

УДК 595.762.12

ЖУЖЕЛИЦЫ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ЛЕСОВ ПРИОКСКОЙ ТЕРРАСЫ В СЕРПУХОВСКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Ю. Трошкова, Н.Ю. Трошков, Н.Б. Никитский

Проведено исследование видовой структуры и относительного обилия Carabidae в лесных биотопах на территории Серпуховского р-на Московской обл., вблизи юго-западной границы Приокско-террасного биосферного заповедника. Население жуужелиц представлено здесь 51 видом из 21 рода и 16 триб. Наибольшим количеством видов характеризуются роды *Harpalus*, *Carabus*, *Pterostichus*, *Amara*. Выполнено сравнение карабидокомплексов обследованных биотопов по информационному индексу Шеннона, коэффициентам Жаккара и Чекановского–Сёренсена. Показано значимое различие между биотопами по видовому составу и относительному обилию жуужелиц. Построена кривая доминирования–разнообразия, соответствующая логарифмическому распределению. Проведен анализ общих экологических характеристик. Биотопическое распределение жуужелиц неоднородно и соответствует экологическому преферентуму видов. Основу фауны жуужелиц составляют виды с евроазиатскими типами ареалов, с преобладанием сибирского, кавказского, переднеазиатского и среднеазиатского регионов распространения.

Ключевые слова: Carabidae; жуужелицы; фауна; Московская область; биотоп; индекс Шеннона; смешанный лес; приокская терраса; коэффициент Жаккара, Чекановского–Сёренсена; ареал.

Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) относятся к числу наиболее массовых групп «напочвенных беспозвоночных» (Тихомирова, 1975), заселяющих подстилку и верхний слой почвы. Распределение жуужелиц по биотопам тесно связано с почвенно-растительными условиями (Арнольди К.В., Арнольди Л.В., 1963; Гиляров, 1965; Криволицкий, 1978; Мордкович, 1990; Шарова, 1971; Грюнталь, Бутовский, 1997). Исследованиям по видовому составу жуужелиц в лесах Приокско-террасного биосферного заповедника посвящены работы ряда авторов (Тихомирова и др., 1979; Федоренко, 1988; отчасти: Никитский и др., 1996). Однако в последующие годы работы по изучению видовой разнообразия и биотопической приуроченности почвенных и подстилочных жуужелиц в данном районе не проводились.

Материалы и методы

Для исследований был выбран лесной участок в Серпуховском р-не Московской обл. вблизи Приокско-террасного биосферного государственного заповедника, расположенного на левом берегу р. Ока на стыке подзон хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Район исследований расположен на террасированной равнине, пологой наклоненной с севера на юг, в пределах ландшафта древнеаллювиально-водноледниковых равнин. В рельефе присутствуют долины, котловины и западины, моренные

холмы и песчаные бугры. Надпойменную террасу с северо-востока на юго-запад пересекает р. Сушка. Долина реки создает благоприятные условия для поддержания высокого биоразнообразия.

Полевые исследования проводили с мая по октябрь в 2011 и 2012 гг. Для отлова жуужелиц применяли метод почвенных ловушек Барбера (Barber, 1931; Фасулати, 1971; Гиляров, 1975). В качестве ловушек использовали пластиковые стаканы емкостью 0,2 л, заполненные на 2/3 объема 4%-м раствором формалина. Ловушки устанавливали в линию на расстоянии 10 м друг от друга, местоположение в течение сезона не менялось. Выборку жуужелиц делали один раз в месяц (Грюнталь, 1982). Всего было собрано 2 104 экз. жуужелиц на четырех пробных площадках, обработано 6 068 ловушко-суток.

Идентификацию жуужелиц проводили с помощью определителей (Крыжановский, 1965; Комаров, 1991; Исаев, 2002) и справочных коллекций Зоологического музея МГУ. Проверку определений проводил докт. биол. наук Н.Б. Никитский.

При анализе структуры населения жуужелиц виды распределяли по их удельной численности (отношение численности вида к общей численности в каждом биотопе, %): доминантные (более 5%), субдоминантные (от 1 до 5%), малочисленные (менее 1%).

Экологическая характеристика жуужелиц дана с использованием литературных данных (Шарова, 1971,

1982; Федоренко, 1988; Грюнталь, 1983; Грюнталь, Орлов, 1994). Для зоогеографического анализа использован каталог палеарктических жесткокрылых (Catalogue of Palearctic Coleoptera, 2003) и каталог жуужелиц России и сопредельных территорий (Kryzhanovskij et al., 1995), а также в целом для зоогеографического районирования использовали работу К.Б. Городкова (1984).

