

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ имени С. М. Кирова»

ИЗВЕСТИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ
АКАДЕМИИ

Выпуск 187

Издаются с 1886 года

Санкт-Петербург
2009

Рассмотрено и рекомендовано к изданию Ученым советом
Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии
(протокол № 1 от 17.02.09 г.)

Главный редактор

А. В. Селиховкин, доктор биологических наук, профессор

Редакционная коллегия:

А. С. Алексеев, доктор географических наук, профессор, (отв. редактор)

Э. М. Лаутнер, доктор технических наук, профессор (отв. секретарь)

В. А. Александров, доктор технических наук, профессор

С. М. Базаров, доктор технических наук, профессор

И. П. Дейнеко, доктор химических наук, профессор

Е. С. Мельников, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А. Н. Минаев, доктор технических наук, профессор

В. И. Онегин, доктор технических наук, профессор

В. А. Петрицкий, доктор философских наук, профессор

В. Н. Петров, доктор экономических наук, профессор

В. Г. Санаев, доктор технических наук, профессор, ректор МГУЛ

В. А. Суслов, доктор технических наук, профессор, ректор СПбГУРП

Л. В. Уткин, доктор технических наук, профессор

А. Н. Чубинский, доктор технических наук, профессор

В. И. Ягодин, доктор технических наук, профессор

М. В. Мукосей, кандидат технических наук, технический секретарь

УДК 630

Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. – Вып. 187. – 348 с.

ISBN 978-5-9239-0157-3

В очередном выпуске Известий ЛТА рассматриваются методы экологических исследований в энтомологии и вопросы экологии различных групп насекомых дендрофагов.

Темплан 2009 г. Изд. № 214.

ISBN 978-5-9239-0157-3

© Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия (СПбГЛТА), 2009

Середюк С. Д.,
кандидат биологических наук,
Институт экологии растений и животных УрО РАН,
escom@ipae.uran.ru

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЖУКОВ-ЩЕЛКУНОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ИХ ТОЖДЕСТВЕННОСТЬ ЭЛАТЕРИДОКОМПЛЕКСАМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Элатериды, урбанизация, видовое разнообразие,
«тождественность лесным видам»; elateridae, urbanised territories, specific diversity,
«compatibility of forest species»

Среди различных типов антропогенно трансформированных ландшафтов городские агломерации занимают особое место. На территориях крупных промышленных городов, в условиях значительного комплексного загрязнения и высокой гетерогенности всех параметров среды, многие закономерности преобразования сообществ и популяционной динамики приобретают более ярко выраженный характер, а скорость этих процессов выше, чем в естественных сообществах. Поэтому урбанизированные ландшафты представляют собой удобные модельные территории для изучения структуры видовых сообществ и популяций, механизмов поддержания разнообразия и устойчивости экосистем [2].

Жуки-щелкуны (Elateridae) – одно из многочисленных семейств жесткокрылых, личинки которых (проволочники) в большом количестве заселяют различные типы почв, подстилку и гнилую древесину. Являясь массовым компонентом почвенной энтомофауны, проволочники играют важную роль в почвообразовательных процессах [8, 9] и служат хорошим объектом, характеризующим изменения окружающей среды в антропогенно преобразованных, в том числе, урбанизированных ландшафтах, т. к. имеют значительное видовое разнообразие, низкую миграционную активность, высокую чувствительность и достаточно быструю реакцию на изменение средовых параметров. В силу специфики места обитания, они в наибольшей мере испытывают прямое и косвенное воздействие суммарной антропогенной нагрузки, характерной для городских территорий, в результате которой изменяется среда обитания животных [1, 7, 10, 13].

В нашей работе приводятся результаты исследования видового состава и структуры сообществ элатерид *в градиенте урбанизации* на тер-

ритории крупного промышленного центра (на примере г. Екатеринбург), расположенного на восточном склоне Среднего Урала в подзоне светлохвойной южной тайги.

Материал и методы

Для проведения сравнительного анализа на основании литературных данных [6, 8, 9, 10, 11] и оригинальных материалов в пределах города были выделены следующие зоны.

К (контроль) – естественные сосново-березовые леса южнотаежной подзоны Среднего Урала.

Лесопарковая зона:

I_S – лесопарки высокой степени дигрессии, на территории которых расположены городские парки культуры и отдыха;

I_M – лесопарки средней степени дигрессии;

I_L – слаботрансформированные лесопарки.

Селитебная зона:

II – фрагменты лесопарков в зоне малоэтажной застройки;

III – фрагменты лесопарков в зоне многоэтажной застройки на окраине города;

IV – фрагменты лесопарков и парки в зоне многоэтажной застройки в центре города.

