



УДК 595.763(476.5)

Е. С. Плискевич

## ЗЕЛЕННЫЕ ЗОНЫ ГОРОДА КАК ИСТОЧНИК БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКА

Во введении представлена значимость и актуальность исследования карабидокомплексов городских зеленых зон в связи с их значением в сохранении биоразнообразия города. Целью исследования является установление особенностей таксономической и экологической структур карабидокомплексов городских зеленых зон Витебска. В результате исследования получены данные о таксономической и экологической структурах карабидокомплексов городских и пригородных зеленых зон Витебска. Общее число выявленных видов жуужелиц составило 73 вида из 29 родов общим количеством 6521 экземпляр. В составе редких и локальных видов были отмечены: *Notiophilus aquaticus* (Linnaeus, 1758), *Carabus convexus* (Fabricius, 1775), *Poecilus punctulatus* (Schaller, 1783), *Platynus assimilis* (Paykull, 1790), *Amara ovata* (Fabricius, 1792), *Panagaeus bipustulatus* (Fabricius, 1775), *P. cruxmajor* (Linnaeus, 1758), *Badister unipustulatus* (Bonelli, 1813), *B. meridionalis* (Puel, 1925). Установлено доминирование по числу видов родов *Pterostichus*, *Carabus*, *Harpalus*. В парковой зоне города доминировали по относительному обилию: *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792), *Carabus cancellatus* (Illiger, 1798), *C. coriaceus* (Linnaeus, 1758), *C. nemoralis* (Müller, 1764), *P. niger* (Schaller, 1783), *Amara communis* (Panzer, 1797), *Patrobus atrorufus* (Ström, 1768). В составе карабидокомплексов городских и пригородных зеленых зон по числу видов преобладали стратобионты-скважники подстилочные, лесо-луговые виды, мезофилы, по относительному обилию – стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные, лесо-луговые виды, мезофилы. Для зеленых зон города и пригорода обнаружены значимые различия видового богатства и среднего числа экземпляров карабидокомплексов. Полученные результаты могут быть применены при составлении списков редких и охраняемых видов насекомых Беларуси, при организации мероприятий по охране редких и угрожаемых видов насекомых и их местообитаний в целях сохранения биологического разнообразия.

**Ключевые слова:** жуужелицы, Carabidae, зеленые зоны города, стратобионты-скважники подстилочные, стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные, лесо-луговые виды, мезофилы.

**Введение.** В настоящее время урбанизация является основной причиной исчезновения живых организмов, что приводит к возникновению однородных сообществ с преобладанием отдельных видов. Тем не менее некоторые городские среды обитания способны предоставить ресурсы для сохранения биоразнообразия городской среды. Городские зеленые зоны (парки, скверы, пешеходные бульвары, в составе пригородных зон – лесопарки) являются специфическими экосистемами, характеризующимися сильной пространственной дифференциацией местообитаний, что выражается в различиях растительного покрова и типов почв.

Городские зеленые зоны и их насаждения играют значимую роль в сохранении биоразнообразия города, поэтому важно понимать, подвержена ли изменению встречаемость видов в связи с преобразованием городской среды обитания и какое воздействие эти изменения могут оказывать на функционирование экосистем. Роль зеленых зон как источника биоразнообразия на территории городов активно изучается как в Европе [1; 2],

*Плискевич Елена Сергеевна*, канд. биол. наук, доц. каф. зоологии ВГУ им. П. М. Машерова (Беларусь).

**Адрес для корреспонденции:** Московский пр., 33, 210038, г. Витебск, Беларусь; e-mail: pliskevich.lena@yandex.by

и в Беларуси [3–5]. В качестве биоиндикаторов для определения состояния окружающей среды широко применяются представители семейства жуужелиц (Coleoptera, Carabidae), так как они отличаются повсеместным обитанием, экологической пластичностью, видовым разнообразием. Жуужелицы способны быстро реагировать на различные антропогенные и природные воздействия [6–8].

Рассмотрение видового состава герпетобионтов в условиях городских зеленых зон является немаловажным для установления степени преобразования природных условий в пределах города в связи с его постоянным развитием и ростом. Цель работы – выявить особенности таксономической и экологической структур карабидокомплексов городских зеленых зон Витебска.

**Материал и методы исследования.** Сбор материала осуществлялся в вегетационный период 2018–2020 гг. Для проведения исследования были выбраны 4 участка, находящиеся непосредственно на территории Витебска: парк отдыха «Витьба» (участки № 5, № 6) и парк имени 40-летия ВЛКСМ (участки № 7, № 8), которые расположены в пойме реки Витьба. Также материал был собран в пригороде города вблизи оз. Тулово (4 участка: № 1, № 2, № 3, № 4, расположены на южном берегу).

На участке № 1 (55°13'0.62" N, 30°19'8.16" E;  $h = 151$  м) отмечено доминирование в древесном ярусе дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), в меньшем количестве представлена береза повислая (*Betula pendula* Roth.), в травяном ярусе представлены: сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), овсяница (*Festuca* L.), земляника (*Fragaria vesca* L.), болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.), марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.). Для участка № 2 (55°13'0.56" N, 30°19'4.28" E;  $h = 151$  м) в древесном ярусе отмечены липа (*Tilia* L.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.). Травяной ярус включал: сныть обыкновенную, майник двулистный (*Maianthemum bifolium* L.), печеночницу благородную (*Hepatica nobilis* Mill.), болиголов пятнистый, одуванчик лекарственный. Участок № 3 (55°12'55.43" N, 30°18'37.84" E;  $h = 160$  м) характеризовался присутствием в древесном ярусе дуба черешчатого, березы повислой, осины обыкновенной. В травяном ярусе данного участка отмечены: сныть обыкновенная, болиголов пятнистый, майник двулистный, марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), ежа сборная, орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* L.), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.), тысячелистник обыкновенный, (*Achillea millefolium* L.). На участке № 4 (55°12'55.28" N, 30°18'29.73" E;  $h = 154$  м) были отмечены в древесном ярусе: ольха серая (*Alnus incana* L.), осина обыкновенная, в травяном – сныть обыкновенная, майник двулистный, копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), крапива двудомная. Участок № 5 расположен на левом берегу р. Витьба (55°12'6.25" N, 30°13'41.83" E;  $h = 155$  м), где из древесных пород преобладали клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), в травяном ярусе отмечены: сныть обыкновенная, чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), одуванчик лекарственный, хвощ луговой (*Equisetum pratense* Ehrh.), крапива двудомная. Участок № 6 расположен на правом берегу р. Витьба (55°12'26.29" N, 30°13'52.42" E;  $h = 140$  м), из древесных пород здесь отмечен тополь (*Populus* L.), в травяном ярусе – крапива двудомная, мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), бодяк (*Cirsium* Mill.), одуванчик лекарственный, ежа сборная [9; 10]. Для участка № 7, находится на левом берегу р. Витьба (55°11'56.61" N, 30°12'55.58" E;  $h = 144$  м), в составе древесной растительности отмечены: липа, ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), ива (*Salix* L.), тополь. В травяном ярусе представлены: сныть обыкновенная, одуванчик лекарственный, крапива двудомная, лопух (*Arctium* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), лютик едкий (*Ranunculus acris* L.). Участок № 8 расположен на правом берегу р. Витьба (55°11'59.54" N, 30°12'47.98" E;  $h = 142$  м), древесный ярус представлен дубом черешчатым, кленом ясенелистным, кленом остролистным (*Acer platanoides* L.), липой, ольхой серой, травяной ярус – снытью обыкновенной, крапивой двудомной.

