

КОНЦЕНТРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ ПЕТРОВСКА (САРАТОВСКАЯ ОБЛ.)

*Н.В. Добролюбова, Д.С.М. Маджид (Ирак), В.Н. Ерёмин, к.г.-м.н.,
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
М.В. Решетников, к.г.н., Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть»,
г. Тюмень, 79527072275, rmv85@list.ru
dobrolubovanv@mail.ru, dilersalam1989@gmail.com, 79272230325, ereminvit@gmail.com*

Почвы урбанизированных территорий испытывают активное антропогенное воздействие, что приводит к нарушению ряда их экологических функций. Плодородие – функция почв, которая больше всего изменяется в результате антропогенной деятельности. Нефтепродукты – группа химических соединений, являющихся основными загрязнителями почв в пределах городов. Изучение взаимоотношений между концентрацией гумуса и нефтепродуктов в почвах городов – важная задача, требующая тщательного изучения.

На территории г. Петровска отобрано 33 пробы почв, которые проанализированы на содержание органического вещества и нефтепродуктов. Органическое вещество определяли по методу Тюрина, а концентрацию нефтепродуктов – гравиметрическим методом. Полученные результаты сопоставляли с фоновыми концентрациями и нормативными показателями. Концентрация органического вещества изменялась от 0,73 до 2,37% при среднем значении 1,95%, концентрация нефтепродуктов в почвах – от 100 до 9360 мг/кг при среднем значении 2304 мг/кг. В соответствии с существующей нормативной документацией установлено, что 7 проб относятся к категории с очень высоким уровнем загрязнения, 2 – с высоким, 2 – со средним, 5 – с низким и 17 – с допустимым. На основе полученных результатов, при помощи программного комплекса Surfer, были построены графические приложения, на которых показано площадное распределение исследуемых параметров.

Установлено, что в почвах г. Петровска протекают два неблагоприятных экологических процесса: первый – снижение концентрации органического вещества, что означает ухудшение плодородия почв; второй – рост концентрации нефтепродуктов по отношению к фоновому содержанию.

Ключевые слова: органическое вещество, нефтепродукты, городские почвы, загрязнение.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.18

Почвы урбанизированных территорий подвергаются активному антропогенному воздействию, а именно загрязнению различными химическими соединениями неорганического и органического происхождения, что в итоге приводит к ухудшению основного свойства почв – плодородия. Причины как препятствующие, так и способствующие накоплению углерода в почвах различных городов, а также примеры его накопления и рассеивания детально показаны в работе [2]. В малых городах и в небольших населенных пунктах, экосистемы которых представляют переходные от естественных к урбанизированным, и на их территориях активно развиваются приусадебные хозяйства роль плодородия почв имеет особое значение.

Исследования эколого-геохимического состояния почв в пределах крупных урбанизированных территорий широко освещена в современной литературе [1, 3, 5, 14, 18]. Особое внимание уделяют изучению содержания органического вещества в почвах рекреационных зон городов [10, 12, 13, 15, 16], а также влиянию на плодородие городских почв повышенных концентраций нефтепродуктов [4, 6, 8].

Отсутствие системы мониторинга за геоэкологическим состоянием почв на территории населенных пунктов приводит к отсутствию оперативной информации и как следствие не дает возможности принятия необходимых природоохранных мер. Разработкой систем постоянного мониторинга за состоянием почвенного покрова на территории городов и населенных пунктов Саратовской области занимаются авторы [11, 17].

Цель исследований – оценить взаимосвязи между содержанием органического вещества почв и концентрацией нефтепродуктов в почвах г. Петровска, и их роль в геоэкологическом состоянии исследуемых почв.

Методика. Территория исследований – г. Петровск, расположенный в северной части Саратовской области. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными выщелоченными, развитыми в основном на палеогеновых отложениях – опоках и песчаниках, а вдоль долины р. Медведица – на аллювиальных террасовых песчано-глинистых отложениях. На отдельных участках территории присутствуют культуроземы.