В основу разделения на зоны положены следующие показатели: участие в насаждениях различных древесных пород, тип жилой застройки, степень рекреационной нагрузки. Лесопарки представляют собой территории с различной степенью сохранности естественных условий, существовавших до возникновения городской агломерации, остальные исследованные участки расположены в селитебной части города. Предложенные категории характеризуют последовательные переходы от сосново-березовых лесов с развитым зеленомошным комплексом (зона *К* – контроль) к куртинно-полянному комплексу с постепенным изреживанием, обеднением и локализацией лесных пород и элементов покрова, а на последних стадиях – дигрессии с преобладанием луговой и сорной растительности (IV зона в центральной части города) [10]. Таким образом происходит замена зонально-обусловленной растительности на представителей азональных или экстразональных экосистем [11]. На рис. 1 показано изменение доли *Pinus silvestris* L., мелколистных и азональных видов древесных пород в градиенте урбанизации, а также увеличение изреженности древостоя, выражающееся в снижении степени сомкнутости крон.

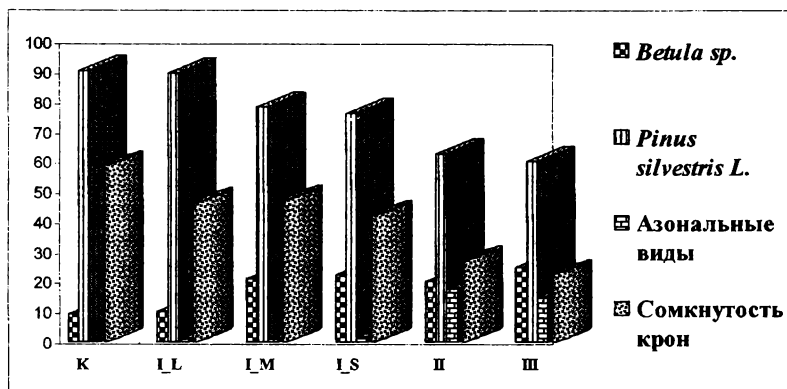


Рис. 1. Доля участия древесных пород в формировании зеленых зон города и сомкнутость крон изученных местообитаний

Для определения видового состава и плотности почвообитающих личинок шелкоунов применялась стандартная методика почвенных раскопок с последующей ручной разборкой [4, 6]. Почвенно-подстилочные пробы площадью 0,25 м² были отобраны в июле – августе 2007 г. Всего обследовано 16 лесопарков, парков и зеленых зон города и 3 контрольных участка. Отобрано и обработано 89 проб, определено 407 экземпляров шелкоунов.

При анализе полученных результатов определяли видовой состав, вычисляли долю видов. Видовое разнообразие оценивали с помощью:

– индекса Шеннона H'

$$H' = -\sum p_i \ln p_i,$$

где $i = 1, 2 \dots S$; S – количество видов; p_i – относительное обилие i -го вида;

– выравненности по Пиелу E

$$E = H' / H_{\max} = H' / \ln S,$$

где H' – индекс Шеннона, S – число выявленных видов;

– индекса доминирования Бергера–Паркера d

$$d = N_{\max} / N,$$

где N – общее число особей, N_{\max} – число особей самого обильного вида (Мэгаран, 1992).

По уравнению

$$I_{Ai} = \sum P_{ij} P_{Ai} / \sum (P_{Ai})^2,$$

где P_{ij} – доля j -го вида на данной площади, а P_{Ai} – доля его на лесной площади (Клауснитцер, 1990), рассчитывали «тождественность лесным видам» для изученных городских территорий.

Результаты и обсуждение

В центральной части города, соответствующей зоне IV, при почвенных раскопках не обнаружено личинок шелкоунов. Наибольшее число видов элатерид (10) зарегистрировано на территории городской агломерации в слаботрансформированных лесопарках, минимальное число видов (4) отмечено на территориях окраинной многоэтажной застройки и в зоне IV_s. Комплекс шелкоунов естественных сосново-березовых лесов представлен 23 лесными видами. Доминируют *Athous subfuscus* Müll., *Dalopius marginatus* L. – транспалеарктические бореальные, наиболее массовые виды, характерные для нашей подзоны (причем *A. subfuscus* Müll. тяготеет в основном к хвойным, а *D. marginatus* L. – к смешанным и мелколиственным лесам) и *Mosotalesus impressus* F. – вид с бореальным трансевразийским распространением, также населяющий хвойные и смешанные леса.

Общими для всех исследуемых территорий являются виды *D. marginatus* L. и *Selatosomus aeneus* L.

