

An aerial photograph of a city at dusk. The sky is a deep blue, transitioning to a lighter orange glow near the horizon. The city is densely packed with buildings, and a large river flows through it. A prominent bridge with multiple piers spans across the river in the foreground. The water reflects the city lights and the sky. The overall scene is serene and captures the transition from day to night.

## **ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Материалы международной конференции  
памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка  
14-15 ноября 2019 г.

Пермь 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Материалы международной конференции  
памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка

(14–15 ноября 2019 года, г. Пермь)



Пермь 2019

УДК 504.05: 574

ББК 20.18

П781

**Проблемы антропогенной трансформации природной среды. Материалы**  
П781 **междунар. конф. (14–15 ноября 2019 г.) / под ред. С. А. Бузмакова; Перм. гос. нац.**  
**исслед. ун-т. – Пермь, 2019. – 298 с.**

ISBN 978-5-7944-3372-2

Сборник содержит материалы международной конференции «Проблемы антропогенной трансформации природной среды», проведенной на кафедре биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета.

Представлены результаты современных исследований в области антропогенной трансформации экосистем и отдельных их компонентов. Издание предназначено для экологов, природопользователей, географов, биологов, специалистов в области охраны природы, преподавателей высшей школы, аспирантов и студентов географических, биологических и геологических направлений.

УДК 504.05: 574

ББК 20.18

*Печатается по решению оргкомитета международной конференции  
«Проблемы антропогенной трансформации природной среды»*

*Главный редактор: проф. С. А. Бузмаков*

*Рецензенты: д-р биол. наук, директор научно-исследовательского института экологии и рационального использования природных ресурсов при ТюмГУ А. В. Соромотин;  
д-р техн. наук, профессор, директор ФГБУ УралНИИ «Экология» Б. Е. Шенфельд*

ISBN 978-5-7944-3372-2

© Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, 2019

11. *Соболев Н.А.* Концепция биологического разнообразия в приложении к развитию сети природных резерватов Подмосковья // Чтения памяти проф. В.В. Станчинского. Смоленск, 1992. С. 19-21.
12. *Соболев Н.А.* Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в староосвоенных регионах (на примере Московской области). Автореф. дисс. канд. геогр. наук. М., 1997. 18 с.
13. *Соболев Н.А.* Принципы и проблемы формирования экологических сетей в России // Охрана природы и образование: на пути к устойчивому развитию. – Новосибирск: ГЦРО, 2009. – С. 7-10.
14. *Соболев Н.А., Волкова Л.Б., Гринченко О.С.* Млекопитающие на территориях особого природоохранного значения в Москве и Московской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология», 2014. № 4. С. 186-194.
15. *Соболев Н.А., Тишков А.А.* Красная книга и природное наследие с позиций актуальной биогеографии // Редкие и исчезающие виды млекопитающих России. Абакан: Хакасское книжное издательство, 2014. С. 118-122
16. *Тишков А. А.* Характерное пространство и характерное время как ключевые категории биогеографии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2016. № 4. С. 20–33.
17. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 27 декабря 2018 года). Статья 1. Основные понятия // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. АО «Кодекс», 2019. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 23.09.2019).
18. *Чернов Ю.И.* Биологические предпосылки освоения арктической среды организмами различных таксонов // Фауногенез и филоценогенез. М., 1984. С. 154-174.
19. *Чернов Ю.И.* Видовое разнообразие и компенсационные явления в сообществах и биотических системах. Зоол. журн. 2005. Т. 84, № 10. С. 1221-1238.
20. *Шварц Е.А.* Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 112 с.
21. *Opdam P.* Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies // Landscape Ecology. 1991. V. 5, № 2. P. 93-106.

УДК 574.22

Д.И. Дубровин<sup>1,2</sup>, О.С. Рафикова<sup>2</sup>, Д.В. Веселкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

<sup>2</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН  
620144, г. Екатеринбург, улица 8 Марта, 202  
e-mail: denisizmariupolya@gmail.com

D.I. Dubrovin, O.S. Rafikova, D.V. Veselkin

Ural Federal University named after the first President of Russia  
B.N. Yeltsin  
19, Mira st., Yekaterinburg, 620002  
Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
202, Marta 8 st., Yekaterinburg, 620144

#### ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ СООБЩЕСТВАХ С ДОМИНИРОВАНИЕМ ИНВАЗИВНОГО *ACER NEGUNDO* L.

Проанализированы 2160 измерений относительной влажности почвы на урбанизированных участках в зарослях североамериканского клена ясенелистного *Acer negundo* и в зарослях деревьев других видов. Измерения проводились на 34 пробных площадях. Установлено, что в течение вегетационного сезона влажность почвы положительно связана с суммарным количеством недавно выпавших осадков. В зарослях инвазивного *Acer negundo* установлены немного более высокие средние значения влажности почвы, чем в сообществах других деревьев. При использовании разных способов статистического анализа этот вывод имеет разную надежность.

