

DOI 10.15593/2409-5125/2019.01.09

УДК 59.006; 591.5; 631.4

**А.В. Жадобин¹, К.Ш. Казеев^{1,2}, А.Л. Лесина²,
А.А. Александров², Д.К. Казеев², С.И. Колесников^{1,2}**

¹Ростовский-на-Дону зоопарк

²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РОСТОВСКОГО ЗООПАРКА

Ростовский-на-Дону зоопарк, расположенный в центре мегаполиса, является одним из крупнейших в России. При этом его территория испытывает высокую антропогенную нагрузку, последствия которой необходимо исследовать и нормировать. В 2017–2018 годах проведено сравнительное исследование экологических и биологических параметров почв зоопарка Ростова-на-Дону. В зоопарке были изучены мониторинговые участки с разным назначением: вольеры с разными животными, рекреационная зона, парковая часть. Контрольным участком сравнения был относительно ненарушенный участок парковой зоны на территории зоопарка с обыкновенным черноземом. Подобные почвы широко распространены на юге европейской территории России. Почвы Ростовского зоопарка подвержены деградационным процессам под влиянием крупного города, вследствие содержания животных в вольерах, а также вследствие нагрузки от большого числа посетителей. Выявлена неоднородность эдафических условий разных участков. Наиболее значительно различаются физические свойства почв разных участков. Плотность и почвенная структура были ухудшены в вольерах с крупными животными: зебрами, оленями и верблюдом. С помощью методов биоиндикации и биотестирования удалось определить степень деградации почв вольеров по сравнению с почвой контрольного участка. Минимальное обилие бактерий выделено из почвы вольера с зебрами, сниженное обилие было в почве вольеров голубых баранов и гиен. Содержание органического углерода понижено в почвах вольеров с зебрами и баранами вследствие искусственного добавления песка в почву для улучшения ее водно-физических свойств. Основными результатами деградации являются переуплотнение, загрязнение биогенными элементами, изменение биологической активности и экологических функций. Степень деградации почв зависит от величины вольера, содержащихся в них животных, уровня воздействия и мелиоративных мероприятий.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, биоиндикация, биологическая активность, чернозем, зоопарк.

Урбанизация в настоящее время является одним из основных факторов, изменяющих экологическое состояние природы. Состояние почвенно-растительного покрова городов привлекает большое внимание исследова-

Оценка экологического состояния почв Ростовского зоопарка / А.В. Жадобин, К.Ш. Казеев, А.Л. Лесина, А.А. Александров, Д.К. Казеев, С.И. Колесников // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 1. – С. 131–141. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.01.09

Zhadobin A.V., Kazeev K.Sh., Lesina A.L., Aleksandrov A.A., Kravtsova N.E., Kolesnikov S.I. Assessment of the ecological condition of soils in Rostov zoo. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2019. No. 1. Pp. 131-141. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.01.09

телей [1–3]. При этом урболандшафты исследованы далеко не в полной мере. Особенности почв и почвенного покрова Ростова-на-Дону отражены в литературе [4–10]. Было показано влияние городских условий на физические, химические и биологические особенности почв Ростова-на-Дону, установлено их загрязнение тяжелыми металлами и другими основными загрязнителями. Антропогенное воздействие значительно изменило свойства и характер почвообразования зональных черноземов степной зоны юга России, описанных в литературе [11]. Кроме того, в качестве эталонного участка на территории города была исследована территория Ботанического сада Южного федерального университета [12]. Однако существующие исследования не смогли отразить закономерности функционирования почв мегаполиса в полной мере. Особенно это касается биологического состояния городских почв.

Ростовский зоопарк является участником 38 программ по сохранению редких и исчезающих видов животных. В ростовском зоопарке содержится около 5 тыс. животных, относящихся к 400 видам, причем 105 из них внесены в Красную книгу МСОП, 33 вида – в Красную книгу России, а 132 вида внесены в списки приложений конвенции CITES.