Видовые сообщества городской агломерации Екатеринбурга представлены 13 видами элатерид. Анализ структуры их доминирования показал, что исследуемые комплексы отличаются составом доминантных видов и их соотношением.

В слаботрансформированных лесопарках найдено 9 видов шелкоунов. Здесь практически сохраняется структура элатеридокомплексов, характерная для естественных территорий – доминируют те же виды.

В лесопарках с усилением степени трансформации доля *D. marginatus* L. увеличивается от 17% в естественных сообществах до 50% в зоне IV_M, так как этот вид, являясь лесным почвенно-подстилочным, больше тяготеет к березовым насаждениям, процент которых выше на территориях средней степени трансформации. В лесопарках высокой степени дигрессии со значительной рекреационной нагрузкой и в зонах застройки *D. marginatus* L. переходит в категорию субдоминантов.

Для среднетрансформированных лесопарков, наряду с основными доминантами – *A. subfuscus* Müll. и *D. marginatus* L., растет доля вида *A. haemorrhoidalis* F. – элемента неморальной биоты (что косвенно может свидетельствовать об изменении термического режима этих территорий), а также становится доминантом лесо-луговой вид *S. aeneus* L., плотность населения которого возрастает по мере нарушения исходной сре-

ды (что отмечено не только для урбанизированных территорий, но и при других антропогенных модификациях ландшафтов) [10, 15]. Это широко распространенный вид, относящийся к числу наиболее серьезных массовых вредителей, а его проникновение в значительных количествах в лесопарки свидетельствует о глубине произошедших здесь изменений.

В сильнотрансформированных лесопарках степень доминирования *S. aeneus* L. еще выше, но сохраняются фрагменты лесной среды – ниши для лесных видов *A. subfuscus* Müll. и *D. marginatus* L.

В градиенте урбанизации происходит снижение доли (вплоть до полного исчезновения с территорий селитебной зоны) вида *A. subfuscus* Müll. – типичного доминанта таежных хвойных лесов, преобладающего в почвах, где формируется грубоволокнистый кислый гумус – мор [5], что, очевидно, связано с изреживанием древостоя и уменьшением доли хвойных пород. Интересно отметить, что в зоне малоэтажной застройки, наряду с многочисленным *S. aeneus* L., субдоминантом становится лесостепной вид *Anostirus castaneus* L. с температным трансзиатским распространением. Это представитель неморальной биоты, проникающий в таежную зону вследствие явления экстразональности, личинки которого развиваются в лесной почве и подстилке, в местах с нарушенным травяным покровом. Вероятно, с изменением гидротермического режима почвы модифицированных территорий и увеличением ксеротизации связано значительное повышение плотности лесного, но более ксерофитного вида *Prosternon tessellatum* L. В зоне многоэтажной застройки доминируют представители открытых биотопов рода *Agriotes* (*A. obscurus* L. и *A. lineatus* L.), в естественных условиях – типичные обитатели лугов и сельскохозяйственных угодий, также сохраняется высокая доля эвритопа *S. aeneus* L.

На сравниваемых территориях был проведен анализ видового богатства и видового разнообразия (рис. 2). Для всех городских местообитаний отмечены близкие невысокие значения индекса Шеннона по сравнению с контрольными участками, за исключением зоны IV_L, где эти показатели существенно выше и принимают промежуточное значение между прочими урбанизированными территориями и естественным лесом.

Индекс Бергера–Паркера, характеризующий степень доминирования отдельных видов, выше в городских местообитаниях.

Сравнение «тождественности» комплексов щелкунов городских территорий (рис. 3) и сосново-березовых лесов южной тайги Среднего Урала показало снижение этого показателя в урбанистическом градиенте. В отличие от характеристик видового разнообразия, происходит его скачкообразное уменьшение при переходе от лесопарковой зоны к селитебным территориям.