Ключевые слова: биологические инвазии, *Acer negundo*, относительная влажность почвы, механизмы инвазивности, виды-трансформеры.

#### SOIL MOISTURE IN URBANIZED COMMUNITIES WITH DOMINATION OF INVASIVE *ACER NEGUNDO* L.

We analyzed 2160 measurements of relative soil moisture in urbanized areas in thickets of the North American maple *Acer negundo* and in thickets of trees of other species. The measurements were carried out on 34 sample plots. We found that during the growing season, soil moisture is positively associated with the total amount of recent rainfall. In the thickets of the invasive *Acer negundo*, slightly higher average soil moisture values are found than in the communities of other trees. When using different methods of statistical analysis, this conclusion has different reliability.

Key words: biological invasions, *Acer negundo*, relative soil moisture, invasive mechanisms, transformer species.

**Введение.** Урбанизированные ландшафты сильно подвержены инвазиям чужеродных растений. Повышенный риск внедрения инвазивных видов обусловлен как постоянным нарушением городских земель в результате деятельности человека, так и активной интродукцией. Занимая господствующее положение в урбанизированных сообществах, инвазивные растения могут заметно влиять на их разнообразие [7]. Но помимо эффектов на состав и обилие видов сообществ-реципиентов, в таких сообществах могут изменяться абиотические условия, например, влажность почвы [5] или содержание элементов минерального питания [4]. Условия трансформированных сообществ могут быть менее благоприятными для аборигенных растений, что может приводить к дальнейшему распространению чужеродных растений.

Возможно, что подобным образом на аборигенные сообщества может влиять североамериканский *Acer negundo* L. [1]. В урбанизированных сообществах с его доминированием снижается  $\alpha$ - и  $\gamma$ -разнообразие трав [2, 3]. Есть свидетельства, что

в почве густых зарослей *A. negundo* возрастает содержание элементов минерального питания [6]. Работ, в которых направленно исследовалась бы влажности почвы в сообществах с доминированием *A. negundo*, нам не известно. Поэтому мы решили проверить гипотезу о том, что в сообществах с доминированием инвазивного *A. negundo* наблюдается повышенная влажность почвы. Цель работы: сравнить объемную влажность почвы на урбанизированных участках в зарослях инвазивного *Acer negundo* и зарослях деревьев других видов.

**Материалы и методы.** Пробные площади (ПП). Исследование проведено на 34 ПП. ПП были двух размеров и заложены с разными целями. 24 ПП были 20×20 м для геоботанических описаний. 10 ПП были 10×10 м для экспериментальных исследований.

24 ПП 20×20 м подобраны на территории г. Екатеринбурга, г. Арамилы и пос. Кольцово. 12 ПП были заложены в сообществах с доминированием инвазивного *A. negundo* (An+); 12 ПП – в сообществах с доминированием других видов деревьев (An-; виды: *Ulmus laevis* Pall.; *Pinus sylvestris* L.; *Malus baccata* (L.) Borkh.; *Padus avium* Mill.; *Salix alba* L.; *Salix fragilis* L.; *Tilia cordata* Mill.; *Sorbus aucuparia* L.). ПП An+ и An- были подобраны так, что они были сгруппированы в пары: каждому сообществу An+ соответствовало сообщество An- с такими же характеристиками положения в рельефе и антропогенной нарушенности. Пары ПП по-разному располагались в рельефе: 5 пар находились в повышениях рельефа; 3 – на склонах; 4 – в понижениях. 10 ПП 10×10 м подобраны в г. Екатеринбурге; 5 ПП – в сообществах с доминированием *A. negundo* (An+); 5 ПП – в сообществах с доминированием других видов деревьев (An-; виды: *Pinus sylvestris* L.; *Pinus sibirica* Du Tour; *Padus avium* Mill.; *Tilia cordata* Mill.). ПП An+ и An- также сгруппированы в пары: 1 – в повышении рельефа; 1 – на склоне; 3 – в понижениях.

**Измерение влажности** верхних 5 см почвы выполнено с помощью прибора HH2 Moisturemeter (Великобритания; Delta-T Devices). На ПП 20×20 м измерения выполнены в два тура: с 22 июля по 5 августа и 20–22 августа 2019 г. На каждой ПП 20×20 м в случайно выбранных точках выполнено по 30 измерений за один тур; всего – 1440 измерений. На ПП 10×10 м измерения выполнены в три тура: 10 июля, 18 июля и 22 августа 2019 г. На каждой ПП 10×10 м выполнено по 24 измерения за один тур; всего – 720 измерений.