Всего на территории города было заложено 33 площадки, на которых отобрано по одной пробе с глубины 0-10 см (рис.). В качестве фонового участка выбрана территория, расположенная в 5 км от города, относящаяся к категории сельскохозяйственных земель. Всего отобрано 10 фоновых проб.

В отобранных образцах определяли следующие почвенно-диагностические показатели: содержание органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО при использовании фотоэлектроколориметра КФК-3 и концентрацию нефтепродуктов гравиметрическим методом.

Полученные результаты статистически обработаны при помощи программного комплекса Statistica, а графические приложения выполнены при помощи комплекса Surfer.

Результаты и их обсуждение. Результаты аналитических исследований проб, отобранных на территории

г. Петровска и на фоновом участке, представлены в таблице.

Содержание органического вещества и нефтепродуктов на исследуемых территориях

| Определяемый компонент | Значение | | | Экссесс | Асимметрия | Станд. отклонение, ± |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------|------------|----------------------|
| | минимальное | максимальное | среднеарифм. | | | |
| <i>Территория г. Петровска</i> | | | | | | |
| Органическое вещество, % | 0,73 | 2,37 | 1,95 | 4,69 | -2,00 | 0,34 |
| Нефтепродукты, мг/кг | 100 | 9360 | 2304 | 0,59 | 1,32 | 2740 |
| <i>Участок за пределами города</i> | | | | | | |
| Органическое вещество, % | 2,03 | 2,39 | 2,25 | -0,42 | -1,21 | 0,12 |
| Нефтепродукты, мг/кг | 160 | 680 | 366 | 1,28 | 0,65 | 150 |

По полученным результатам были рассчитаны среднеарифметические значения исследуемых параметров на участке за пределами города, которые были приняты за фоновые при расчете коэффициентов концентрации. Расчет коэффициентов концентрации показал, что для органического вещества в почвах г. Петровска они изменяются от 0,32 до 1,05 при среднем значении 0,87.

Восточная часть характеризуется почвами с концентрацией органического вещества от 0 до 2 %, т. е. почвами с низким содержанием органического вещества и соответственно с признаками их деградации. Возможно, такое зонирование территории города связано с различным уровнем антропогенного воздействия на почвенный покров. Восточная часть территории включает старую историческую застройку, а также проходящую через нее железную дорогу и сравнительно обширную промышленную зону с крупными предприятиями машиностроения.

Нефтепродукты для почв являются загрязняющими веществами, которые влияют на ряд физических параметров, вследствие этого концентрация нефтепродуктов в почвах нормируется законодательством. Основным нормативным показателем для нефтепродуктов согласно «Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель», является ориентировочно допустимая концентрация в 1000 мг/кг, именно она использовалась для расчета коэффициента опасности [7].

Его величина изменяется от 0,1 до 9,36 при среднем значении 2,3. Коэффициент концентрации для нефтепродуктов колеблется от 0,27 до 25,57 при среднем значении 6,3, т. е. отмечается процесс аккумуляции нефтепродуктов в исследуемых почвах.

Согласно «Порядку определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» по степени загрязнения почвы нефтью выделяют следующие уровни загрязнения: от 0 до 1000 мг/кг – допустимый, от 1000 до 2000 – низкий, от 2000 до 3000 – средний, от 3000 до 5000 – высокий и выше 5000 мг/кг – очень высокий [9]. В соответствии с этой градацией в 7 пробах установлен очень высокий уровень загрязнения, в 2 – высокий, в 2 – средний, в 5 – низкий и в 17 – допустимый.

По результатам проведенных исследований построена схема пространственного распределения степени загрязнения исследуемых почв нефтепродуктами (рис. 2). Характер распределения уровней загрязнения почв нефтепродуктами на территории города позволяет сделать выводы об особенностях пространственной приуроченности аномальных зон высоких концентраций параметра, а также сделать предположения о возможных источниках поступления загрязняющих веществ.

