др.]. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1980. С. 224.
11. Зенова Г.М. Практикум по биологии почв / Г.М. Зенова, А.А. Степанов, А.А. Лихачева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 132 с.
12. Дабахов М.В. Тяжелые металлы в парковых почвах города / М.В. Дабахов, Е.В. Чеснокова // Экология урбанизированных территорий. 2007. № 3.
13. Водяницкий Ю.Н. Оценка загрязнения почвы по содержанию тяжелых металлов в профиле / Ю.Н. Водяницкий, А.С. Яковлев // Почвоведение. 2011. № 3. С. 329–335.
14. Олькова А.С. Оценка состояния почв городских территорий химическими и эколого-токсикологическими методами / А.С. Олькова, Г.И. Березин, Т.Я. Ашихмина // Поволжский экологический журнал. 2016. № 4. С. 411–423.
15. Суханова Н.В. Сукцессии почвенных водорослей городских свалок твердых бытовых отходов // Бот. журн. 1996. №2. С. 54–61.
16. Кабиров Р.Р., Шилова Н.И. Почвенные водоросли свалок бытовых отходов // Экология. 1998. №5. С. 25–29.
17. Анищенко Л.Н., Опыт использования альгофлоры в импактном мониторинге почв химически опасного техногенного объекта (на примере Брянской области, РФ). Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. Донецк: ГУ «Донецкий ботанический сад». 2016. Вып. 15–16. С. 82–93.
18. Dorokhova M.F., Kosheleva N.E., Terskaya E.V. Algae and Cyanobacteria in Soils of Moscow. American Journal of Plant Sciences, 2015, 6, pp. 2461–2471.
19. Van Straalen N.M., Krivolutsky, D.A. Bioindicator Systems for Soil Pollution. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995, 500 p.
20. 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, pp. 476–492.

### References

1. Bezuglova O.S., Gorbov S.N., Morozov I.V., Nevidomskaya D.G. *Urbopochvovedenie* [Urban soil science]. Rostov-on-Don: Publishing House of SFU, 2012, 264 p.
2. Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V. *Antropogennyye pochvy* [Man-made soil]. Smolensk: Oikumena, 2003. 268 p.
3. Vodyanitskiy Yu.N. *Zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami i metalloidami i ikh ekologicheskaya opasnost' (analiticheskiy obzor)* [Soil pollution with heavy metals and metalloids and their environmental hazard (analytical review)]. *Pochvovedenie* [Soil science], 2013, no 7, pp. 872–881.

4. Manta D.S. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy / D.S. Manta, M. Angelone, A. Bellanca, R. Neri, M. Sprovieri. *The Science of the Total Environment*, 2002, Vol. 300, no 1–3, pp. 229–243.
5. *Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli metallov i oksidov metallov v poroshkoobraznykh probakh pochv metodom rentgenofluorestscentnogo analiza. M 049-P/0* [Methodology for measuring the mass fraction of metals and metal oxides in powdery soil samples by x-ray fluorescence analysis. M 049-P / 04]. St. Petersburg: LLC NPO Spectron, 2004, 20 p.
6. GOST 17.4.4.02-84. *Metody otbora i podgotovki prob dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza* [Sampling and sample preparation methods for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. Sprav.-pravovaya sistema «Konsul'tantPlyus». URL: <http://www.consultant.ru>. (accessed: 10.12.2019).
7. GOST 17.4.3.01-83 *Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [Soil. General requirements for sampling]. [Elektronnyy resurs]. Sprav.-pravovaya sistema «Konsul'tantPlyus». URL: <http://www.consultant.ru>. (accessed: 5.06.2015).
8. *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rasteniy pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchey sredy metallami* [Guidelines for conducting field and laboratory studies of soils and plants in the control of environmental pollution by metals]. Edited by: N.G. Zyrina and S.G. Malakhova. Moscow: Hydrometeoizdat, 1982. 108 p.
9. Anishchenko L.N., Skovorodnikova N.A., Markina Z.N., Borzdyko E.V. Rezul'taty issledovaniya khimicheskogo zagryazneniya urbanozemov g.Bryansk, Nechernozem'e RF [The results of a study of chemical pollution of urban soils, Bryansk, Non-Black Earth Region of the Russian Federation]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], no 5-2(77), 2016, pp. 11-21.
10. Zvyagintsev D.G., Aseeva I.V., Bab'eva I.P. *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry] Moscow: Moscow Publishing House University, 1980, p. 224.
11. Zenova G.M., Stepanov A.A., Likhacheva A.A. *Praktikum po biologii pochv* [Soil biology workshop]. Moscow: Moscow Publishing House. university, 2001, 132 pp.
12. Dabakhov M.V., Chesnokova E.V. Tyazhelye metally v parkovykh pochvakh goroda [Heavy metals in the park soils of the city]. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy* [Ecology of urban areas], 2007, № 3, pp. 7–14.
13. Vodyanitskiy Yu.N., Yakovlev A.S. Otsenka zagryazneniya pochvy po sodержaniyu tyazhelykh metallov v profile [Assessment of soil pollution by the content of heavy metals in the profile]. *Pochvovedenie* [Soil science], 2011, no 3, pp. 329–335.