**Количество осадков** за 10 суток, предшествующих измерению влажности почвы, оценили с использованием данных с ресурса <https://www.accuweather.com>. Дата обращения – 15.09.2019.

**Анализ данных.** Использовали три способа анализа. 1. Коэффициент корреляции Пирсона для оценки связи между количеством осадков и влажностью почвы. 2. *t*-критерий Стьюдента для связанных переменных; связанными считали средние значения влажности почвы в парах ПП An+ и An-. 3. Однофакторный и многофакторный ANOVA; факторами изменчивости влажности почвы в ANOVA были приняты: а) вариант сообщества: An+ или An-; б) элемент рельефа: вершина, склон или понижение; в) вариант исследования: ПП 20×20 м или ПП 10×10 м. Анализ данных выполнен в программе Statistica (10.0.228.2, Statsoft inc., 2010).

**Результаты.** Независимо от варианта сообщества (An+ или An-), влажность почвы положительно связана с суммой осадков, выпавших за 10 сут, предшествующих измерению (см. рис. 1). Другими словами, в сообществах с доминированием *A. negundo* и других видов деревьев с увеличением количества осадков влажность почвы увеличивалась одинаковым образом.

Однофакторный ANOVA не выявил значимых различий влажности почвы между вариантами сообществ An+ и An-, как в объединенной выборке всех ПП, так при отдельной оценке эффектов на ПП разного размера (см. рисунок 2). Трехфакторный ANOVA с факторами «вариант сообщества», «элемент рельефа», «вариант исследования» также не показал значимого влияния доминирующего в древостое вида на влажность почвы. Для главных эффектов получены следующие оценки силы (значения критерия Фишера):  $F_{\text{вариант сообщества}}(1; 66) = 1,95$ ;  $P = 0,1677$ ;  $F_{\text{элемент рельефа}}(2; 66) = 5,57$ ;  $P = 0,0058$ ;  $F_{\text{вариант исследования}}(1; 66) = 49,51$ ;  $P < 0,0001$ .

Несмотря на то, что разность между средней влажностью почвы в сообществах с доминированием *A. negundo* и в сообществах под пологом других деревьев составляет только 2,1%, с помощью *t*-теста для связанных переменных можно показать, что эта разность статистически значима:  $t = 3,06$ ;  $dF = 38$ ;  $P = 0,0040$ .

**Заключение.** Наши данные свидетельствуют, что относительная влажность почвы под пологом *A. negundo* в среднем немного выше, чем под пологом других видов деревьев. Однако, существенно, что различия средних оценок влажности почвы между сообществами с *A. negundo* и другими, во-первых, небольшие, и, во-вторых, их не получилось статистически обосновать таким стандартным аппаратом, как дисперсионный анализ. По-видимому, существуют какие-то неучтенные нами факторы (свойства сообществ или условия), которые обуславливают большую неоднородность, гетерогенность оценок влажности почвы между разными сообществами и пробными площадями. Такая гетерогенность не позволяет статистически подтвердить значимость небольших контрастов влажности между сообществами An+ и An-. Отсутствие однозначной статистической поддержки свидетельствует, что для получения надежных заключений необходимо наблюдать за динамикой влажности почвы на протяжении нескольких вегетационных сезонов.