Территории, упомянутые в каталогах, были объединены в 10 регионов. Учитывая неоднозначность терминологии, следует дать рабочие определения географических понятий, используемых в данной работе. Латинские обозначения территорий, в основном, соответствуют каталогу палеарктических жесткокрылых.

1. Европа (E) включает западную, северную, центральную, восточную и южную части, в том числе южные территории России (ST) севернее Кумо-Манычской впадины (Kryzhanovskij et al., 1995). Поскольку все исследованные нами виды широко распространены во всех частях Европы, данный регион рассматривается как целое.

2. Кавказ (C) включает Грузию (GG), Армению (AR), Азербайджан (AB), территорию России южнее Кумо-Манычской впадины, восточные районы Турции в пределах Армянского нагорья, а также Иранский Азербайджан.

3. Сибирь (S) не подразделяется на западную (WS) и восточную (ES). Хотя некоторые авторы относят восточную часть Сибири к Восточной Азии, в данной работе в практических целях это не делается.

4. Передняя Азия (wA) включает страны с кодами AE, BA, CY, IN, IQ, IS, JO, KU, LE, OM, QA, SA, SI, SY, YE, TR (если не упомянута Европейская или Кавказская территории).

5. Средняя Азия (mA) включает Киргизию (KI), Таджикистан (TD), Туркменистан (TM), Узбекистан (UZ), а также часть Казахстана (KZ) южнее Арало-Иртышского водораздела.

6. К центральной Азии (cA) отнесены Афганистан (AF), северные и западные провинции Китая (GAN, XIN, XIZ, QIN, GUL, SCH, YUN), Монголия (MG).

7. Восточная Азия (eA) включает провинции северо-восточного (NE: HEI, JIL, LIA), северного (NO: HEN, NIN, NMO, SHA, SHN, SHX, TIA, HEV, BEI), центрального (CE: AHN, HUB, HUN, JIA, JIX, SHG, ZHE) и юго-восточного Китая (SE: FUJ, GUA, GUX, HAI, TAI, HKG, MAC), Корею (NC, SC), Японию (JA).

8. Дальний Восток России (FE) рассматривается как отдельный регион с границами, указанными в каталоге, хотя по ряду литературных данных юг Дальнего Востока относится к Восточной Азии.

9. Северная Африка (N).

10. Неарктика (NAR) также соответствуют каталогу.

Территории, на которые виды интродуцированы, не учитывались. Ориентальная область не затрагивает ареалы собранных видов жуужелиц. Для каждого региона вычислялась доля видов, которые отмечены в регионе. При этом ареалы всех подвидов каждого вида объединялись.

Процентное соотношение экологических групп жуужелиц в биотопе рассчитывали по факту обнаружения видов. Фаунистическое сходство биотопов рассчитывали по коэффициентам Чекановского–Сёренсена: $K_s = 2c/(a + b)$ и Жаккара: $K_j = c/(a + b - c)$, где a и b – число видов, обнаруженных в каждом из сравниваемых биотопов, c – число общих видов. Видовое разнообразие карабидофаун оценивали на основе информационного индекса Шеннона (MacArthur, 1955):

$$H = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где S – число видов, $p_i = n_i/N$ – удельная численность i -го вида, n_i – общая численность i -го вида, N – общая численность экземпляров всех видов жуужелиц для каждого биотопа. Дисперсию индекса Шеннона рассчитывали по (Bowman et al., 1970; Hutcheson, 1970):

$$V_H = \frac{\sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)^2 - (\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i)^2}{N} + \frac{S - 1}{2N^2}. \quad (2)$$

Выравненность видового разнообразия сообществ оценивали по нормированному индексу Шеннона, предложенному Е. Пиелу (Pielou, 1966):

$$E = H/H_{\max}, \quad (3)$$

где $H_{\max} = \log_2(S)$ – максимальное значение индекса для данного количества видов.

Достоверность различий видового разнообразия оценивали по критерию Стьюдента (t) с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ (95%) и числом степеней свободы (df) по формулам:

$$t = \frac{|H_1 - H_2|}{\sqrt{V_{H_1} - V_{H_2}}}, \quad (4)$$

$$df = \frac{(V_{H_1} + V_{H_2})^2}{(V_{H_1})^2 / N_1 + (V_{H_2})^2 / N_2}. \quad (5)$$

Геоботаническое описание на пробных площадках выполнено по стандартной методике (Боголюбов, Панков, 1996; Неронов, 2002).