Ростовский зоопарк – один из крупнейших зоопарков России – был основан 90 лет назад и расположен в центре крупного мегаполиса (рис. 1). Зоопарк является членом Евроазиатской Ассоциации зоопарков и аквариумов с 1994 года. Отличительной особенностью зоопарка является обширная парковая зона, что делает его особенно популярным местом отдыха горожан. Актуальность экологических исследований территории ростовского зоопарка определяется малой изученностью, наличием специфических факторов структурно-функциональной организации, интенсивным антропогенным воздействием, необходимостью детального исследования экологического состояния.

Почвы зоопарков практически не исследованы, несмотря на значительную роль почв в функционировании природных и антропогенных экосистем. Ранее была проведена работа по оценке экологического состояния почв Московского зоопарка [13, 14]. Результаты предварительных исследований территории Ростовского-на-Дону зоопарка изложены ранее в работах [15, 16].

Цель исследования почв ростовского зоопарка – оценить их экологическое состояние и функционирование. Исследования выполнены в 2017–2018 годах в соответствии с разработанной методологией эколого-биологического состояния почв [17]. Ранее по такой методологии были исследованы экологические параметры почв заповедников и антропоген-

но нарушенных территорий [18–20]. В результате были определены мониторинговые площадки на территории зоопарка: вольеры с птицами (серые журавли *Grus grus*, павлины *Pavo cristatus*, казарки и др.), пятнистыми гиенами (*Crocutacrocota*), зебрами Чапмана (*Equus burchelli chapmani*), эму (*Dromaius vieillot*), благородными оленями (*Cervu selaphus*), верблюдом двугорбым (*Camelus bactrianus*), голубыми баранами (*Pseudois nayaur*). Контрольным был выбран участок в парковой зоне с минимальным антропогенным нарушением, с почвенно-растительным покровом, характерным для большей части территории зоопарка. Дополнительно проведены исследования детской площадки, как места с наибольшей выраженностью рекреационного воздействия посетителей зоопарка. На каждой мониторинговой площадке отбирали по 3 индивидуальных образца почв и в каждом из них проводили аналитические исследования, повторность – 3–10-кратная. Среди определяемых показателей были физические, химические, физико-химические и биологические свойства почв. Полевые и лабораторно-аналитические исследования проводили в зоопарке и лабораториях Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета. В качестве биоиндикаторов были использованы свободноживущие азотфиксирующие бактерии рода *Azotobacter* и семена редиса *Raphanus sativus*, которые широко используются в диагностике экологического состояния почв [16, 21–24].