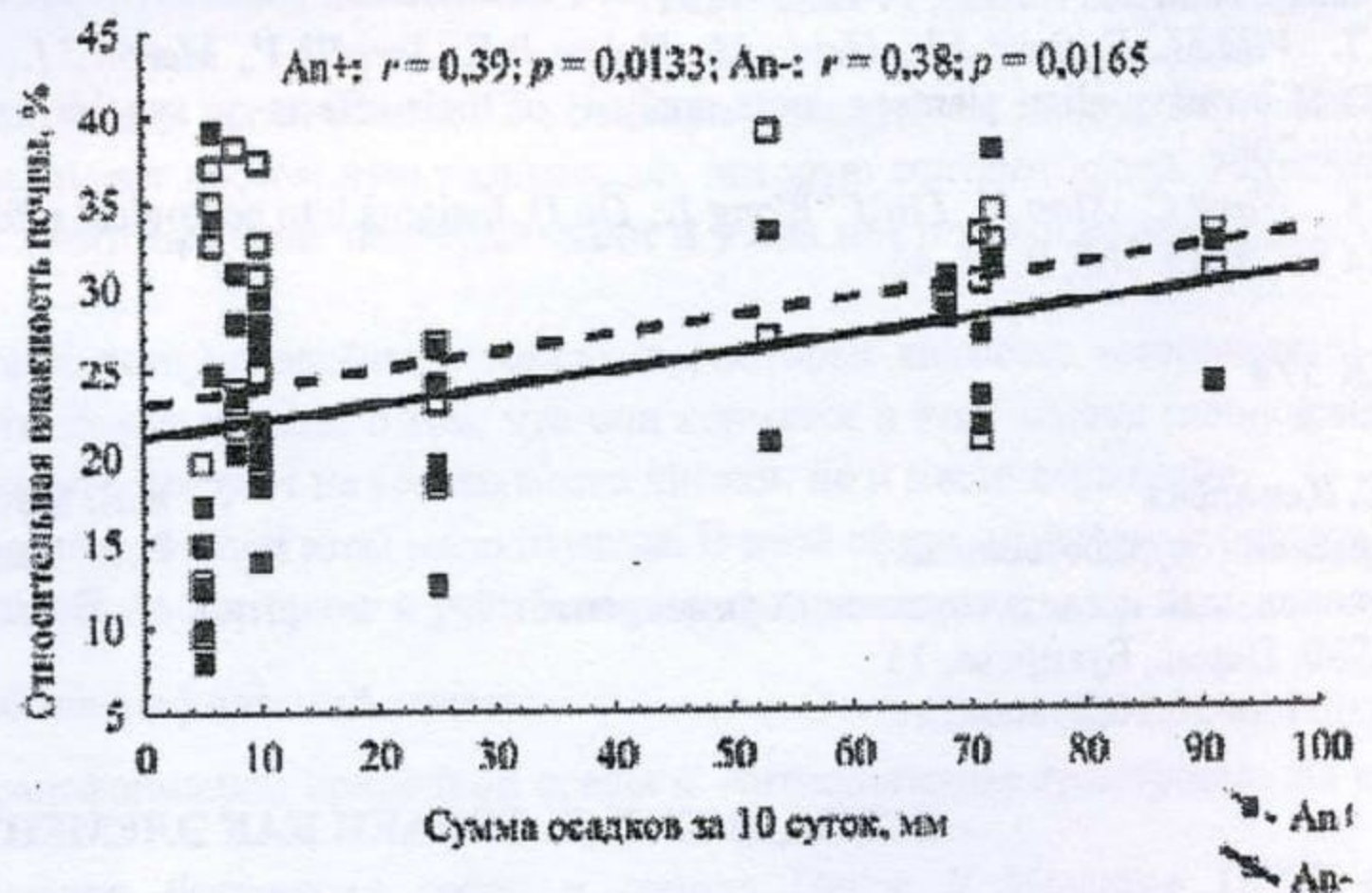


Рис. 1. Связь относительной влажности почвы в сообществах An+ и An- с суммой осадков, выпавших за 10 сут до регистрации влажности. Показаны линейные аппроксимации, коэффициенты корреляции (*r*) и уровни значимости (*p*).