Сбор материала осуществлялся с помощью почвенных ловушек Барбера (фиксирующая жидкость – 9%-я уксусная кислота), которые располагались в количестве 15 штук на изучаемый участок.

Альфа-разнообразие карабидокомплексов оценивалось с помощью индекса информационного разнообразия Шеннона ( $H'$ ) и индекса неоднородности Симпсона ( $D'$ ). Бета-разнообразие карабидокомплексов установлено с помощью неметрического теста ANOSIM (analysis of similarity) и неметрического многомерного шкалирования (non-metric multidimensional scaling, nMDS) на основе индекса Брея–Кертиса [9]. Перед анализом данные были проверены на нормальность распределения с помощью теста нормальности Шапиро–Уилка. Анализы осуществлены с помощью статистического пакета PAST 4.01.

Экологическая приуроченность и типы жизненных форм жувелиц приведены согласно И. Х. Шаровой [10] и И. А. Солодовникову [11]. При анализе структуры доминирования использовалась шкала Ренконена, включающая следующие группы: виды-доминанты (обилие свыше 5,00 %), субдоминанты (2,01–5,00 %), рецеденты (1,01–2,00 %) и субрецеденты (менее 1 %) [12].

Определение материала проводилось с использованием литературы [13]. Списки видов жувелиц составлены с учетом Каталога жувелиц России и сопредельных стран [14] и Каталога палеарктических жесткокрылых [15]. Определение и подтверждение определений видов жувелиц осуществлял И. А. Солодовников (ВГУ им. П. М. Машерова), за что автор ему очень признательна.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенного исследования общее число выявленных видов жувелиц в восьми рассматриваемых биоценозах составило 73 вида из 29 родов общим количеством 6521 экземпляр (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Видовой состав и обилие (%) карабидокомплексов парковых зон города и пригорода Витебска

№	Вид	Участки							
		окрестности озера Тулово				парк отдыха «Витьба»		парк имени 40-летия ВЛКСМ	
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	1,07	0,06	0,38	0,47	0,46	0	2,61	4,49
2	<i>L. terminatus</i> (Hellwig, 1793)	0,48	0,12	0,25	0,75	0	0	0	0
3	<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	0	0	0	0	10,10	0	42,03	82,02
4	<i>Notiophilus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1,31	0	0	0	0
5	<i>N. palustris</i> (Duftschmid, 1812)	0,12	0,12	0,76	0	0,58	1,07	2,90	0,22
6	<i>Carabus coriaceus</i> Linnaeus, 1758	4,99	4,29	4,16	4,03	0	0	8,55	1,80
7	<i>C. convexus</i> Fabricius, 1775	0	0,18	0	0	0	0	0	0
8	<i>C. hortensis</i> Linnaeus, 1758	6,41	8,21	1,01	3,46	0	0	0	0
9	<i>C. granulatus</i> Linnaeus, 1758	0,71	0,80	0,50	1,78	0,12	0	0	0
10	<i>C. cancellatus</i> Illiger, 1798	0,48	0,31	0	0,66	2,90	44,90	0	0,45
11	<i>C. nemoralis</i> Müller, 1764	4,04	2,94	17,50	6,18	5,10	23,50	7,25	2,70
12	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	0,24	0	0	0,28	0,93	0	2,61	0,90
13	<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0,09	0	0	0	0
14	<i>Dyschiriodes globosus</i> (Herbst, 1784)	0	0	0	0	0	0	0,14	0
15	<i>Trechus secalis</i> (Paykull, 1790)	0,12	0,06	0	0,09	2,55	0	26,38	2,02