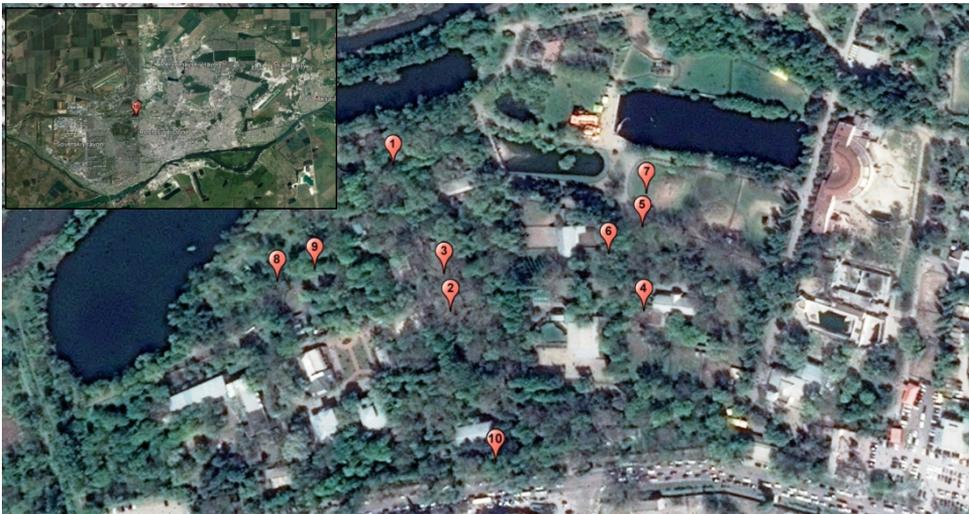


Рис. 1. Схема размещения мониторинговых площадок в зоопарке в 2017 году: 1 – гиены; 2 – эму; 3 – журавли; 4 – зебры; 5 – олень; 6 – верблюд двугорбый; 7 – голубые бараны; 8 – детская площадка; 9 – контроль; 10 – участок перед зданием администрации зоопарка

Почва исследуемых участков представлена черноземами обыкновенными, которые подробно описаны в научной литературе [11, 26]. В некоторых вольерах (зебры и голубые бараны) для улучшения водно-физического состояния на поверхность почвы добавляли разное количество песка. За контроль был взят участок с минимальным антропогенным нарушением, с почвенно-растительным покровом, характерным для большей части территории зоопарка (рис. 2). Рекреационно-нарушенный участок находится в 50 м от контрольного и характеризуется существенным нарушением поверхности почвы. Поверхность почвы наиболее сильно повреждена в вольере с оленями, которые своими острыми копытами значительно повлияли на поверхность почвы (рис. 3).



Рис. 2. Контрольный участок зоопарка



Рис. 3. Нарушенная почва участка в вольере с оленями

Проведенные в 2017 году исследования показали некоторые различия в свойствах почв исследуемой территории. Влажность и температура почв соответствовали сезону исследований. Температура почвы на глубине 5 и 10 см колебалась в пределах 5–7 °С. Влажность верхнего слоя почвы варьировалась в больших пределах, но во всех случаях была высокой. Реакция почвенной среды оказалась наиболее консервативным показателем. На всех 10 исследуемых участках рН колебался в небольшом диапазоне 7,4–7,8. Концентрация легкорастворимых солей в почвах вольеров с животными несколько повышена относительно почв контрольных участков. Однако разница в значениях незначительна и требует подтверждения при отборе проб в сухой сезон.

Наиболее показательным параметром была плотность почвы. Во всех вольерах с животными плотность почв была повышена относительно контрольных значений. При этом значения достигали высоких величин, до 1,4–1,5 г/см³. Только в вольерах с птицами плотность почв была на уровне

контрольных значений. Причина этого легко объяснима величиной животных и уровнем их подвижности. Это создает высокое давление на почву, вызывая разрушение ее поверхностного слоя.

Содержание животных в вольерах существенно влияет на структурность почв. Все участки с животными и птицами отличаются от почвы контрольного участка меньшим содержанием структурных отдельностей размером от 1 до 10 мм (рис. 4). В вольерах с крупными животными структура почвы была изменена с комковатой (как в контроле) на глыбистую. Нарушение структурности в вольере № 3, вызванное содержанием множества совместно живущих нелетающих птиц (куры, казарки, павлины и другие), больше, чем в вольере нескольких крупных эму. Заключим, что воздействие на почву связано как с размерами животных, так и с их количеством в вольере, а также с размером вольера.