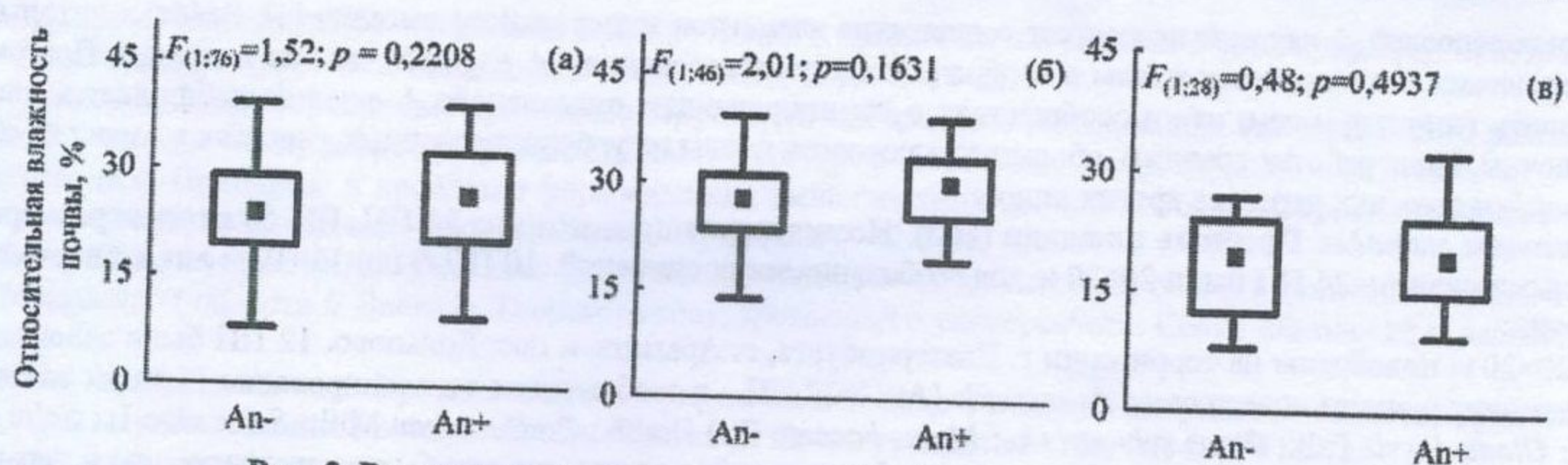


Рис. 2. Результаты однофакторных ANOVA для влажности почвы в сообществах Ap+ и Ap- в общей выборке (а), для 24 ПП 20×20 м (б), для 10 ПП 10×10 м (в). Показаны медианы, межквартильные размахи, размахи, значения критерия Фишера ( $F$ ) и уровни значимости ( $p$ ).

Тем не менее, если принять, что наши результаты характеризуют какую-то объективную закономерность, они свидетельствуют, что в сообществах с инвазивным *A. negundo* изменяются структурные или физико-химические свойства почв, влияющие на их способность поглощать и удерживать влагу и/или существуют какие-то особенности перераспределения воды и ее использования растениями. Заключение о повышенной влажности почвы под *A. negundo* позволяет считать, что наша рабочая гипотеза справедлива. Это согласуется с опубликованными данными о влиянии других инвазивных растений на содержание воды в почве [5]. Увеличение относительной влажности почвы в сообществах с доминированием инвазивных видов может быть одним из звеньев обратной положительной связи «инвазивное растение – физико-химические свойства почв – круговорот азота в почве» [8].

#### Библиографический список

1. Абрамова Л.М. О классификации сообществ с инвазивными видами // Известия Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 14. №1. С. 945–949.
2. Веселкин Д.В., Дубровин Д.И. Разнообразие травяного яруса урбанизированных сообществ с доминированием инвазивного *Acer negundo* // Экология. 2019. №5. С. 323–331.
3. Дубровин Д.И. Разнообразие урбанизированных растительных сообществ с доминированием инвазивного *Acer negundo* L. // Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 10–13 апреля 2018 г. ИЭРиЖ УрО РАН – Екатеринбург: «Резкшен». 2018. С. 30–33.
4. Ehrenfeld J.G. Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes // Ecosystems. 2003. Vol. 6. №6. P. 503–523.
5. Kuebbing S.E., Classen A.T., Simberloff D. Two co-occurring invasive woody shrubs alter soil properties and promote subdominant invasive species // J. Appl. Ecol. 2014. Vol. 51. №1. P. 124–133.
6. Sardans J., Bartrons M., Margalef O., Gargallo-Garriga A., Janssens I.A., Ciais P., Obersteiner M., Sigurdsson B.D., Chen H.Y.H., Penuelas J. Plant invasion is associated with higher plant–soil nutrient concentrations in nutrient-poor environments // Global Change Biol. 2017. №23, P. 1282–1291.
7. Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarošik V., Maron J.L., Pergl J., Schaffner U., Sun Y., Pyšek P. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems // Ecol. Lett. 2011. № 14, P. 702–708.
8. Wang C., Xiao H., Liu J., Wang L., Du D. Insights into ecological effects of invasive plants on soil nitrogen cycles // Amer. J. Plant Sci. 2015. №6, P. 34–46.

УДК 574

К.С. Ковалёва  
Пермский государственный  
национальный исследовательский университет  
614990, Пермь, Букирева, 15  
e-mail: kira-20.10@yandex.ru

K.S. Kovalëva  
Perm State University  
15, Bukireva st., Perm, 614990

#### БЕЗНАДЗОРНЫЕ СОБАКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В статье представлен перечень выводов по результатам исследования безнадзорных собак, выделен усреднённый физиологический тип безнадзорных собак, выявлена взаимосвязь между наличием зелёных насаждений и дневными местобитаниями безнадзорных собак.

Ключевые слова: безнадзорные собаки, зелёные насаждения.

#### STRAY DOGS AS AN ELEMENT OF THE CITY ENVIRONMENT

The article lists the findings of the study of neglected dogs, isolated averaged physiological type of stray dogs found a relationship between the presence of greenery and daytime habitat stray dogs.

Key words: stray dogs, green spaces.