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	<i>Asaphidion flavipes</i> (Linnaeus, 1761)	0	0	0	0,09	0	0	0,14	0
17	<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)	0	0	0,13	0	0,12	0	0	0
18	<i>B. mannerheimii</i> Sahlberg, 1834	0	0	0	0	0,23	0	0	0
19	<i>B. dentellum</i> (Thunberg, 1787)	0	0,06	0,13	0	0	0	0	0
20	<i>Patrobis assimilis</i> Chaudoir, 1844	0	0	0	0	3,02	0	0	0
21	<i>P. atrorufus</i> (Ström, 1768)	0	0,31	0	0	5,92	0	3,19	0,45
22	<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	0,12	0,06	0,38	0,37	0,46	0	0	0
23	<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	0,24	0	0,25	0	0	0	0	0
24	<i>P. punctulatus</i> (Schaller, 1783)	0	0	0	0,75	0	0	0	0
25	<i>P. versicolor</i> (Sturm, 1824)	2,85	0,61	3,78	1,22	0,12	0	0	0,45
26	<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)	0	0	0,38	0	0,12	0	0	0
27	<i>P. oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	1,90	3,49	1,76	16,90	4,76	0	0	0
28	<i>P. niger</i> (Schaller, 1783)	19,80	12,98	18,0	8,80	30,10	9,09	1,01	0
29	<i>P. melanarius</i> (Illiger, 1798)	44,40	56,09	39,70	36,90	11,0	4,81	0,29	0,22
30	<i>P. anthracinus</i> (Illiger, 1798)	1,78	3,67	0,25	0,37	0	0	0,14	0
31	<i>P. minor</i> (Gyllenhal, 1827)	0	0	0	0,09	0	0	0	0
32	<i>P. nigrita</i> (Paykull, 1790)	0,12	0,18	0	0,09	0	0	0,14	0
33	<i>P. diligens</i> (Sturm, 1824)	0	0	0	0,09	0	0	0	0
34	<i>P. strenuus</i> (Panzer, 1797)	0,36	0,67	0,38	0,84	1,74	1,07	0	0
35	<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	0	0	0	0	0	0	0,14	0
36	<i>C. fuscipes</i> (Goeze, 1777)	0	0	0	0	0,93	0	0	1,80
37	<i>C. melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	0,12	0	0	0,09	0	0	0,14	0
38	<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,06	0	0	0	0	0	0
39	<i>A. marginatum</i> (Linnaeus, 1758)	0,36	0,06	0,25	0,19	0	0	0	0
40	<i>A. versutum</i> Sturm, 1824	0,12	0,37	0,13	0	0	0	0	0
41	<i>A. fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	0	0,12	0,13	0	0	0	0	0
42	<i>A. gracile</i> Sturm, 1824	0	0	0	0	0,12	0	0	0
43	<i>A. micans</i> (Nicolai, 1822)	0	0,18	0	0	0	0	0	0
44	<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)	4,16	0,31	1,51	9,83	10,70	0	0	0
45	<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontopidan, 1763)	0	0	0	0	0	0	0	0,45
46	<i>Oxypselaphus obscurus</i> (Herbst, 1784)	0,71	1,41	0	0,09	0,58	0	0	0
47	<i>Sunychus vivalis</i> (Illiger, 1798)	0,12	0,12	0,50	1,22	0,23	0	0,14	0
48	<i>Amara communis</i> Panzer, 1797	0,36	0,06	0,25	0	1,62	12,30	0	0
49	<i>A. convexior</i> Stephens, 1828	0	0	0	0	0,58	0	0	0
50	<i>A. familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	0	0	0,13	0	0	0	0	0

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	<i>A. nitida</i> Sturm, 1825	0	0	0,13	0,09	0	0,53	0	0,67
52	<i>A. ovata</i> (Fabricius, 1792)	0	0	0	0	0	0	0,14	0,45
53	<i>A. similata</i> (Gyllenhal, 1810)	0,36	0	0	0	0	0	0	0
54	<i>A. aulica</i> (Panzer 1796)	0	0	0	0,09	0	1,07	0	0
55	<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1792)	0,12	0	0	0,09	0	0	0	0
56	<i>Stenolophus mixtus</i> (Herbst, 1784)	0	0,49	0,13	0,09	0	0	0	0
57	<i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaud, 1846)	0	0	0	0	0	0,53	0	0
58	<i>Ophonus rufibarbis</i> (Fabricius, 1792)	0	0	0	0	0,12	0	0,43	0
59	<i>O. laticollis</i> (Mannerheim, 1825)	0,12	0,37	1,76	0,56	2,44	0	1,30	0
60	<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	0,12	0,06	0	0	0	0	0	0
61	<i>H. rufipes</i> (Degeer, 1774)	1,66	0,12	3,65	1,12	0,23	0	0	0,45
62	<i>H. latus</i> (Linnaeus, 1758)	0,48	0,06	0	0	0,23	0,53	0	0
63	<i>H. progrediens</i> (Schaubeger, 1922)	0	0,06	0	0	0	0	0	0
64	<i>H. xanthopus winkleri</i> Schaubeger, 1923	0,12	0,18	0,50	0,09	1,28	0	0,14	0
65	<i>H. tardus</i> (Panzer, 1797)	0	0	0	0	0,12	0	0	0
66	<i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)	0,36	0	0	0	0	0	0	0
67	<i>P. cruxmajor</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,06	0	0	0	0	0	0
68	<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798)	0,24	0,06	0,50	0,09	0,23	0	0,14	0,22
69	<i>B. lacertosus</i> Sturm, 1815	0,12	0,55	0,25	0,28	0,35	0	0	0
70	<i>B. unipustulatus</i> Bonelli, 1813	0	0,06	0	0	0	0	0	0
71	<i>B. meridionalis</i> Puel, 1925	0	0	0,13	0	0	0	0	0
72	<i>B. sodalis</i> (Duftschmid, 1812)	0,12	0	0,38	0,37	0	0	0	0,22
73	<i>Syntomus truncatellus</i> (Linnaeus, 1761)	0	0	0	0	0	0,53	0	0

На территории городских парков общее число выявленных видов составило 48 (2184 экз.). Только в городских биоценозах отмечены виды: *N. brevicollis*, *D. globosus*, *B. mannerheimii*, *P. assimilis*, *C. erratus*, *C. fuscipes*, *A. gracile*, *A. dorsalis*, *A. convexior*, *A. ovata*, *B. caucasicus*, *O. rufibarbis*, *H. tardus*, *S. truncatellus*. Для карабидокомплексов парковых участков установлено доминирование рода *Pterostichus* по числу видов (№ 5 – 5 видов, № 6 – 3 вида, № 7 – 4 вида).

Общее число отмеченных видов в зеленой зоне пригорода составило 59 (4337 экз.). Только для этих биоценозов отмечены виды: *L. terminates*, *N. aquaticus*, *C. convexus*, *C. hortensis*, *C. fossor*, *B. dentellum*, *P. cupreus*, *P. punctulatus*, *P. minor*, *P. diligens*, *A. sexpunctatum*, *A. marginatum*, *A. versutum*, *A. fuliginosum*, *A. micans*, *A. familiaris*, *A. similata*, *A. binotatus*, *S. mixtus*, *H. laevipes*, *H. progrediens*, *P. bipustulatus*, *P. cruxmajor*, *B. unipustulatus*, *B. meridionalis*. По числу видов на всех участках преобладали рода: *Carabus* (№ 1 – 5 видов, № 2 – 6 видов, № 3 – 4 вида, № 4 – 5 видов), *Pterostichus* (№ 1, № 2, № 3 – по 6 видов, № 4 – 8 видов), *Harpalus* (№ 1 – 4 вида, № 2 – 5 видов, № 3, № 4 – по 2 вида).