Из рисунка 2 видно, что в почвенном покрове на территории города формируется единая обособленная площадная аномалия, зафиксированная в центральной, южной и восточной частях территории. В структуре аномалии на общем фоне повышенных значений коэффициента опасности от 1 до 5 выделяются три ядра (восточное, центральное и южное) со значениями коэффициента опасности более 5, соответствующие очень высокой степени загрязнения почв. Восточное ядро зафиксировано по одной пробе (точка опробования № 18) на пересечении улиц Пионерская и 25 лет Октября. Центральное ядро задокументировано по двум пробам (точки опробования 1 и 16) и вытянуто вдоль улицы Ломоносова (между улицами Фридриха Энгельса и Льва Толстого). Южное ядро зафиксировано по четырем пробам (точки опробования 22, 24, 32 и 33) и занимает наибольшую по площади территорию, которая приурочена к промзоне, к железнодорожной станции и к ряду самых загруженных движением автомобильных дорог.

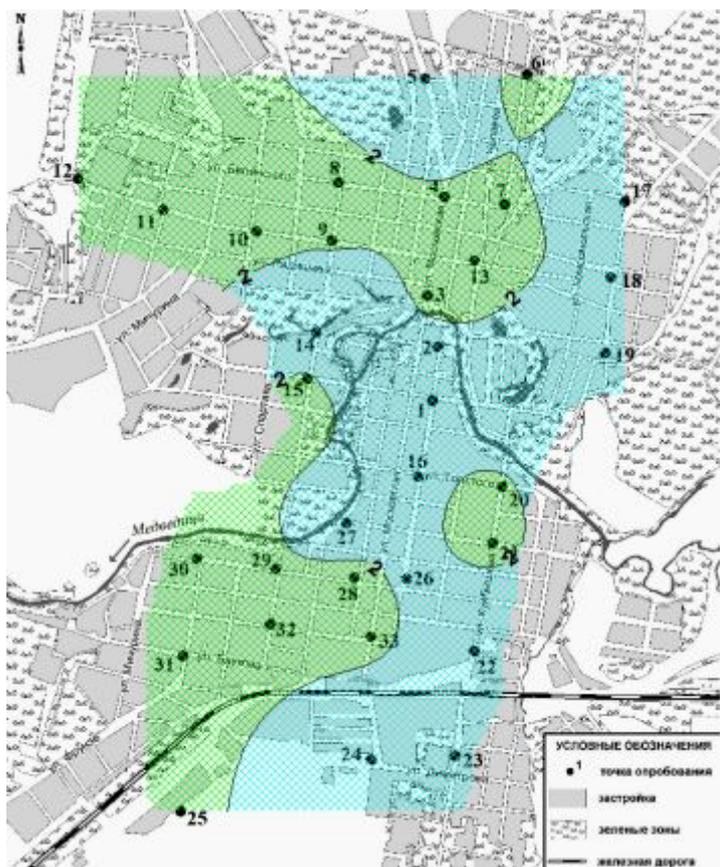


Рис. 1. Схема распределения содержания органического вещества в почвах г. Петровска

Из рисунка 1 видно, что по характеру распределения содержания органического вещества в почвах территории г. Петровска делится практически на две равные части, которые условно можно назвать западной и восточной. В пределах западной части концентрация органического вещества изменяется от 2 до 3%, что характеризует исследуемые почвы как с низким его содержа-