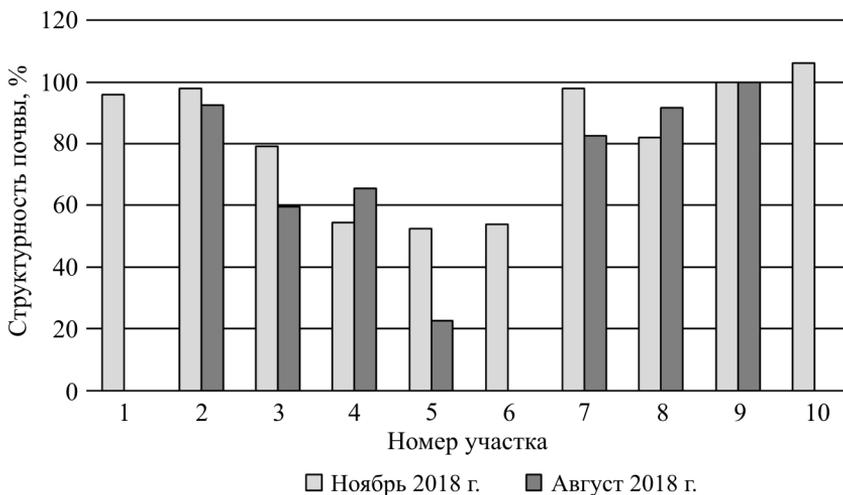


Рис. 4. Влияние рекреационного воздействия на структурность почв зоопарка

Рекреационное воздействие посетителей ростовского зоопарка на почву и почвенный покров максимально в мае, а к концу ноября значительно снижается. В связи с этим в ноябре по большинству показателей не обнаружено существенных различий между почвами контрольного и рекреационно-нарушенного участка. Влажность почвы, как при определении в полевых условиях влагомером, так и определенная традиционным весовым методом, была выше в почве контрольного участка. Это происходит в результате нарушения сложения почвы и разрушения ее структуры при вытаптывании. Структурность почвы контрольного участка значительно лучше, чем на нарушенном посетителями участке (см. рис. 4).

Также значимые различия установлены для содержания гумуса и всхожести семян тест-объекта (редиса). Значения этих показателей при рекреационном нарушении почвы существенно снижаются.

В результате исследований установлено разное представительство бактерий рода *Azotobacter* в почвах разных участков ростовского зоопарка. Эти бактерии осуществляют важную роль в круговороте азота в природе, связывая недоступный растениям атмосферный азот. Контрольные участки характеризовались высоким обилием бактерий – на уровне 91–97 % обростания. Такие значения характерны для зональных черноземов обыкновенных [12, 17]. Рекреационное нарушение поверхности почвы посетителями не привело к снижению значений показателя. В вольерах с птицами и оленями также не было выявлено различий в уровне обилия азотфиксирующих бактерий рода *Azotobacter* с контрольными участками. Минимальное обилие бактерий выделено из почвы вольера с зебрами, сниженное обилие было в почве вольера голубых баранов. Причиной снижения значений обилия бактерий было, по всей видимости, внесение песка в почвы этих вольеров. Здесь же было зафиксировано наибольшее варьирование значений исследуемого показателя в результате разного количества песка в пробах почвы.

Заключение. Почвы ростовского зоопарка – черноземы обыкновенные – подвержены деградационным нарушениям в результате содержания животных в вольерах, а также рекреационного воздействия посетителей. Установлено различие эколого-биологических свойств почв на разных мониторинговых площадках зоопарка в разных вольерах. Крупные копытные животные оказывают максимальное воздействие на физические свойства почв. Особенно это касается оленей, которые оказывают более сильное разрушающее воздействие на поверхность почвы по сравнению с другими животными. Минимальные нарушения отмечены в вольерах с птицами. Даже крупные эму практически не нарушают физические свойства почв. Внесение песка в качестве мелиоранта для улучшения водно-физических свойств почв в вольерах с горными баранами и зебрами приводит к значительным изменениям физических и биологических свойств почв. Наиболее чувствительными показателями экологического состояния почв зоопарка были плотность, структурность почв. Хорошие результаты получены при биоиндикации и биотестировании. В результате рекреационного воздействия посетителей изменяется гидротермический режим почв, ухудшается структурность, снижается содержание гумуса и прорастание семян растений. Содержание органического вещества, температура и влажность почв были менее информативными показателями.

Исследование выполнено при поддержке грантов ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-9072.2016.11) и Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/БЧ).