Наибольшее число видов жуужелиц (34 видов) было выявлено в составе карабидокомплексов биоценоза № 5 парка Витебска, тогда как число видов биоценоза № 2 за пределами города ненамного превышало (40 видов) это значение. Более 50 %

выявленных видов в парковых биоценозах Витебска (участки № 6 и № 8) были представлены 1–2 экземплярами (7 видов, 58,33 %; 10 видов, 55,56 %). В составе карабидокомплексов остальных участков число видов, представленных 1–2 экземплярами, составило 50 % и менее (таблица 2).

Таблица 2 – Основные параметры биоразнообразия карабидокомплексов парковых зон города и пригорода Витебска

Параметры	Участки							
	окрестности озера Тулово				парк отдыха «Витьба»		парк имени 40-летия ВЛКСМ	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Число экземпляров	842	1633	794	1068	862	187	690	445
Число видов	37	40	34	38	34	12	22	18
Число видов, представленных 1–2 экз.	16	18	14	15	12	7	11	10
Относительное число видов (%), представленных 1–2 экз.	43,24	45,0	41,18	39,47	35,29	58,33	50,0	55,56
Число видов-доминантов (обилие > 5%)	3	3	3	5	6	4	4	1
Относительное количество экземпляров (%) видов-доминантов (обилие свыше 5%)	70,61	77,28	75,20	78,61	72,92	89,79	84,21	82,02
Индекс Шеннона ( $H'$ )	1,878	1,698	1,879	2,129	2,037	1,399	1,659	0,853
Индекс Симпсона ( $D$ )	0,257	0,333	0,249	0,197	0,207	0,315	0,271	0,648

Видовое богатство карабидокомплексов всех 8 исследуемых участков достоверно различалось (критерий Крускала–Уоллиса  $H = 26,33$ ,  $p = 0,0004$ ). Среднее число видов карабидокомплексов биоценозов пригорода было выше (от  $18,2 \pm 4,55$  до  $20,6 \pm 6,07$ ) по сравнению с парковыми биоценозами города (от  $6,75 \pm 1,71$  до  $18,6 \pm 3,85$ ). Однако по этому показателю участок № 5 был схож с участками пригорода (рисунок 1).

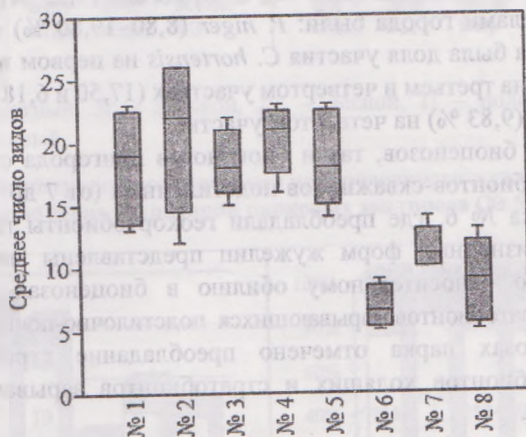


Рисунок 1 – Среднее значение ( $\pm$ SE) видового богатства карабидокомплексов парковых зон города (№ 5–8) и пригорода (№ 1–4)

Выявлены значимые различия среднего числа экземпляров во всех сравниваемых биоценозах (критерий Крускала–Уоллиса  $H = 22,42$ ,  $p = 0,002$ ). Среднее число экземпляров карабидокомплексов биоценозов пригорода было выше (от  $158,8 \pm 11,54$  до  $326,6 \pm 48,26$ ) по сравнению с парковыми биоценозами (от  $46,75 \pm 6,59$  до  $172,4 \pm 15,29$ ). Тем не менее по этому показателю участок парка № 5 был также схож с участками за пределами города (рисунок 2).

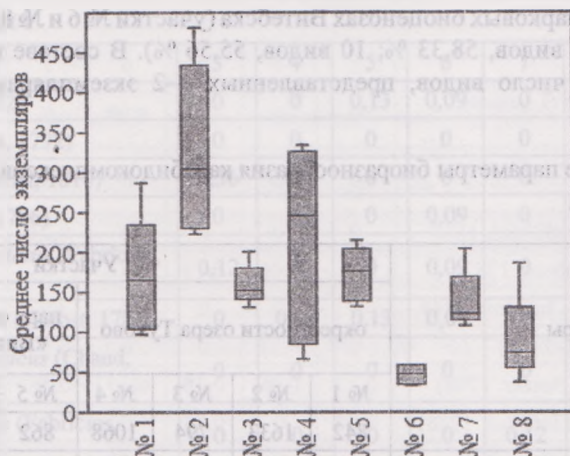


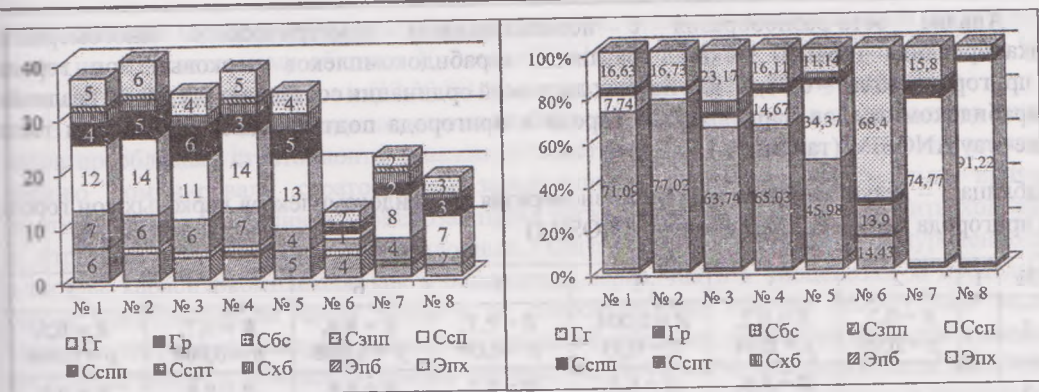
Рисунок 2 – Среднее значение ( $\pm$ SE) числа экземпляров карабидокомплексов парковых зон города (№ 5–8) и пригорода (№ 1–4)