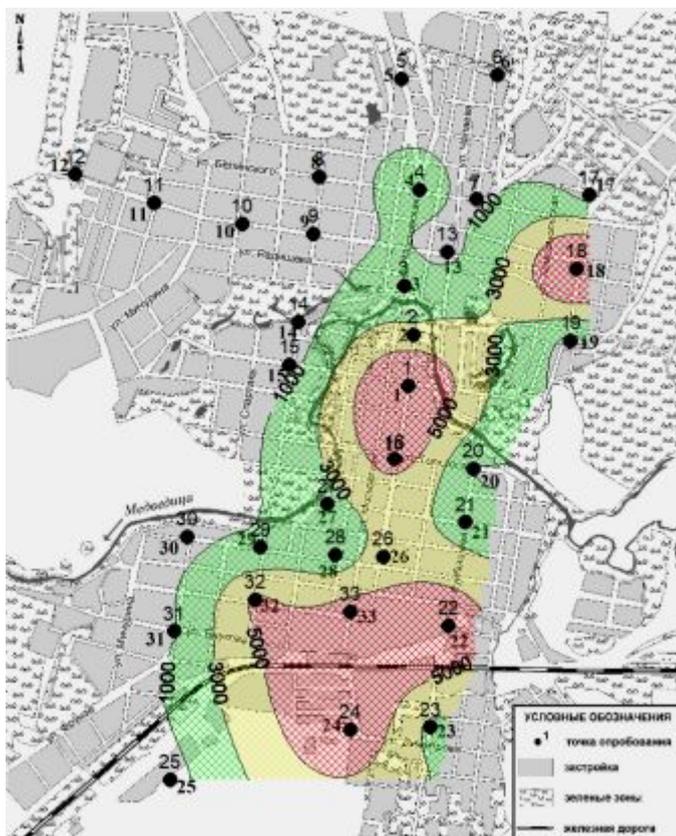


Рис. 2. Схема распределения значений коэффициента опасности для нефтепродуктов в почвах г. Петровска

При сопоставлении схем распределения содержания органического вещества и концентраций нефтепродуктов в почвах г. Петровска отмечают следующие закономерности: территория отчетливо делится на две части – западную, почвы которой содержат органическое вещество на фоновом уровне и загрязнены нефтепродуктами на допустимом уровне, и восточную, с высокой техногенной нагрузкой, почвы которой обеднены органическим веществом и опасно загрязнены нефтепродуктами. В процессе статистической обработки полученных результатов был рассчитан коэффициент корреляции между содержанием органического вещества и концентрацией нефтепродуктов, который оказался равным $-0,07$. Это указывает на низкую обратную взаимосвязь между названными параметрами, что наглядно иллюстрирует сделанный вывод. Скорее всего, это связано с тем, что нефтепродукты, вместе с другими антропогенными факторами, нарушают в городских почвах ряд физико-химических процессов, приводят к снижению концентрации органического вещества.

Выводы. В результате проведенных исследований почвенного покрова на территории города Петровск установлено, что в почвах протекают два основных процесса, связанных с геохимией углерода и влияющих на геоэкологическое состояние почв. Первый процесс – снижение концентрации органического вещества в почве указывает на неблагоприятную геоэкологическую обстановку, которая приводит к снижению плодородия почв в пределах города. Второй процесс – рост концентрации нефтепродуктов в почвах, что указывает на возрастающее антропогенное воздействие на почвы в пре-

делах г. Петровска. Рост концентрации нефтепродуктов может привести к превышению нормативных показателей их содержания в почве и, соответственно, к обширному площадному загрязнению.

Полученную информацию целесообразно учитывать при принятии природоохранных и градостроительных решений на территории г. Петровск. Сеть эколого-геохимического опробования почвенного покрова может быть использована при проведении мониторинговых исследований.