Характеристика биотопов

Биотоп № 1. (54°53'21'' с.ш., 37°31'06'' в.д.) – смешанный лес с примесью широколиственных пород на пологом склоне с юго-восточной экспозицией по правому берегу р. Сушка, лес отделен от реки высокотравным сухим пойменным лугом. Почва дерново-подзолистая, рыхлая, влажноватая, подстилка хорошо развита. Первый ярус леса состоит из липы мелколистной (*Tilia cordata*), осины обыкновенной (*Populus tremula*), дуба черешчатого (*Quercus robur*), березы повислой (*Betula pendula*), единично – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*); второй ярус образует клен остролистный (*Acer platanoides*). Подлесок составляют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), черемуха обыкновенная (*Padus avium*), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*); редкий подрост – из ели европейской (*Picea abies*). Травянисто-кустарничковый ярус: сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), копытень европейский (*Asarum europaeum*), недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*), осока дернистая (*Carex caespitosa*), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*), хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*), хвощ луговой (*Equisetum pratense*), пролесник многолетний (*Mercurialis perennis*), зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum*), будра плющевидная (*Glechoma hederacea*), яснотка пятнистая (*Lamium maculatum*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), борец крупноносый (*Aconitum macrorhynchum*), лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus*), гравилат городской (*Geum urbanum*).

Биотоп № 2. (54°53'13'' с.ш., 37°31'00'' в.д.) – смешанный лес на крутом склоне с северо-западной экспозицией вдоль левого берега р. Сушка, вблизи русла. Почва дерново-подзолистая, влажноватая, подстилка слабо развита. Первый ярус леса состоит из березы повислой, липы мелколистной и сосны обыкновенной; второй ярус не представлен; подлесок из бересклета бородавчатого и черемухи обыкновенной; травянисто-кустарничковый ярус: пролесник многолетний, будра плющевидная, яснотка пятнистая, гравилат городской.

Биотоп № 3. (54°52'47'' с.ш., 37°31'41'' в.д.) – поляна в сосновом лесу с открытыми песчаными дюнами и сухим лугом с травянисто-кустарничковым покровом из злаков, бобовых и вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris*), молодым подростом из бере-

зы повислой и дуба черешчатого. По границе поляны встречается вероника седая (*Veronica incana*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*).

Биотоп № 4. (54°52'47'' с.ш., 37°31'25'' в.д.) – сосновый лес кустарничково-чернично-зеленомошный с участками из развитого подроста ели европейской, молодого дуба черешчатого и рябины обыкновенной. Почва супесчаная, влажноватая, покрыта зелеными мхами. Травянисто-кустарничковый ярус состоит из купены душистой (*Polygonatum odoratum*), черники (*Vaccinium myrtillus*), брусники (*Vaccinium vitis-idaea*). На участках без травостоя часто встречается молодил побегоносное (*Jovibarba sobolifera*).

Вдоль противопожарных рвов и грунтовой дороги через сосновый лес вблизи участков № 3 и № 4 также встречается очиток большой (*Hylotelephium maximum*), щавель туполистный (*Rumex obtusifolius*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), вероника седая, тысячелистник обыкновенный, буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), короставник полевой (*Knautia arvensis*), смолевка обыкновенная (*Oberna behen*), дудник лесной (*Angelica sylvestris*), икотник серо-зеленый (*Berteroa incana*), репейник обыкновенный (*Agrimonia eupatoria*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum*), герань лесная (*Geranium sylvaticum*).

Результаты и обсуждение

В районе исследований отмечен 51 вид жужелиц из 21 рода и 16 триб (табл. 1, 2). Видовой состав, численность, процентное соотношение в обследованных биотопах, общая экологическая характеристика и регионы распространения жужелиц приведены в табл. 1.

Характеристика биотопов по индексу разнообразия Шеннона и оценка выравненности сообществ приведена в табл. 2. Наибольший индекс разнообразия имеют биотопы смешанного леса № 1 и № 2. Максимальная выравненность сообществ по индексу Пиелу наблюдается в биотопе № 2, а минимальная – в № 4, хотя различия незначительные.

Оценка достоверности различий индекса Шеннона по критерию Стьюдента показала значимое отличие всех биотопов друг от друга по составу и удельной численности жужелиц с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ ($t > t_{кр}$). Минимальное отличие индекса Шеннона наблюдается между биотопами № 1 и № 2, а максимальное – между биотопами № 2 и № 4, № 1 и № 4, № 2 и № 3 (табл. 2, 3).