По показателю индекса Шеннона карабидокомплексы биоценозов парка (от  $H' = 0,853$  до  $H' = 2,037$ ) не сильно уступали карабидокомплексам биоценозов за городом (от  $H' = 1,698$  до  $H' = 2,129$ ) (таблица 2). Достаточно высокое разнообразие отмечено для паркового биоценоза № 5 ( $H' = 2,037$ ) (таблица 2). Значение индекса доминирования Симпсона имело наибольший показатель на парковом участке № 8 ( $D = 0,648$ ) за счет преобладания по численности вида *N. brevicollis*.

Для карабидокомплексов биоценозов парка выявлены следующие виды-доминанты (обилие  $> 5\%$ ): только на пятом участке преобладали *P. melanarius* (11,0%), *P. assimilis* (10,70%), *P. atrorufus* (5,92%), только на шестом участке – *C. cancellatus* (44,90%), *A. communis* (12,30%), только на седьмом участке – *T. secalis* (26,38%). В биоценозах № 5 и № 6 доминантами были: *P. niger* (30,10 и 9,09%), *C. nemoralis* (5,1 и 23,50%). *N. brevicollis* была доминантом на участках № 5 (10,10%), № 7 (42,03%), № 8 (82,02%), также на седьмом участке доминировали *C. coriaceus* (8,55%), *C. nemoralis* (7,25%). Видами-доминантами в биоценозах за пределами города были: *P. niger* (8,80–19,80%) и *P. melanarius* (36,90–56,09%), также высока была доля участия *C. hortensis* на первом и втором участках (6,41 и 8,21%), *C. nemoralis* на третьем и четвертом участках (17,50 и 6,18%), *P. oblongopunctatus* (16,90%) и *P. assimilis* (9,83%) на четвертом участке.

Как для парковых биоценозов, так и биоценозов пригорода отмечено преобладание по числу видов стратобионтов-скважников подстилочных (от 7 до 14 видов), исключение составил участок парка № 6, где преобладали геохортобионты гарпалоидные (4 вида). Остальные группы жизненных форм жуужелиц представлены меньшим числом видов (рисунок 3). Согласно относительному обилию в биоценозах за пределами города преобладала группа стратобионтов зарывающихся подстильно-почвенных (63,74–77,02%), тогда как в биоценозах парка отмечено преобладание стратобионтов-скважников подстилочных, эпигеобионтов ходящих и стратобионтов зарывающихся подстильно-почвенных (рисунок 3).

Согласно биотопической приуроченности во всех исследуемых зеленых зонах преобладали как по числу видов (6–12 видов), так и по относительному обилию (51,30–94,59%) лесо-луговые виды, также высока была доля участия эвритопного вида *C. cancellatus* (44,9%) в составе биоценоза № 6 городского парка. Другие группы биотопической приуроченности жуужелиц были представлены меньшим числом видов (рисунок 4). Во всех изучаемых биоценозах согласно гигропреферендуму по числу видов (от 6 до 22 видов) и по относительному обилию (42,79–95,49%) преобладали мезофилы, высока была доля участия в парковом биоценозе № 5 мезогигрофилов (32,08%). Остальные группы представлены меньшим числом видов (рисунок 5).

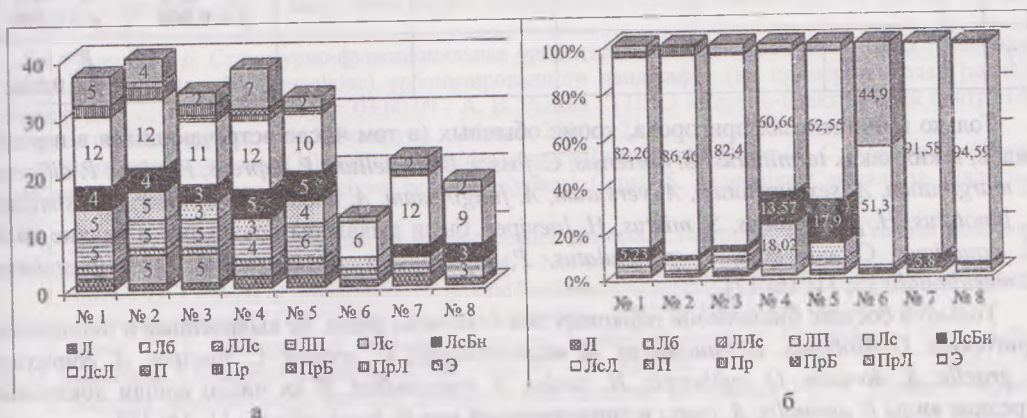


а

б

Пояснения: Эпб – эпигеобионты бегущие, Эпх – эпигеобионты ходящие, Гр – геобионты роющие, Ссп – стратобионты-скважники подстилочные, Сспп – стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные, Сспт – стратобионты-скважники подстильно-трещинные, Гг – геохортобионты гарпалоидные, Схб – стратохортобионты, Сбс – стратобионты-скважники.