Литература

1. Абросимова О.В., Макарова А.А. Экологический анализ почвенных разностей урбосистем г. Саратова // Антропогенная трансформация природной среды. – 2018. – № 4. – С. 129-133.
2. Водяницкий Ю.Н. Органическое вещество в городских почвах (обзор литературы) // Почвоведение. – 2015. – № 8. – С. 921-931.
3. Горбов С.Н., Безуголова О.С. Элементный состав гуминовых кислот почв урбанизированных территорий (на примере Ростова-на-Дону) // Почвоведение. – 2013. – № 11. – С. 1316-1324.
4. Демиденко А.А., Демурджан В.М., Шебанова А.Д. Изучение питательного режима почв, загрязненных нефтью // Агрохимия. – 1983. – № 9. – С. 100-103.
5. Каменщикова В.И., Еремченко О.З., Шестаков И.Е., Кувшинская Л.В. Биодиагностика экологического состояния почв города Перми // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 3. – С. 85-89.
6. Ковалева Е.И., Яковлев А.С. Модель экологического нормирования нефтезагрязненных почв по изменению некоторых биогеоценологических функций // Экология и промышленность России. – 2018. – № 22 (11). – С. 34-39.
7. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Письмо Минприроды России № 25/8-34 от 09.03.1995 // КонсультантПлюс.
8. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения. – Вестник Пермского университета. Биология. – 2007. – Вып. 5 (10). – С. 134-141.
9. О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Письмо Минприроды России № 04-25/61-5678 от 27.12.1993 // КонсультантПлюс.
10. Прокофьева Т.В., Розанова М.С., Попутников В.О. Некоторые особенности органического вещества почв на территориях парков и прилегающих кварталов Москвы // Почвоведение. – 2013. – № 3. – С. 302-314.
11. Решетников М.В., Маджид Д.С.М., Шкодин С.Д., Юдин Н.Б. Органическое вещество в почвах города Вольска (Саратовская область) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2019. – Т. 19. – Вып. 1. – С. 63-67. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-63-67>
12. Розанова М.С., Прокофьева Т.В., Лысак Л.В., Рахлеева А.А. Органическое вещество почв Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова на Ленинских горах. – 2016. – № 9. – С. 1079-1092.
13. Себых С.А., Иванисова Н.В., Семенов Д.В., Зеленков Д.П. Результаты определения гумуса в местах произрастания хвойных на территории города Новочеркасска // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 9-2. – С. 73-76.
14. Середа Л.О., Яблонских Л.А., Куропан С.А. Мониторинг эколого-геохимического состояния почвенного покрова города Воронежа // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. – 2015. – № 2(12). – С. 66-73.
15. Смирнова Е.Б., Решетникова В.Н., Степанов М.А., Макарова Т.Ю. Содержание гумуса и его комплексов с металлами в черноземе обыкновенном рекреационных территорий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1-8. – С. 2068-2071.
16. Таширов Р.М., Александрова А.Б. Оценка состояния почв парков центральной части г. Казани // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 4(16). – С. 42-46.
17. Шешнев А.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В. Загрязнение нефтепродуктами вод Волгоградского водохранилища и почв в районе ликвидированного цементного завода (г. Вольск Саратовской области) // Геоэкология. – 2016. – № 5. – С. 420-426.
18. Beyer L., Blume H.P., Elsner D.C., Willnow A. Soil organic matter and microbial activity in urban soils // Sci. Total. Environ. 1995. Vol. 168. P. 267-278.

N.V. Dobrolubova¹, D.S.M. Majeed¹, V.N. Eremin¹, M.V. Reshetnikov²

¹Saratov State University, Astrakhanskaya ul. 83, 410012 Saratov, Russia, e-mail: dobrolubovanv@mail.ru, diler-salam1989@gmail.com, ereminvit@gmail.com;

²“KogalymNIPIneft” Branch of LLC LUKOIL-Engineering, Respubliki ul. 41, 625000 Tyumen, Russia, e-mail: rmv85@list.ru

The soils of urbanized territories are subject to active anthropogenic influence, which leads to the violation of a number of their ecological functions. Fertility is the function of soils that changes most as a result of anthropogenic activity. Petroleum products are a group of chemical compounds that are the main pollutants of soils within cities. Studying the relationship between the concentration of humus and petroleum products in urban soils is an important task that requires careful study.

On the territory of the city of Petrovsk, 33 soil samples were collected, which were analyzed for the content of organic matter and petroleum products. Determination of organic matter was carried out by the Tyurin method, and the concentration of petroleum products by the gravimetric method. The results obtained were compared with background concentrations and standard indicators. The concentration of organic matter varied from 0.73 to 2.37% with an average value of 1.95%. Petroleum products in soils varied in concentrations from 100 to 9360 mg/kg with an average value of 2304 mg/kg. According to the existing regulatory documentation, 7 samples have very high, 2 – high, 2 – medium, 5 – low, and 17 – acceptable contamination levels. Based on the results obtained, graphical applications were built using the Surfer software package, which shows the area distribution of the studied parameters.