Сравнение карабидофауны биотопов по коэффициентам Жаккара (K_j) и Чекановского–Сёренсена (K_s) (табл. 3) показало, что наибольшим сходством обла-

дают биотопы № 1 и № 2 ($K_s = 0,78$; $K_j = 0,63$), что объясняется близостью их расположения и сходством фитоценозов, хотя экспозиция склона различна. Сравнение остальных биотопов между собой показало незначительное сходство между ними (табл. 3).

Представленность видов в отдельных биотопах и в целом по району исследований характеризуется неоднородностью (табл. 1). Путем ранжирования видов в порядке убывания численности построена кривая доминирования–разнообразия, соответствующая логарифмическому распределению (Magurran, 1988) (рис. 1). Полученная зависимость соответствует известной закономерности распределения доли видов разной численности, обычно изображаемой в виде сильно вогнутой кривой (Williams, 1964).

Данное распределение характеризуется сильной асимметрией, т.е. большей долей видов с низкой численностью и небольшим числом видов с высокой численностью. Другими словами, основную долю видового разнообразия составляют малочисленные виды, в меньшей степени субдоминантные и доминантные (рис. 2).

Наибольшее число (41) видов жуужелиц зарегистрировано в биотопах смешанного леса (№ 1, № 2). Наибольшим числом видов представлены роды *Harpalus* (8), *Carabus* (7), *Pterostichus* (7), *Amara* (7).

В смешанном лесу (№ 1) доминируют: *Platynus assimile*, *Pterostichus niger*, *Carabus nemoralis*, *Carabus granulatus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus melanarius*. В биотопе № 2 в число доминантов входят: *Pterostichus oblongopunctatus*, *Carabus nemoralis*, *Platynus assimile*, *Harpalus laevipes*, *Carabus convexus*, *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus aethiops*. На поляне (№ 3) доминируют *Cicindela hybrida*, *Poecilus lepidus*, *Harpalus autumnalis*, *Harpalus affinis*. В сосновом лесу (№ 4) доминируют *Carabus arcensis*, *Pterostichus oblongopunctatus* и *Pterostichus aethiops*.

Отдельные представители рода *Harpalus* (*H. rubripes* и *H. rufipes*) отмечены на всех пробных пло-

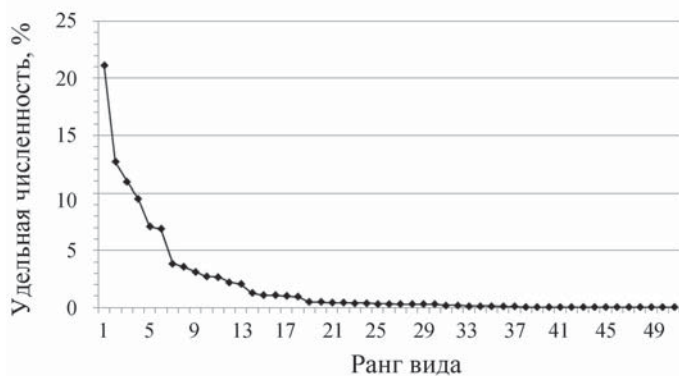


Рис. 1 Кривая доминирования–разнообразия (в сумме по всем биотопам)

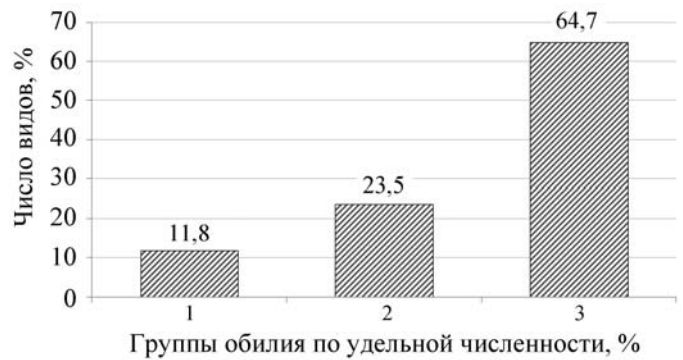


Рис. 2. Зависимость между численностью особей и числом видов: 1 – доминантные (>5%), 2 – субдоминантные (1–5%), 3 – малочисленные (<1%)

щадках, но в небольшом числе (не более 4%). Обычный в лесах *Pterostichus oblongopunctatus* присутствовал во всех биотопах, причем наиболее массово в смешанном (№ 2) и в сосновом (№ 4) лесу (19,1 и 13,3% соответственно).

В районе исследований зарегистрированы в единичном количестве: *Leistus ferrugineus*, *Leistus terminatus*, *Cicindela campestris*, *Elaphrus cupreus*, *Chlaenius tibialis*, *Ophonus rufibarbis*, *Badister sodalis*, *Agonum fuliginosum*, *Amara aenea*, *A. aulica*, *A. bifrons*, *A. fulva*, *A. nitida*, *A. similata*.