Рисунок 3 – Соотношение групп жизненных форм жулици по числу видов (а) и относительному обилию (б) на территории парковых зон города (№ 5–8) и пригорода (№ 1–4)

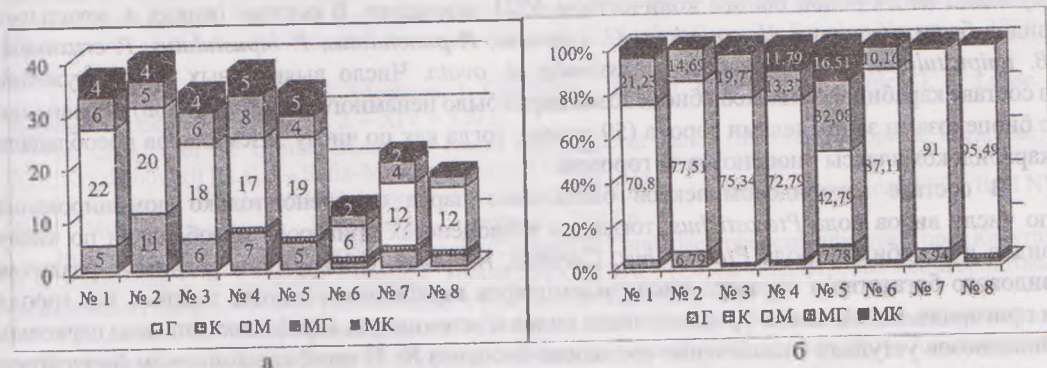


а

б

Пояснения: Б – болотный, Л – луговой, Лс – лесной, П – полевой, Пр – прибрежный, Э – эвритоппный, н – низинный.

Рисунок 4 – Соотношение групп биотопической приуроченности жулици по числу видов (а) и относительному обилию (б) на территории парковых зон города (№ 5–8) и пригорода (№ 1–4)



а

б

Пояснения: г – гигрофил, мг – мезогигрофил, м – мезофил, мк – мезоксерофил, к – ксерофил.

Рисунок 5 – Соотношение групп жулици по гигропреферендуму по числу видов (а) и относительному обилию (б) на территории парковых зон города (№ 5–8) и пригорода (№ 1–4)



Анализ бета-разнообразия с использованием неметрического многомерного шкалирования (nMDS) показал различия карабидокомплексов парковых зон города и пригорода ( $\text{stress} = 0,08$ ,  $R^2$  для первых двух осей ординации составляет 0,9 и 0,1). Различия карабидокомплексов парковых зон города и пригорода подтверждают результаты теста one-way ANOSIM (таблица 3).

Таблица 3 – Результат сравнения биоразнообразия карабидокомплексов парковых зон города и пригорода Витебска (тест one-way ANOSIM)

№	1	2	3	4	5	6	7	8
1		$R = 0,2$ , $p = 0,09$	$R = 0,2$ , $p = 0,04$	$R = 0,004$ , $p = 0,33$	$R = 0,1$ , $p = 0,09$	$R = 0,6$ , $p = 0,008$	$R = 0,7$ , $p = 0,008$	$R = 0,5$ , $p = 0,006$
2			$R = 0,6$ , $p = 0,009$	$R = 0,3$ , $p = 0,04$	$R = 0,7$ , $p = 0,008$	$R = 0,8$ , $p = 0,006$	$R = 0,8$ , $p = 0,007$	$R = 0,8$ , $p = 0,008$
3				$R = 0,3$ , $p = 0,07$	$R = 0,6$ , $p = 0,009$	$R = 1$ , $p = 0,008$	$R = 1$ , $p = 0,008$	$R = 0,8$ , $p = 0,009$
4					$R = 0,4$ , $p = 0,025$	$R = 0,6$ , $p = 0,008$	$R = 0,7$ , $p = 0,007$	$R = 0,6$ , $p = 0,008$
5						$R = 0,5$ , $p = 0,008$	$R = 0,7$ , $p = 0,009$	$R = 0,4$ , $p = 0,006$
6							$R = 0,9$ , $p = 0,009$	$R = 0,6$ , $p = 0,009$
7								$R = 0,3$ , $p = 0,016$

Только в биоценозах пригорода, кроме обычных (в том числе встречающихся в парках) видов, таких как *L. terminatus*, *C. hortensis*, *C. fossor*, *B. dentellum*, *P. cupreus*, *P. minor*, *P. diligens*, *A. marginatum*, *A. sexpunctatum*, *A. versutum*, *A. fuliginosum*, *A. micans*, *A. familiaris*, *A. similata*, *A. binotatus*, *H. progrediens*, *S. mixtus*, *H. laevipes*, были выявлены локальные и редкие виды: *N. aquaticus*, *C. convexus*, *P. punctulatus*, *P. bipustulatus*, *P. cruxmajor*, *B. unipustulatus*, *B. meridionalis* [5; 11; 16; 17].

Только в составе биоценозов парковых зон отмечены виды, не выявленные в биоценозах пригорода: *D. globosus*, *B. caucasicus*, *B. mannerheimii*, *C. erratus*, *C. fuscipes*, *A. convexior*, *A. gracile*, *A. dorsalis*, *O. rufibarbis*, *H. tardus*, *S. truncatellus*. В их число вошли локальные и редкие виды *P. assimilis*, *A. ovata* и синантропный вид *N. brevicollis* [5; 11; 16; 17].

В составе биоценозов парковых зон города и пригорода был отмечен редкий и охраняемый вид *C. coriaceus*, который также регистрировался в городе [5].

**Заключение.** Биоценозы зеленых зон города и пригорода играют немаловажную роль в сохранении биоразнообразия города, что подтверждается выявлением 73 видов жужелиц из 29 родов общим количеством 6521 экземпляр. В составе редких и локальных видов были отмечены: *N. aquaticus*, *C. convexus*, *P. punctulatus*, *P. bipustulatus*, *P. cruxmajor*, *B. unipustulatus*, *B. meridionalis*, *P. assimilis*, *A. ovata*. Число выявленных видов жужелиц в составе карабидокомплексов биоценозов парка было ненамного ниже (48 видов) в сравнении с биоценозами за пределами города (59 видов), тогда как по числу экземпляров преобладали карабидокомплексы биоценозов за городом.

В составе карабидокомплексов биоценозов парка отмечено только доминирование по числу видов рода *Pterostichus*, тогда как в биоценозах пригорода преобладали по числу видов и по обилию рода *Pterostichus*, *Carabus*, *Harpalus*. Обнаружены значимые различия видового богатства и среднего числа экземпляров карабидокомплексов зеленых зон города и пригорода. По значению среднего числа видов и экземпляров карабидокомплексов парковых биоценозов уступали (исключение составили биоценоз № 5) карабидокомплексам биоценозов за пределами города. Несколько более низкими показателями альфа-разнообразия (от  $H' = 0,853$  до  $H' = 2,037$ ) и более высокими значениями доминирования видов по относительному обилию (от  $D = 0,207$  до  $D = 0,648$ ) отличались карабидокомплексы парка от карабидокомплексов биоценозов пригорода (от  $H' = 1,698$  до  $H' = 2,129$ ), (от  $D = 0,197$  до  $D = 0,333$ ).