Библиографический список

1. Меньшикова Е.А., Ждакаев В.И. Экологическое состояние грунтов городских территорий Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 4 (28). – С. 124–132. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.10
2. Погорелов А.В., Липилин Д.А. Зеленые насаждения города Краснодара. Оценка и многолетние изменения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 3 (27). – С. 192–205. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.15
3. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Т. 1. // Экология города Ростова-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 290 с.
4. Bezuglova O.S., Gorbov S.N., Privalenko V.V. The humus profile and the microelemental composition of soils in the recreational areas of Rostov-on-Don // Eurasian Soil Science. – 2000. – Vol. 33, № 9. – P. 1001–1006.
5. Accumulation and migration of heavy metals in soils of the Rostov region, South of Russia / O.S. Bezuglova, S.N. Gorbov, S.A. Tischenko, A.S. Aleksikova, S.S. Tagiverdiev, A.K. Sherstnev, M.N. Dubinina // Journal of Soils and Sediments. – 2016. – Vol. 16, № 4. – P. 1203–1213.
6. Gorbov S.N., Bezuglova O.S. Specific features of organic matter in urban soils of Rostov-on-Don // Eurasian Soil Science. – 2014. – Vol. 47, № 8. – P. 792–800.
7. Genotoxicity and contamination of natural and anthropogenically transformed soils of the city of Rostov-on-Don with heavy metals / S.N. Gorbov, O.S. Bezuglova, T.V. Varduni, A.V. Gorovtsov, S.S. Tagiverdiev, Y.A. Hildebrandt // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48, № 12. – P. 1383–1392.
8. Plant contamination by heavy metals in the impact zone of Novocherkassk power station in the South of Russia / S.S. Mandzhieva, T.M. Minkina, V.A. Chaplygin, S.N. Sushkova, T.V. Bauer, D.G. Nevidomskaya, G.V. Motuzova // Journal of Soils and Sediments. – 2016. – Vol. 16, № 4. – P. 1383–1391.
9. Ecological resistance of the soil-plant system to contamination by heavy metals / T.M. Minkina, S.S. Mandzhieva, G.V. Motuzova, O.G. Nazarenko // Journal of Geochemical Exploration. – 2012. – Vol. 123. – P. 33–40.
10. Шишкина Д.Ю. Тяжелые металлы в почвах Ростова-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та. – 2017. – 98 с.
11. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2008. – 276 с.
12. Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагрогенных почв Ростовской области. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та. – 2015. – 130 с.
13. Юркова Н.Е. Экологическое состояние и функционирование почв Московского зоопарка: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Моск. гос. ун-т. – М., 2008. – 165 с.
14. Юркова Н.Е., Юрков А.М., Смагин А.В. Экологическое состояние почвенных объектов Московского зоопарка // Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 373–380.
15. Экологическое состояние почв вольеров с животными и птицами ростовского зоопарка [Электронный ресурс] / К.Ш. Казеев, А.В. Жадобин, А.Л. Лесина, А.А. Александров, Ю.С. Бакаева, Н.Е. Кравцова, С.И. Колесников // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_358.doc (дата обращения: 4.01.2019).
16. Ecological state of the soil at the Rostov-on-Don zoo / K.Sh. Kazeev, A.V. Zhadobin, A.I. Barbashev, Yu.V. Akimenko, S.I. Kolesnikov // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference Proceedings. – 2018. – Vol. 18. – Albena, Bulgaria. – P. 119–126.