14. Ol'kova A.S., Berezin G.I., Ashikhmina T.Ya. Otsenka sostoyaniya pochv gorodskikh territoriy khimicheskimi i ekologo-toksikologicheskimi metodami [Assessment of soil conditions in urban areas by chemical and environmental-toxicological methods]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga ecological magazine], 2016, no 4, pp. 411–423.
15. Sukhanova N.V. Suktsessii pochvennykh vodorosley gorodskikh svalok tverdykh bytovykh otkhodov [Succession of soil algae in municipal landfills of municipal solid waste] *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical magazine], 1996, no 2, pp. 54–61.
16. Kabirov R.R., Shilova N. I. Pochvennye vodorosli svalok bytovykh otkhodov [Soil algae landfill waste]. *Ekologiya* [Ecology], 1998, no 5, pp. 25–29.
17. Anishchenko L.N. Opyt ispol'zovaniya al'goflory v impactnom monitoringe pochv khimicheski opasnogo tekhnogennogo ob'ekta (na primere Bryanskoy oblasti, RF) [The experience of using algoflora in impact monitoring of soils of a chemically dangerous technogenic object (by the example of the Bryansk region, Russia)]. *Promyshlennaya botanika. Sbornik nauchnykh trudov* [Promyshlennaya botanika. Sbornik nauchnykh trudov.]. Donetsk: State Institution "Donetsk Botanical Garden", vol. 15-16, 2016, pp. 82–93.
18. Dorokhova M.F., Kosheleva N.E., Terskaya E.V. Algae and Cyanobacteria in Soils of Moscow. *American Journal of Plant Sciences*, 2015, 6, pp. 2461–2471.
19. Van Straalen N.M., Krivolutsky, D.A. Bioindicator Systems for Soil Pollution. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995, 500 p.
20. 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, pp. 476–492.

#### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Борздыко Елена Васильевна**, доцент кафедры географии, экологии и землеустройства, кандидат биологических наук  
*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского*  
ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Брянская область, 241050, Российская Федерация

**Авраменко Марина Васильевна**, доцент кафедры географии, экологии и землеустройства, кандидат биологических наук  
*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского*  
ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Брянская область, 241050, Российская Федерация

**Москаленко Игорь Владимирович**, старший преподаватель кафедры географии, экологии и землеустройства, кандидат биологических наук  
*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского*  
*ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Брянская область, 241050, Российская Федерация*

**Анищенко Лидия Николаевна**, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства, доктор сельскохозяйственных наук  
*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского*  
*ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, Брянская область, 241050, Российская Федерация*  
*Lanishchenko@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Borzdyko Elena Vasylyevna**, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, PhD in biology  
*Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky*  
*14, Berezka Str., Bryansk, Bryansk region, 241050, Russian Federation*

**Avramenko Marina Vasilievna**, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, PhD in biology  
*Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky*  
*14, Berezka Str., Bryansk, Bryansk region, 241050, Russian Federation*

**Moskalenko Igor Vladimirovich**, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, PhD in biology  
*Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky*  
*14, Berezka Str., Bryansk, Bryansk region, 241050, Russian Federation*

**Anishchenko Lydia Nikolaevna**, Professor, Department of ecology and environmental management, doctor of agricultural Sciences  
*Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky*  
*14, Berezka Str., Bryansk, Bryansk region, 241050, Russian Federation*  
*Lanishchenko@mail.ru*