По биотопическому преферендуму многие авторы выделяют лесную, луговую, полевую, болотную и береговую группы, а также комбинаторные сочетания этих групп (табл. 1). В отдельную группу стоит выделить псаммофилов. Население жуужелиц исследованной территории можно сгруппировать в три более крупные группы: А – предпочитающие затененные биотопы с умеренной и повышенной влажностью (лесные, лесо-луговые, лесо-болотные), В – открытые береговые с высокой влажностью (береговые, болотно-береговые) и С – открытые сухие биотопы (луговые, лугово-полевые, открытые пески). Видов, предпочитающих только болотные, лугово-болотные или полевые биотопы, не обнаружено.

В целом распределение по биотопам соответствует экологической характеристике видов (табл. 4). В лесных биотопах (№ 1, № 2 и № 4) преобладают виды группы А (67,6; 70,0; 72,7% соответственно), на втором месте виды группы В (24,3; 23,3; 23,7% соответственно) и значительно меньше видов группы С (8,1; 6,7; 0,0% соответственно) (табл. 4). Другая картина наблюдается на поляне (№ 3), где преобладают виды группы С (68,9%), в то время как группа А составляет 31,3%, а группа В представлена одним экземпляром *Pterostichus nigrita*, видимо попавшим в ловушку случайно.

Продолжение табл. 1

№ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
28	<i>Badister lacertosus</i> Sturm, 1815	6	0,42	4	0,76	0	0	0	10	0,48	лс, бл	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
29	<i>Badister sodalis</i> (Dufschmid, 1812)	1	0,07	0	0	0	0	0	1	0,05	лс, бл, б	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
30	<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	1	0,07	0	0	0	0	0	1	0,05	бл, б	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
31	<i>Platynus assimile</i> (Paykull, 1790)	373	26,4	72	13,6	0	0	0	445	21,2	лс, бл, б	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
32	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,21	2	0,38	1	0,99	0	6	0,29	лг, п	М	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
33	<i>Poecilus lepidus</i> (Leske, 1785)	0	0	0	0	23	22,8	0	23	1,09	лг, оп	К	О	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
34	<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	3	0,21	0	0	0	0	0	3	0,14	лг, п	М	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
35	<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1796)	45	3,18	28	5,29	0	0	8	13,3	81	лс	М	М	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
36	<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illiger, 1798)	1	0,07	2	0,38	0	0	0	3	0,14	б	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
37	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	120	8,49	28	5,29	1	0,99	0	149	7,09	лс, лг	М	М	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
38	<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	182	12,9	15	2,84	3	2,97	0	200	9,51	лс	М	М	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
39	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	7	0,5	0	0	1	0,99	0	8	0,38	лс, бл, б	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
40	<i>Pl. oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	121	8,56	101	19,1	1	0,99	8	13,3	231	лс	М	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
41	<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1796)	7	0,5	13	2,46	0	0	0	20	0,95	лс, бл	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
42	<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	5	0,35	2	0,38	0	0	0	7	0,33	лс	Г	В	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
43	<i>Calathus micropterus</i> (Dufschmid., 1812)	0	0	0	0	1	0,99	3	5	0,19	лс	М	О	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
44	<i>Synuchus nivalis</i> (Panzer, 1798)	1	0,07	1	0,19	0	0	0	2	0,1	лг	М	О	3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
45	<i>Amara aenea</i> (DeGeer, 1774)	0	0	0	0	1	0,99	0	1	0,05	лг, п	М	В	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
46	<i>Amara aulica</i> (Panzer, 1796)	0	0	1	0,19	0	0	0	1	0,05	лг, п	М	О	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
47	<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	0	0	1	0,19	0	0	0	1	0,05	лг, п, оп	К	О	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
48	<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	3	0,21	0	0	0	0	0	3	0,14	лг, п	М	В	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
49	<i>Amara fulva</i> (O.F. Müller, 1776)	0	0	0	0	1	0,99	0	1	0,05	лг, п, оп	К	О	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
50	<i>Amara nitida</i> Sturm, 1825	1	0,07	0	0	0	0	0	1	0,05	лг, п	М	В	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
51	<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	0	0	0	0	0	0	1	1,67	1	0,05	лг, п	М	В	М	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Итого		1414		529		101		60	2104						100	86	67	57	51	29	25	41	14	6	
Ловушко-сутки		2694		1339		250		1785	6068						содержание видов (%) с ареалом в регионе										