17. Методы биодиагностики наземных экосистем / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Ю.В. Акименко, Е.В. Даденко. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2016. – 356 с.
18. Почвенный покров заповедника «Утриш» / К.Ш. Казеев, М.П. Черникова, С.И. Колесников, О.Н. Быхалова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2015. – 104 с.
19. Биологические свойства локально переувлажненных почв Ростовской области / К.Ш. Казеев, С.Е. Фомин, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков // Почвоведение. – 2004. – № 3. – С. 361–372.
20. Тер-Мисамянц Т.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Деградация дерново-карбонатных почв Западного Кавказа в результате вырубки леса. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2013. – 108 с.
21. Влияние технологии No-Till на эколого-биологическое состояние почв / Г.В. Мокриков, К.Ш. Казеев, Ю.В. Акименко, М.А. Мясникова, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2017. – 140 с.
22. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние антибиотиков – бензилпенициллина, фармазина, нистатина – на численность микроорганизмов в черноземе обыкновенном // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 53–258.
23. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние антибиотиков – бензилпенициллина, фармазина, нистатина) на биологические свойства чернозема обыкновенного // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1095–1101.
24. Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозема / С.И. Колесников, М.Г. Жаркова, Л.С. Везденеева, И.В. Кутузова, Е.В. Молчанова, Д.А. Зубков, К.Ш. Казеев // Экология. – 2014. – № 3. – С. 158–163.
25. Интегральная оценка электромагнитных воздействий различной природы на биологические свойства почв юга России / Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1386–1390.
26. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Атлас почв Азово-Черноморского бассейна. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южн. федер. ун-та, 2015. – 80 с.

References

1. Men'shikova E.A., Zhakayev V.I. Ekologicheskoe sostoyanie gruntov gorodskikh territorij Permskogo kraja. [Environmental condition of ground in urban territories of the perm region] *PNRPU. Applied ecology. Urban development*. 2017, No. 4, Pp. 124-132. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.10
2. Pogorelov A.V., Lipilin D.A. Zelenye nasazhdeniya goroda Krasnodara. Otsenka i mnogoletnie izmeneniya. [Green spaces of the Krasnodar city. Evaluation and multi-year changes]. *PNRPU. Applied ecology. Urban development*. 2017, No.4, Pp.192-205. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.15
3. Privalenko V.V., Bezuglova O.S. Ekologicheskie problemy antropogennykh landshaftov Rostovskoy oblasti. Tom 1. Ekologiya goroda Rostova-na-Donu. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo SKNTSVSH, 2003, 290 p.
4. The humus profile and the microelemental composition of soils in the recreational areas of Rostov-on-Don. *Eurasian Soil Science*. 2000, T. 33, V. 9, P. 1001-1006.
5. Bezuglova O.S., Gorbov S.N., Tischenko S.A., Aleksikova A.S., Tagiverdiev S.S., Sherstnev A.K., Dubinina M.N. Accumulation and migration of heavy metals in soils of the Rostov region, South of Russia. *Journal of Soils and Sediments*. 2016. T. 16, V. 4. P. 1203-1213.
6. Gorbov S.N., Bezuglova O.S. Specific features of organic matter in urban soils of Rostov-on-Don. *Eurasian Soil Science*. 2014. T. 47. V. 8. P. 792-800.
7. Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Varduni T.V., Gorovtsov A.V., Tagiverdiev S.S., Hildebrant Y.A. Genotoxicity and contamination of natural and anthropogenically transformed soils of the city of Rostov-on-Don with heavy metals. *Eurasian Soil Science*. 2015. T. 48. V. 12. P. 1383-1392.
8. Mandzhieva S.S., Minkina T.M., Chaplygin V.A., Sushkova S.N., Bauer T.V., Nevidomskaya D.G., Motuzova G.V. Plant contamination by heavy metals in the impact zone of Novochechensk power station in the South of Russia. *Journal of Soils and Sediments*. 2016, V. 16. № 4. P. 1383-1391.
9. Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Motuzova G.V., Nazarenko O.G. Ecological resistance of the soil-plant system to contamination by heavy metals. *Journal of Geochemical Exploration*. 2012, T. 123. P. 33-40.