It is established that two adverse environmental processes occur in the soils of the city of Petrovsk: the first – a decrease in the concentration of organic matter in the soil, which means a decrease in soil fertility; the second – an increase in the concentration of petroleum products in comparison with the background content

Keywords: organic matter, petroleum products, urban soils, pollution.

References

1. Abrosimova O.V., Makarova A.A. Ecological analysis of soil differences of urban systems of Saratov // Anthropogenic transformation of the natural environment. 2018. № 4. S. 129-133.
2. Vodyanitsky Yu.N. Organic matter in urban soils (literature review) // Soil science. 2015. № 8. C. 921-931.
3. Gorbov S.N., Bezuglova O.S. Elementny composition of humic acids of soils of urbanized territory (on the example of Rostov-on-Don) // Soil science. 2013. № 11. C. 1316-1324.
4. Demidenko A.Ya., Demurjan V.M., Sheyanova A.D. Study of the nutrient regime of soils contaminated with oil // Agrochemistry, 1983. No. 9. S. 100-103.
5. Kamenshchikova V.I., Eremchenko O.Z., Shestakov I.E., Kuvshinskaya L.V. Biodegradation of the ecological state of the soils of the city of Perm // Ecology of urbanized territories. 2011. № 3. C. 85-89.
6. Kovaleva E.I., Yakovlev A.S. Model of ecological rationing of oil-contaminated soils by changing some biogeocenotic functions // Ecology and industry of Russia. 2018. No. 22 (11). S. 34-39.
7. Methodological recommendations for the identification of degraded and contaminated land. Letter from the Ministry of Natural Resources of Russia dated 09.03.1995 No. 25/8-34 // Consult Plus.
8. Nazarov A.V. Influence of oil pollution of the soil on plants. Bulletin of Perm University. Biology. 2007. Issue. 5 (10). S. 134-141.
9. On the procedure for determining the extent of damage from land pollution by chemicals. Letter of the Ministry of Natural Resources of Russia No. 04-25/61-5678 dated 27.12.1993 // Consult Plus.
10. Prokofieva T.V., Rozanova M.S., Poputnikov V.O. Some features of the organic matter of soils in the territories of parks and adjacent quarters of Moscow // Soil science. 2013. № 3. C. 302-314.
11. Reshetnikov M.V., Majid D.M., Shkodin S.D., Yudin N. B. Organic matter in the soils of the city of Volsk (Saratov Region) // Izv. Sarat. Univer. New ser. Ser. Of Earth sciences. 2019. T. 19, vol. 1. C. 63-67. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-63-67>
12. Rozanova M.S., Prokofieva T.V., Lysak L.V., Rakhleeva A.A. Organic matter of soils of the Botanical Garden of Moscow State University named after M.V. Lomonosov on the Lenin Mountains // Soil science. 2016. № 9. C. 1079-1092.
13. Sedykh S.A., Ivanisova N.V., Semenov D.V., Zelenkov D.P. Results of the determination of humus in the places of growth of conifers in the city of Novocherkassk // Modern trends in the development of science and technology. 2016. № 9-2. S. 73-76.
14. Sereda L.O., Yablonsky L.A., Kurolop S.A. Monitoring of the cold and geochemical state of the soil cover of the city of Voronezh // Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences. 2015. № 2(12). C. 66-73.
15. Smirnova E.B., Reshetnikova V.N., Stepanov M.A., Makarova T. Yu. The content of humus and its complexes with metals in the chernozem of ordinary recreational territory // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Volume 14. No. 1-8. C. 2068-2071.
16. Tagirov R.M., Alexandrova A.B. Assessment of the soil condition of the parks of the central part of Kazan // Russian Journal of Applied Ecology. 2018. № 4(16). S. 42-46.
17. Sheshnev A.S., Eremin V.N., Reshetnikov M.V. Pollution with oil products of the waters of the Volgograd reservoir and soils in the area of the liquidated cement plant (Volsk, Saratov region) // Geocology. 2016. № 5. C. 420-426.
18. Beyer L., Blume H.P., Elsner D.C., Willnow A. Soil organic matter and microbial activity in urban soils // Sci. Total. Environ. 1995. Vol. 168. P. 267-278.