Обозначения. Биотопический преферendum (БП): лс – лес (52,9%), лг – луг (45,1%), п – поле (29,4%), бл – болото (17,6%), б – берег (7,8%), оп – открытый сухой песок (5,88%). Отношение к влажности (ОВ): Г – гигрофил (23,5%), М – мезофил (66,7%), К – ксерофил (9,8%). Сезон размножения (СР): В – весенний (58,8%), О – осенний (31,4%), М – мультисезонный (7,8%). Тип питания (ТП): З – зоофаги (68,6%), М – миксофаги (31,4%). Регионы распространения: Е – Европа, С – Сибирь, С – Кавказ, wA – Передняя Азия, тA – Средняя Азия, сA – Центральная Азия, eA – Восточная Азия, FE – Дальний Восток России, N – Северная Африка, Nag – Неарктика.

*Список видов приведен в соответствии с Каталогом палеарктических жесткокрылых (Catalogue of Palaearctic Coleoptera, 2003).

Таблица 2

Оценка видового разнообразия и выравненности сообществ жужелиц

Показатель	Биотоп				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Все
Число видов (S)	37	30	16	11	51
Индекс Шеннона (H)	3,532	3,702	2,717	2,145	3,964
Максимальное значение индекса Шеннона ($H_{\text{макс}}$)	5,209	4,907	4,000	3,459	5,672
Индекс выравненности Пиелу (E)	0,678	0,755	0,679	0,620	0,699
Дисперсия индекса Шеннона (V_H)	0,002	0,004	0,031	0,052	0,001

Таблица 3

Сравнение биотопов по коэффициентам сходства и оценка значимости различий по индексу Шеннона и критерию Стьюдента

Коэффициент сходства	Сравнение биотопов					
	№ 1–№ 2	№ 1–№ 3	№ 1–№ 4	№ 2–№ 3	№ 2–№ 4	№ 3–№ 4
K_s	0,78	0,26	0,38	0,26	0,44	0,3
K_j	0,63	0,15	0,23	0,15	0,28	0,17
Оценка значимости различий по индексу Шеннона и критерию Стьюдента t ($\alpha = 0,05$, df)						
Число степеней свободы df	55	18	12	20	13	23
Критическое значение $t_{\text{кр}}$	2,004	2,101	2,179	2,086	2,160	2,069
Фактическое значение t	3,660	4,768	6,200	5,997	7,120	3,963

Таблица 4

Доля экологических групп жужелиц по количеству видов в биотопах, %

Группа	Биотоп				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Все
Биотопический предпочтительность, %					
А (лс, лс-лг, лс-бл)	67,6	70	31,3	72,7	52,9
В (б, бл-б)	8,1	6,7	0	0	7,8
С (лг, лг-п, оп)	24,3	23,3	68,9	23,7	39,2
Отношение к влажности, %					
Г (гигрофилы)	29,7	26,7	6,3	0	23,5
М (мезофилы)	70,3	70	68,8	100	66,7
К (ксерофилы)	0	3,3	25	0	9,8
Фенологическая группа (тип сезонного размножения), %					
В (весенний)	59,5	53,3	56,3	27,3	58,8
О (осенний)	29,7	30,0	31,3	63,6	31,4
М (мультисезонный)	10,8	13,3	12,5	9,1	7,8
Тип питания, %					
З (Зоофаги)	78,4	76,7	56,3	72,7	68,6
М (Миксофитофаги)	21,6	23,3	43,8	27,3	31,4

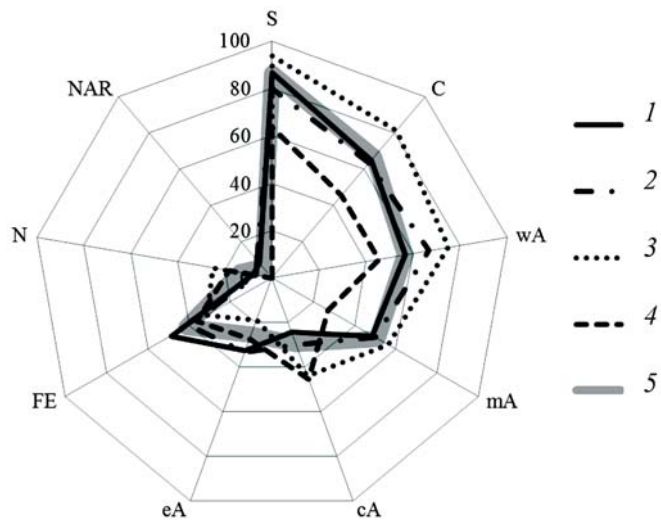


Рис. 3. Процентное соотношение географических регионов в ареалах жужелиц лесов надпойменной террасы левого берега р. Ока (1 – биотоп № 1, 2 – биотоп № 2, 3 – биотоп № 3, 4 – биотоп № 4, 5 – в целом). Европа (100%) не показана

По отношению к влажности во всех биотопах по числу видов преобладают мезофилы, причем под пологом соснового леса (№ 4) эта группа составляет 100%. При переходе от соснового леса к открытой поляне (№ 3) возрастает число ксерофильных видов (25%). В то же время по удельной численности ксерофилы доминируют на поляне над остальными группами, составляя 73,3% от общей численности жужелиц. В биотопах смешанного леса (№ 1, № 2) мезофилы преобладают над остальными группами как по количеству видов (около 70%), так и по их удельной численности (61,2–80,7%). Гигрофильные виды предпочитают условия смешанного леса и редко встречаются под пологом соснового леса и на открытой песчаной поляне (табл. 1, 4).

Анализ трофической структуры населения жужелиц в целом по району исследования показывает заметное преобладание зоофагов (68,6%) над миксофи-

тофагами (31,4%). Однако на поляне (биотоп № 3) это соотношение более выравнено в пользу видов со смешанным питанием (табл. 4). По географической характеристике все отмеченные в районе исследования виды жужелиц широко распространены в Европе. Из них подавляющее большинство (86%) имеют ареалы, пересекающие Сибирь; у 67% видов ареалы распространены на Кавказский регион; 57% достигают Передней и 51% – Средней Азии; 29% отмечены в Центральной Азии; 25% распространяются до Восточной Азии южнее России, в то время как 41% достигают Дальнего Востока России. В Северной Америке (Неарктике) обитают 5,9% отмеченных видов (*Notiophilus palustris*, *Loricera pilicornis*, *Harpalus laevipes*), их ареалы отнесены к циркумголарктическому типу (Городков, 1984). Северной Африки достигают 14% видов, из них 3,9% имеют транспалеарктический тип ареала (*Pterostichus nigrita*, *Amara similata*), 10,1% – западнопалеарктический (*Cicindela campestris*, *Harpalus rufipes*, *Ophonus rufibarbis*, *Amara aenea*, *Amara aulica*). Большинство же ареалов относится к Евроазиатскому типу распространения (80%) (табл. 1).

Диаграмма рассеяния ареалов видов для каждого биотопа и в целом по району исследований представлена на рис. 3. На поляне (№ 3) в большей степени, чем в других биотопах, представлены виды с кавказским, переднеазиатским, среднеазиатским и северо-африканским распространением, что может объясняться некоторым сходством условий обитания на сухой прогреваемой песчаной поляне с природными условиями в юго-восточных и южных регионах. По центральноазиатскому вектору поляна сходна с сосновым лесом (№ 4) и также отличается от смешанного леса (№ 1, № 2). В смешанном лесу, напротив, несколько бóльшую долю, чем на поляне, составляют виды, достигающие Дальнего Востока и Восточной Азии, где климат более влажный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арнольди К.В., Арнольди Л.В. О биоценозе как одном из основных понятий экологии, его структуре и объеме // Зоол. журн. 1963. Т. 42. Вып. 2. С. 161–183.
 Боголюбов А.С., Панков А.Б. Простейшая методика геоботанического описания леса // Методическое пособие. М., 1996. 17 с.
 Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв // М., 1965. С. 18–34.
 Гиляров М.С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны) // Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975. С. 12–30.
 Городков К.Б. Ареалы насекомых европейской части СССР // Атлас под ред. К.Б. Городкова, карты 179–22. Л., 1984. 100 с.

Грюнталь С.Ю., Бутовский Р.О. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как индикаторы рекреационного воздействия на лесные экосистемы // Энтомол. обозр. 1997. Т. LXXVI (3). С. 547–554.
 Исаев А.Ю. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья (Ч. 1. Adepnaga и Muxophaga) // Ульяновское отделение русского энтомологического общества. Сер. Природа Ульяновской области. Вып. 10. Ульяновск, 2002. С. 8–50.
 Комаров Е.В. Жужелицы рода *Badister* Clairv. (Coleoptera, Carabidae) фауны СССР // Энтомол. обозр. 1991. Т. 70. № 1. С. 93–108.
 Криволицкий Д.А. Почвенные животные как индикатор при экологическом нормировании нарушений природной

- среды / Проблемы почвенной зоологии. Минск, 1978. С. 123–124.
- Крыжановский О.Л. Сем. Carabidae – жужелицы // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. II. М.;Л., 1965. С. 29–77.
- Мордкович В.Г. Жужелицы как индикатор направления сукцессии // Тез. докл. III Всесоюз. карабидол. совещ. «Фауна и экология жужелиц». Октябрь, 1990 г. Кишинев, 1990. С. 50–51.
- Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России // Методическое пособие. М., 2002. 139 с.
- Никитский Н.Б., Осипов И.Н., Чемерис М.В., Семенов В.Б., Гусаков А.А. Жесткокрылые – ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области) // Сб. трудов Зоол. музея МГУ. М., 1996. Т. 36. 197 с.
- Тихомирова А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975. С. 73–85.
- Тихомирова А.Л., Рыбалов Л.Б., Россолимо Т.Е. Фауна и экология почвенных беспозвоночных (мезофауны) в сосновых лесах Приокско-террасного заповедника // Экосистемы Южного Подмосковья. М., 1979. С. 150–180.
- Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных // М., 1971. С. 317–321.
- Федоренко Д.Н. Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Московской области // Насекомые Московской области. Проблемы кадастра и охраны. М., 1988. С. 20–46.
- Шарова И.Х. Особенности биотопического распространения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в зоне смешанных лесов // Фауна и экология животных: Учен. зап. МГПИ им. В.И. Ленина. М., 1971. Вып. 465. С. 61–86.
- Шарова И.Х. Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Московской области и степень ее изученности // Почвенные беспозвоночные Московской области. М., 1982. С. 223–236.
- Barber H.S. Traps for Cave-Inhabiting Insects // Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. 1931. Vol. 46. P. 259–266.
- Bowman K.O., Hutcheson K., Odum E. P., Shenton L. R. Comments on the distribution of indices of diversity // International Symposium on Statistical Ecology. 1970. Vol. 3.
- Catalogue of Palaearctic Coleoptera // Vol. 1. Archostemata – Myxophaga – Adephaga. Eds. I. Lobl, A. Smetana. Denmark, Stenstrup: Apollo Books. 2003. 819 p.
- Hutcheson K. A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula // J. theor. Biol. 1970. Vol. 129. P. 151–154
- Kryzhanovskij O.L., Belousov I.A., Kabak I.I., Kataev B.M., Makarov K.V., Shilenkov V.G. A checklist of the ground-beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). Sofia, Moscow. 1995. 281 p.
- MacArthur R.H. Fluctuations of animal populations, and measure of community stability // Ecology. 1955. Vol. 36. N 7. P. 353–356.
- Magurran A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, 1988. 179 p.
- Pielou E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections // J. Theor. Biol. 1966. Vol. 13. P. 131–144.
- Williams C.B. Patterns in the Balance of Nature and Related Problems in Quantitative Ecology // N.Y., 1964. 324 p.

Поступила в редакцию 25.04.14

GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) OF PRIOKSK TERRACE FORESTS IN THE SERPUKHOV DISTRICT OF THE MOSCOW REGION

I.Y. Troshkova, N.Y. Troshkov, N.B. Nikitsky

The paper studies the species structure and relative abundance of Carabidae in the forest biotopes on the territory of the Serpukhov District of the Moscow Region. The population of ground beetles is represented by 51 species from 21 geni and 16 tribes. *Harpalus*, *Carabus*, *Pterostichus* and *Amara* geni are represented by the biggest number of species. Carabidae faunas of the biotopes have been compared according to the Shannon's information index, Jaccard's and Czekanowski-Sorensen's coefficients. A significant difference between the biotopes in the species structure and their relative abundance has been demonstrated. The dominance-diversity curve which corresponds with the logarithmic distribution has been drawn. The analysis of common ecological characteristics has been carried out. The biotopes distribution of Carabidae is inhomogeneous and corresponds with the ecological preferences of the species. The basis of the Carabidae fauna is formed by the species with Eurasian types of habitats, predominantly Siberian, Caucasian, Persian and Middle Asian regions.

Key words: Carabidae, ground beetles, fauna, Moscow Region, biotope, Shannon's information index, mixed forest; Prioksk terrace, Czekanowski-Sorensen's, Jaccard's coefficients, habitat.

Сведения об авторах: Трошкова Инга Юрьевна – доцент Московского государственного областного университета, канд. биол. наук (troshkova_inga@rambler.ru); Трошков Николай Юрьевич – соискатель кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета (nick-troshkov@mail.ru); Никитский Николай Борисович – ст. науч. сотр. Зоологического музея МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор (Nikitsky_NB@mtu-net.ru).