10. Shishkina D.YU. Tyazhelye metally v pochvakh Rostova-na-Donu. [Heavy metals in the soils of Rostov-on-Don] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUzhnogo federal'nogo universiteta. 2017. 98 p.
11. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Pochvy Yuga Rossii. [Soils of the South of Russia] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Everest. 2008. 276 p.
12. Myasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Vliyanie vozrasta zalezhej na biologicheskie svojstva postagrogennykh pochv Rostovskoj oblasti. [The effect of age on the deposits of the biological properties of soils postagrogenic Rostov region] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. 130 p.
13. Yurkova N.E. Ekologicheskoe sostoyanie i funkcionirovanie pochv Moskovskogo zooparka. Avtoreferat ... kandidata biologicheskikh nauk. Moskva. MGU. 2008. 165 p.
14. Yurkova N.E., Yurkov A.M., Smagin A.V. Ecological status of soils in Moscow Zoo. [Ecological state and functioning of the soils of the Moscow Zoo]. *Eurasian Soil Science*. 2009. T. 42. V. 3. P. 342-348.
15. Kazeev K.Sh., Zhadobin A.V., Lesina A.L., Aleksandrov A.A., Bakaeva Yu.S., Kravtsova N.E., Kolesnikov S.I. Ekologicheskoe sostoyanie pochv vol'erov s zhiivotnymi i ptitsami Rostovskogo zooparka. [Ecological condition of soil enclosures with animals and birds of the Rostov zoo]. *AgroEhkoInfo*. 2018, V.3.
16. Kazeev K.Sh., Zhadobin A.V., Barbashev A.I., Akimenko Yu.V., Kolesnikov S.I. Ecological state of the soil at the Rostov-on-Don zoo. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference Proceedings. 2018. V. 18. Albena, Bulgaria. P. 119-126.
17. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Akimenko Y.V., Dadenko E.V. Metody biodiagnostiki nazemnykh ehkosistem. [Methods of bio-diagnostics of terrestrial ecosystems]. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2016. 356 p.
18. Kazeev K.Sh., Chernikova M.P., Kolesnikov S.I., Bykhalova O.N. Pochvennyj pokrov zapovednika «Utrish». [Soil cover reserve "Utrish"] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. 104 p.
19. Kazeev K.Sh., Fomin S.E., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biological properties of locally hydro-morphic soils in Rostov region. *Eurasian Soil Science*. 2004. T. 37. V. 3. C. 310-320.
20. Ter-Misakyants T.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Degradatsiya derno-karbonatnykh pochv Zapadnogo Kavkaza v rezul'tate vyrubki lesa. [Degradation of sod-calcareous soils of the Western Caucasus as a result of deforestation] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2013. 108 p.
21. Mokrikov G.V., Kazeev K.Sh., Akimenko Y.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. Vliyanie tekhnologii No-Till na ehkologo-biologicheskoe sostoyanie pochv. [The impact of No-Till technology on the ecological and biological state of the soil] Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2017. 140 p.
22. Akimenko Y.V., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I. Influence of antibiotics (benzylpenicillin, pharmazin, and nystatin) on the number of microorganisms in ordinary chernozem. *Contemporary Problems of Ecology*. 2014. T. 7. V. 2. P. 204-209.
23. Akimenko Y.V., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I. The impact of antibiotics (benzylpenicillin, and nystatin) on the biological properties of ordinary chernozems. *Eurasian Soil Science*. 2014. T. 47. V. 9. C. 910-916.
24. Kolesnikov S.I., Zharkova M.G., Kazeev K.S., Kutuzova I.V., Samokhvalova L.S., Naleta E.V., Zubkov D.A. Ecotoxicity assessment of heavy metals and crude oil based on biological characteristics of chernozem. *Russian Journal of Ecology*. 2014. T. 45. V. 3. P. 157-166.
25. Denisova T.V., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Integrated evaluation of different electromagnetic impacts on biological properties of soils in southern Russia. *Eurasian Soil Science*. 2011. T. 44. V. 11. P. 1269-1273.
26. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Atlas pochv Azovo-Chernomorskogo bassejna. [Soil Atlas of the Azov-Black Sea Region]. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. 80 p.