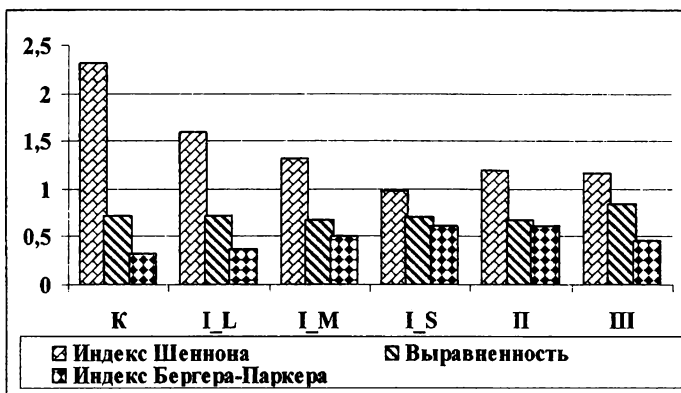


Рис. 2. Показатели видового разнообразия элатерид исследуемых территорий

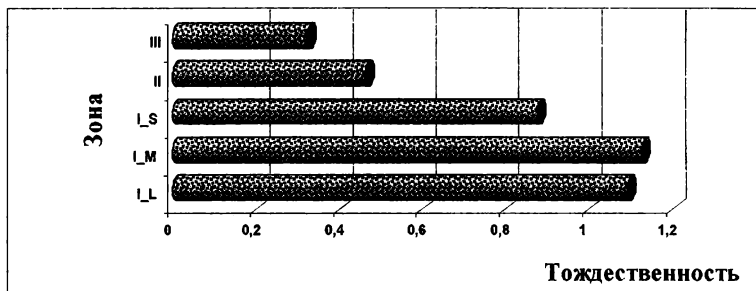


Рис. 3. Тождественность городских комплексов элатерид лесным сообществам шелкоунов

Таким образом, результатом воздействия урбанизации на зонально обусловленные сообщества жуков-шелкоунов является их значительная перестройка, выражающаяся в качественных и количественных изменениях структуры. С ростом урбанизации происходит сокращение видового богатства и видового разнообразия, снижается количество и доля бореальных и возрастает доля эвритопных и характерных для луговых сообществ видов. Это приводит к значительному расхождению их с естественными элатеридокомплексами, что проявляется в снижении показателя тождественности населению шелкоунов лесных экосистем.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-Урал проект № 04-07-96107.

Библиографический список

1. Бессолицына Е.П. Изменение структуры зооценозов почв подтаежного ландшафта в условиях техногенного воздействия // География и природные ресурсы. – 1990. №4. – С. 104–108.
2. Вершинин В.Л. Экология города: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. 82 с.
3. Пути адаптации фауны наземной фауны к условиям техногенных ландшафтов / В.Л. Вершинин, С.Д. Середюк, Н.Ф. Черноусова и др. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 183 с.
4. Гиляров М.С. Методы количественного учета почвенной фауны // Почвоведение. – 1941. №4. – С. 48–77.
5. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
6. Гиляров М.С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауна) // Методы почвенно-зоологических исследований. – М., 1975. – С. 12–29.
7. Гиляров М.С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М., 1982. – С. 8–11.
8. Гурьева Е.Л. Жуки-щелкуны (Elateridae). Подсемейство Athoinae. Триба Stenicerini. – Л.: Наука, 1989. – 295 с. (Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 12. Вып. 3).
9. Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. – Киев: Урожай, 1978. – 126 с.
10. Почвенные беспозвоночные – индикаторы состояния рекреационных ельников Подмосковья / А.А. Захаров, Ю.Б. Бызова, А.Я. Друк и др. // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М., 1982. – С. 40–52.
11. Ибрагимов А. К., Терентьев А. А., Ибрагимов А. А. Влияние урбанизированных территорий на состояние природных ландшафтов: эколого-педагогические аспекты // Экологическое образование: проблемы и перспективы. – Н. Новгород, 1998. – С. 129–137.
12. Клауснитцер Б. Экология городской фауны / Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
13. Криволицкий Д.А. Почвенные животные как биоиндикаторы при экологическом нормировании нарушений природной среды // Проблемы почвенной зоологии. – Минск, 1978. – С. 123–124.
14. Мозолевская Е.Г., Куликова Е.Г. Экологические категории городских насаждений // Экологический мониторинг и рациональное природопользование: Тр. МГУЛ. – М., 2000. Вып. 302(1) – С. 5–12.
15. Середюк С.Д. Структура сообществ сем. Elateridae подзон средней и южной тайги в условиях техногенного воздействия // Сибирский экологический журнал. – 2006. №5.
16. Толстухин Д.О., Соколова В.И. Функциональное зонирование городской территории. Геоэкологическое обоснование // Геоэкология урбанизированных территорий – М.: ЦПП, 1996. – 108 с.

Изучали сообщества жуков-щелкунов на территории крупной городской агломерации (Екатеринбург). Установлено, что под влиянием урбанизации происходит существенное обеднение видового состава, изменение структуры доминирования, снижается количество и доля бореальных и возрастает доля эвритопных и характерных для луговых сообществ видов.

We studied species communities of Elateridae beetles on the territory of big city agglomeration (Ekaterinburg). It was shown, that under effect of urbanization, were observed significant decreasing of species, changes in domination structure, reducing of number and share of boreal and growing of everytopic and meadows ones.