Только для карабидокомплексов биоценозов парка отмечено доминирование следующих видов по относительному обилию: *N. brevicollis* (10,10–82,02 %), *C. cancellatus* (44,90 %), *T. secalis* (26,38 %), *A. communis* (12,30 %), *C. coriaceus* (8,55 %), *P. aratorufus* (5,92 %).

В составе карабидокомплексов парковых биоценозов и биоценозов пригорода по числу видов преобладали стратобионты-скважники подстилочные, тогда как по относительному обилию доминировали стратобионты зарывающиеся подстилично-почвенные, причем по относительному обилию в биоценозах парка также доминировали эпигеобионты ходящие и стратобионты-скважники подстилочные. Согласно биотопической приуроченности в составе карабидокомплексов как в биоценозах парка, так и в биоценозах за пределами города преобладали по числу видов и по относительному обилию лесо-луговые виды. Согласно гирропреферентуму во всех изучаемых биоценозах преобладали по числу видов (от 6 до 22 видов) и по относительному обилию (42,79–95,49 %) мезофилы. Были выявлены четкие различия видового состава карабидокомплексов парковых биоценозов и биоценозов пригорода.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kirichenko-Babko, M. The effect of landscape on the diversity in urban green areas / M. Kirichenko-Babko // Ecol. Chem. Eng. S. – 2017. – Vol. 24, No. 4. – P. 613–625.
2. Kosewska, A. Role of urban forests as a source of diversity of Carabids (Coleoptera: Carabidae) in urbanised areas // Baltic Journal of Coleopterology. – 2013. – Vol. 13, No. 1. – P. 27–39.
3. Галиновский, Н. Г. Структура населения жесткокрылых-герпетобионтов (Insecta, Coleoptera) в Минске : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / Н. Г. Галиновский ; БГПУ им. М. Танка. – М., 2007. – 21 с.
4. Рыжая, А. В. Структурно-функциональная организация сообществ жесткокрылых (Coleoptera: Carabidae, Elateridae, Chrysomelidae) урбанизированного ландшафта (на примере города Гродно) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / А. В. Рыжая ; ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», НАН Беларуси. – Минск, 2010. – 23 с.
5. Комплексы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) оврага Дунай в г. Витебске / Е. С. Плискевич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 133–141.
6. Sushko, G. Spatial distribution of epigeic beetles (Insecta, Coleoptera) in the «Yelnia» peat bog / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2014. – No. 14 (2). – P. 151–161.
7. Hartley, D. J. Effects of urbanization on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of grassland habitats in western Canada / D. J. Hartley [et al.] // Ecology. – 2007. – No. 30 (5). – P. 673–684.
8. Lövei, G. L. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) / G. L. Lövei, K. D. Sunderland // Annu Rev Entomol. – 1996. – Vol. 41. – P. 231–256.
9. Методы многомерного анализа данных в синэкологии насекомых / Г. Г. Сушко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2020. – № 1. – С. 38–45.
10. Шарова, И. Х. Жизненные формы жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) / И. Х. Шарова. – М. : Наука, 1981. – 360 с.
11. Солодовников, И. А. Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) Белорусского Поозерья. С каталогом видов жуужелиц Беларуси и сопредельных государств : монография / И. А. Солодовников. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2008. – 325 с.
12. Renkonen, O. Statischökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo. – 1938. – No. 6. – P. 1–231.
13. Die Käfer Mitteleuropas. Adepaga. 1. Carabidae / Eds.: H. Freude, K-W. Harde, G. A. Lohse. – Munchen : Spektrum, 2004. – Bd. 2. – XIV + 520 s.
14. Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae) / O. L. Kryzhanovskij [et al.]. – Sofia–Moscow : Pensoft Publishers, 1995. – 271 p.
15. Catalogue of Palaearctic Coleoptera / Eds.: I. Löbl, D. Löbl. – Leiden, Boston : Koninklijke Brill NV, 2017. – Vol. 1: Archostemata – Muxophaga – Adepaga. – 1443 p.
16. Алексанов, В. В. Кадастр жуужелиц (Coleoptera: Carabidae) городского округа «Город Калуга» / В. В. Алексанов, С. К. Алексеев. – Ижевск : Принт, 2019. – 276 с. – (Серия «Кадастровые мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области»; вып. 2).
17. Плискевич, Е. С. Карабидокомплексы (Coleoptera: Carabidae) прибрежных древесных насаждений в г. Витебске. Часть 1. Видовой состав, структура доминирования / Е. С. Плискевич, И. А. Солодовников // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2019. – № 3 (114). – С. 56–62.

## Green areas of the city as a source of biodiversity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) on the example of Vitebsk

E. S. Pliskevich

Vitebsk State University named after P. M. Masherov (Belarus)

Moskovski Ave., 33, 210038, Vitebsk, Belarus; e-mail: pliskevich.lena@yandex.by

**Abstract.** The introduction presents the significance and relevance of the study of carabidocomplexes of urban green zones, in connection with their importance in preserving the biodiversity of the city. The aim of the study is to establish the features of the taxonomic and ecological structures of the carabidocomplexes of the urban green zones of Vitebsk. The article presents data on the taxonomic and ecological structures of the ground beetle of urban and suburban green zones of Vitebsk. The total number of identified species of ground beetles was 73 species from 29 genera with a total of 6521 specimens. In the composition of rare and local species were noted: *Notiophilus aquaticus* (Linnaeus, 1758), *Carabus convexus* (Fabricius, 1775), *Poecilus punctulatus* (Schaller, 1783), *Platynus assimilis* (Paykull, 1790), *Amara ovata* (Fabricius, 1792), *Panagaeus bipustulatus* (Fabricius, 1775), *P. cruxmajor* (Linnaeus, 1758), *Badister unipustulatus* (Bonelli, 1813), *B. meridionalis* (Puel, 1925). Dominance in the number of species of the genera *Pterostichus*, *Carabus*, *Harpalus* was noted. The park area of the city was dominated by the relative abundance of *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792), *Carabus cancellatus* (Illiger, 1798), *C. coriaceus* (Linnaeus, 1758), *Trechus secalis* (Paykull, 1790), *Amara communis* (Panzer, 1797), *Patrobus atrorufus* (Ström, 1768). As part of the carabidocomplexes of green zones, the number of species was dominated by stratobionts borehole bedding, forest-meadow species, mesophiles, by relative abundance – stratobionts burrowing litter-soil, forest-meadow species, mesophiles. In the composition of carabidocomplexes of urban and suburban green zones, the number of species was dominated by stratobionts of borehole bedding, forest-meadow species, mesophiles, by relative abundance – stratobionts burrowing bedding-soil, forest-meadow species, mesophiles. Significant differences in species richness and the average number of specimens of carabidocomplexes were found for urban and suburban green zones. The results obtained can be applied in compiling lists of rare and protected insect species of Belarus, in organizing measures for the protection of rare and threatened insect species and their habitats in order to preserve biological diversity.

**Keywords:** ground beetles, Carabidae, green areas of the city, stratobionts of borehole bedding, stratobionts burrowing bedding-soil, forest-meadow species, mesophiles.

## References

1. Kirichenko-Babko M. The effect of landscape on the diversity in urban green areas [*The effect of landscape on the diversity in urban green areas*]. *Ecol. Chem. Eng. S.* 2017, vol. 24, No. 4, pp. 613–625.
2. Kosewska A. Role of urban forests as a source of diversity of Carabids (Coleoptera: Carabidae) in urbanised areas [*Role of urban forests as a source of diversity of Carabids (Coleoptera: Carabidae) in urbanised areas*]. *Baltic Journal of Coleopterology*, 2013, vol. 13, No. 1, pp. 27–39.
3. Galinovski N. G. Population structure of coleopteran herpetobionts (Insecta, Coleoptera) in Minsk [*Struktura naseleñiia zhestkokrylykh-gerpetobiontov (Insecta, Coleoptera) g. Minska : avtoref. dis. ... kand. biolog. nauk*]. Minsk, 2007, 21 p.
4. Ryzhaya A. V. Structural-functional organization of the communities of beetles (Coleoptera: Carabidae, Elateridae, Chrysomelidae) urban landscape (on the example of the city of Grodno) [*Strukturo-funktsional'naiia organizatsiia soobshchestv zhestkokrylykh (Coleoptera: Carabidae, Elateridae, Shrysomelidae) urbanizirovannogo landshafta (na primere goroda Grodno) : avtoref. dis. ... kand. biolog. nauk*]. Minsk, 2010, 23 p.
5. Pliskevich E. S. Complexes of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Danube ravine in Vitebsk [*Kompleksy zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) ovrage Dunaj v g. Vitebske*]. *Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 5. Economics. Sociology. Biology*, 2020, vol. 10, No. 3, pp. 133–141.
6. Sushko G. Spatial distribution of epigeic beetles (Insecta, Coleoptera) in the "Yelnia" peat bog. *Baltic Journal of Coleopterology*, 2014, No. 14 (2), pp. 151–161.
7. Hartley D. J. [et al.]. Effects of urbanization on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of grassland habitats in western Canada. *Ecography*, 2007, No. 30 (5), pp. 673–684.
8. Lövei G. L. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu Rev Entomol.* 1996, vol. 41, pp. 231–256.
9. Sushko G. G. Methods of multivariate data analysis in insects synecology [*Metody mnogomernogo analiza dannyh v sinjekologii nasekomyh*]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekologija*, 2020, No. 1, pp. 38–45.

10. Sharova I. Kh. Life forms of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) [*Zhiznennyye formy zhuzhelits (Coleoptera, Carabidae)*]. Moscow, 1981, 360 p.
11. Solodovnikov I. A. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Belarusian Lake District. With a catalog of species of ground beetles of Belarus and neighboring states [*Zhuzhelitsy (Coleoptera, Carabidae) Belorusskogo Poozer'ya. S katalogom vidov zhuzhelits Belarusi i soproedel'nykh gosudarstv*]. Vitebsk, 2008, 325 p.
12. Renkonen O. Static and ecological studies on the dipterrestrial beetle world of the Finnish bogs [*Statischökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore*]. *Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo*, 1938, No. 6., pp. 1-231.
13. The beetles of Central Europe. Adephaga. 1. Carabidae [*Die Käfer Mitteleuropas. Adephaga. 1. Carabidae*]; ed.: H. Freude, K-W. Harde, G. A. Lohse. München, 2004, Bd. 2. XIV + 520 p.
14. Checklist of the Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae); O. L. Kryzhanovskij [et al.]. Sofia-Moscow, 1995, 271 p.
15. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Archostemata – Myxophaga – Adephaga: Vol. 1. Revised and updated edition / Eds.: I. Löbl, D. Löbl. – Leiden, Boston, 2017. XXXIV, 1443 p.
16. Aleksanov V. V., Alekseev S. K. Cadastre of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the urban district "City of Kaluga" [*Kadastr zhukov zhuzhelits (Coleoptera, Carabidae) gorodskogo okruga "Gorod Kaluga"*]. Izhevsk, 2019, 276 p. (Series "Cadastral monitoring studies of biological diversity in the Kaluga region". issue. 2).
17. Plishevich E. S., Solodovnikov I. A. Carabidocomplexes (Coleoptera: Carabidae) of bankal tree plantations in Vitebsk. Part I. Species composition, structure of dominance [*Karabidokompleksy (Coleoptera: Carabidae) pribrezhnykh drevesnykh nasazhdeniy v g. Vitebske. Chast' I. Vidovoi sostav, struktura dominirovaniya*]. *Proceedings Francisk Scorina Gomel State University*, 2019, No. 3 (114), pp. 56-62.

### Вниманию авторов!

В научном, производственно-практическом журнале

«Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы.  
Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія»

по научному направлению «биология»  
предлагаются следующие рубрики:

ботаника, зоология, физиология животных, физиология человека, гистология, материальные условия жизни, биохимия, молекулярная биология, биофизика, общая экология, гидробиология, экологическое воспитание и экологическое образование.