Получено 5.01.2019

**A. Zhadobin, K. Kazeev, A. Lesina,
A. Aleksandrov, N. Kravtsova, S. Kolesnikov**

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF SOILS IN ROSTOV ZOO

Rostov-on-Don Zoo located in the center of the megalopolis is one of the largest in Russia. At the same time, its territory is experiencing a high anthropogenic load, the consequences of which need to be investigated and normalized. A comparative study of ecological and biological parameters of the soils of Rostov-on-Don Zoo has been conducted in 2017–2018. In the zoo, monitoring sites with different functions were studied: aviaries with different animals, a recreational zone, a park. The control plot of the comparison was a relatively undisturbed section of the park on the territory of the zoo with ordinary chernozem. These soils are widely distributed in the south of the European territory of Russia. Soils of the Rostov Zoo are subject to degradation processes, associated with the influence of a large city, aviary keeping of animals and the recreational impact of visitors. Heterogeneity of the soil conditions of different sites is revealed. Physical properties of soils of different sites differ most significantly. Density and soil structure were deteriorated in the aviaries with large animals: zebras, deers and a camel. With the help of bioindication and biotesting methods, it was possible to determine the degree of soil degradation of aviaries in comparison with the soil of the control plot. The minimum abundance of bacteria was isolated from the soil of the aviary of zebras; the reduced abundance was in the soil of the aviaries of blue rams and hyenas. The content of organic carbon is lowered in the soils of aviaries with zebras and rams due to the artificial addition of sand to the soil to improve its water-physical properties. The main results of soil degradation are its overconsolidation, contamination with nutrients, decrease in biological activity and ecological functions. The degree of soil degradation depends on the size of the aviary, the animals kept in it, the level of impact and reclamation measures.

Keywords: anthropogenic impact, bioindication, biological activity, black soil, zoo.

Жадобин Александр Васильевич (Ростов-на-Дону, Россия) – директор Ростовского-на-Дону зоопарка (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: zoopark-rostov@mail.ru).

Казеев Камил Шагидуллоевич (Ростов-на-Дону, Россия) – д-р геол. наук, профессор, Южный федеральный университет, профессор кафедры «Экология и природопользование» (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: kamil_kazeev@mail.ru).

Лесина Анастасия Львовна (Ростов-на-Дону, Россия) – студентка, кафедра «Экология и природопользование», Южный федеральный университет (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: alister.lesina@gmail.com).

Александров Александр Александрович (Ростов-на-Дону, Россия) – студент, кафедра «Экология и природопользование», Южный федеральный университет (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1).

Казеев Дамир Камилевич (Ростов-на-Дону, Россия) – студент, кафедра «Экология и природопользование», Южный федеральный университет (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: dr_kazeev@mail.ru).

Колесников Сергей Ильич (Ростов-на-Дону, Россия) – д-р сельскохоз. наук, профессор, Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологий им. Д.И. Ивановского, заведующий кафедрой «Экология и природопользование» (344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru).

Zhadobin Alexander (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Director of the Rostov-on-Don zoo (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1, e-mail: zoopark-rostov@mail.ru).

Kazeev Kamil (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Doctor of Geological sciences, Professor, Southern Federal University, Professor of the Department of Ecology and Nature Management (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1, e-mail: kamil_kazeev@mail.ru).

Lesina Anastasia (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Student, Southern Federal University (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1, e-mail: alister.lesina@gmail.com).

Aleksandrov Alexander (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Student, Southern Federal University (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1).

Kazeev Damir (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Student, Southern Federal University (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1, e-mail: dr_kazeev@mail.ru).

Kolesnikov Sergey (Rostov-on-Don, Russian Federation) – Doctor of science, Professor, Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology, Head of the Department of Ecology and Nature Management (344090, Rostov-on-Don, Strikes av., 194/1, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru).