

<https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.13>

<http://zoobank.org/References/0B4A6F6C-91D9-4247-A74D-7E704A050E63>

**ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИМАГО ЖУЖЕЛИЦ
*PTEROSTICHUS (LENAPTERUS) SP. (COLEOPTERA: CARABIDAE) В
ТУНДРОВО-ГОЛЬЦОВЫХ БИОТОПАХ СИХОТЭ-АЛИНЯ***

П.В. Будилов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
г. Биробиджан
E-mail: convexus@mail.ru

Изучена морфологическая изменчивость имаго жуужелиц *Pterostichus (Lenapterus) sp.* четырех популяций из горной тундры некоторых вершин Сихотэ-Алиня (Хабаровский край). Исследование показало значительную изменчивость формы лобных бороздок, формы переднеспинки, числа базальных пор на надкрыльях, окраски ног, строения анального стернита самцов и самок и формы ламеллы пениса.

Предположительно, на Сихотэ-Алине обитает 5 видов жуужелиц подрода *Lenapterus* O. Berlov, 1996 рода *Pterostichus* Bonelli, 1810: *Pt. agonus* G.H. Horn, 1880, *Pt. cancellatus* Motschulsky, 1860, *Pt. galae* Farkac et Plutenko, 1996, *Pt. gromykoii* Sundukov, 2005 и *Pt. saxicola* Tschitscherine, 1899, населяющих таёжные леса и высокогорья (Сундуков, 2013).

У большинства таксонов этого подрода очень велика изменчивость морфологических признаков. Такие виды, как *Pt. agonus*, *Pt. galae*, *Pt. cancellatus* и *Pt. gromykoii* обладают в разной степени изменчивостью формы переднеспинки, скульптуры надкрылий, числа базальных пор на надкрыльях и щетинок на анальном стерните самок (Сундуков, 2005).

Изучение морфологической изменчивости имаго *Pterostichus (Lenapterus) sp.* в гольцово-тундровом поясе горы Останцовая, северный Сихотэ-Алинь (Будилов, 2018) показало высокую вариабельность ламеллы пениса, формы и хетотаксии некоторых частей тела, свойственные узколокальной популяции с

этой горы. Чтобы понять, характерна ли подобная изменчивость другим высокогорным популяциям этого таксона на Сихотэ-Алине, нами были продолжены исследования в этом направлении. Настоящая работа посвящена изучению внутривидовой изменчивости имаго *Pt. (Lenapterus)* sp. на трех вершинах северного и среднего Сихотэ-Алиня, расположенных к югу от горы Останцовая.

Район исследований, материал и методы

Материал для данной работы собирался в течение ряда лет в тундрово-гольцовых биотопах северного и среднего Сихотэ-Алиня с типичной тундровой растительностью и открытыми скальными выходами. В дополнение к ранее исследованной популяции с горы Останцовая, были изучены популяции с трех вершин (рис. 1).

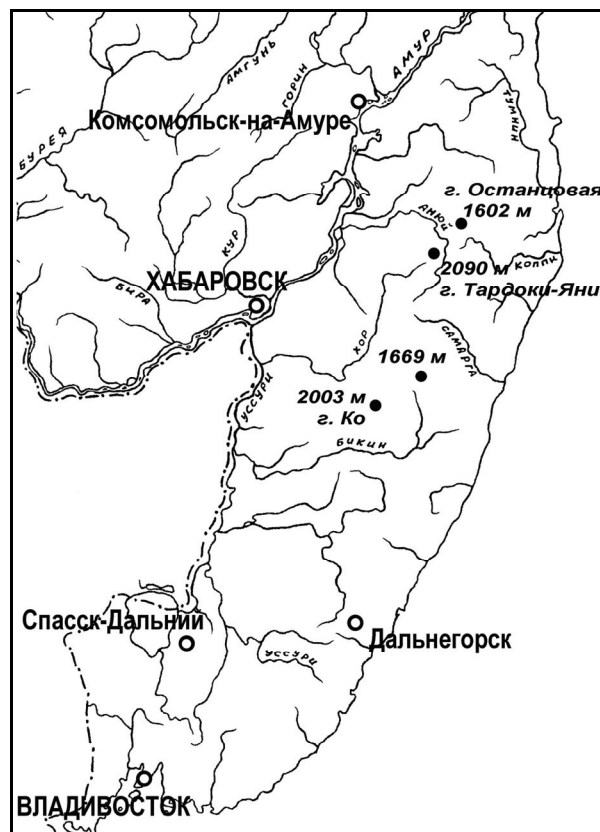


Рис. 1. Карта-схема Сихотэ-Алиня с указанием обследованных вершин.

1. Гора Тардоки-Яни (2090 м) расположена на левобережье среднего течения р. Аной. Место сбора жуков расположено на западном склоне горы, в гольцово-тундровом поясе, на высоте около 2000 м над у. м. Сборы проводились 20–30 июня 2017 г. Собрано и изучено 47 экз. имаго, из которых 23♂ и 24♀.

2. Высота 1669 м расположена на правобережье р. Яа, левого притока верховий р. Сукпай. Место сбора расположено на юго-западном склоне горы, на высоте около 1600 м над у. м. Сборы проводились 16–20 июня 2018 г. Собрано и изучено 92 экз. имаго, из которых 66♂ и 26♀.

3. Гора Ко (2003 м) расположена в верховьях р. Ко, правого притока р. Катэн в среднем течении. Сборы проводились 27–29 июня 2007 г. Собрано и изучено 20 экз. имаго, из которых 13♂ и 7♀.

Всего было собрано и изучено 213 экземпляров *Pterostichus (Lenapterus)* sp.

Для сравнения изученных жуков с сихотэ-алинскими видами подрода *Lenapterus* и между собой, были проанализированы следующие признаки: форма переднеспинки, строение анального стернита брюшка, форма вершины ламеллы пениса, наличие или отсутствие базальных щетинконосных пор на надкрыльях, строение лобных бороздок и окраска ног. Кроме того, были сделаны следующие промеры: HL – длина головы от вершины наличника до уровня заднего края виска; HW – максимальная ширина головы на уровне глаз; PA – ширина переднего края переднеспинки; PW – наибольшая ширина переднеспинки; PB – ширина заднего края переднеспинки; PLt – полная длина переднеспинки; PLm – длина переднеспинки по средней линии; EL – длина надкрылий; EW – наибольшая ширина надкрылий; Ls = HL + PLt + EL.

Результаты

Сравнение морфологических характеристик показало, что собранные на всех трех вершинах жуки характеризуются высокой вариабельностью формы и хетотаксии анализируемых признаков. Нами выявлены следующие структуры, обладающие значительной изменчивостью.

Лобные бороздки. Их форма варьирует от слабо вдавленных, узких бороздок до широких и углубленных, ветвящихся или морщинистых. Расположение бороздок – либо почти параллельное относительно друг друга, либо слабо сходящиеся кпереди. Они выглядят как в виде простой бороздки, так и в виде морщинистого углубления. Было выделено 3 типа лобных бороздок, различающихся по форме (см. Будилов, 2018: рис. 2): А – лобные бороздки явственные, углубленные; на наличник переходят в виде веера расходящихся тонких морщинок; Б – лобные бороздки тонкие, поверхностные, зачастую ветвящиеся; на наличнике образуют разнонаправленную, неравномерную морщинистость; В – лобные бороздки явственные, не ветвящиеся, без изменений переходящие на наличник, конутри от щетинконосных пор наличника.

По строению лобных бороздок наиболее близки между собой популяции с гор Тардоки-Яни, Высота 1669 м и Ко, в которых преобладают жуки с практи-

чески прямыми, переходящими на наличник лобными бороздками, тогда как у большинства жуков с г. Останцовая бороздки переходят на наличник в виде веера тонких морщинок (табл. 1).

Таблица 1

Процентное соотношение типов лобных бороздок у *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

Популяция	Типы лобных бороздок, в %		
	А	Б	В
г. Останцовая	81,5	5,5	13,0
г. Тардоки-Яни	36,2	0,0	63,8
Высота 1669 м	16,3	2,2	81,5
г. Ко	20,0	5,0	75,0

Примечание. Обозначения типов лобных бороздок – см. текст.

Переднеспинка. Обладает наибольшим разнообразием, проявляющемся в форме задних углов, изгибов бокового края, размеров и пропорций. Анализ этого разнообразия позволил выделить 16 типов строения переднеспинки, основанных на форме базального угла и бокового края перед ним (рис. 2), частота встречаемости которых у жуков изученных популяций представлена в таблице 2.

Таблица 2

Процентное соотношение типов переднеспинки у *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

Тип строения переднеспинки	Популяция			
	г. Останцовая	г. Тардоки-Яни	Высота 1669 м	г. Ко
ПС-1	1,8	0,0	0,0	0,0
ПС-2	5,6	0,0	0,0	0,0
ПС-3	7,4	2,1	4,3	0,0
ПС-4	20,4	6,4	9,8	0,0
ПС-5	0,0	0,0	1,1	0,0
ПС-6	1,9	2,1	1,1	0,0
ПС-7	13,0	6,4	0,0	0,0
ПС-8	3,7	23,4	17,4	0,0
ПС-9	22,2	2,1	6,5	0,0
ПС-10	9,2	6,4	0,0	5,0
ПС-11	13,0	0,0	0,0	0,0
ПС-12	1,8	23,4	27,2	0,0
ПС-13	0,0	17,0	21,7	0,0
ПС-14	0,0	2,1	0,0	95,0
ПС-15	0,0	4,3	10,9	0,0
ПС-16	0,0	4,3	0,0	0,0

Примечание. Обозначения типов переднеспинки – см. рис. 2.

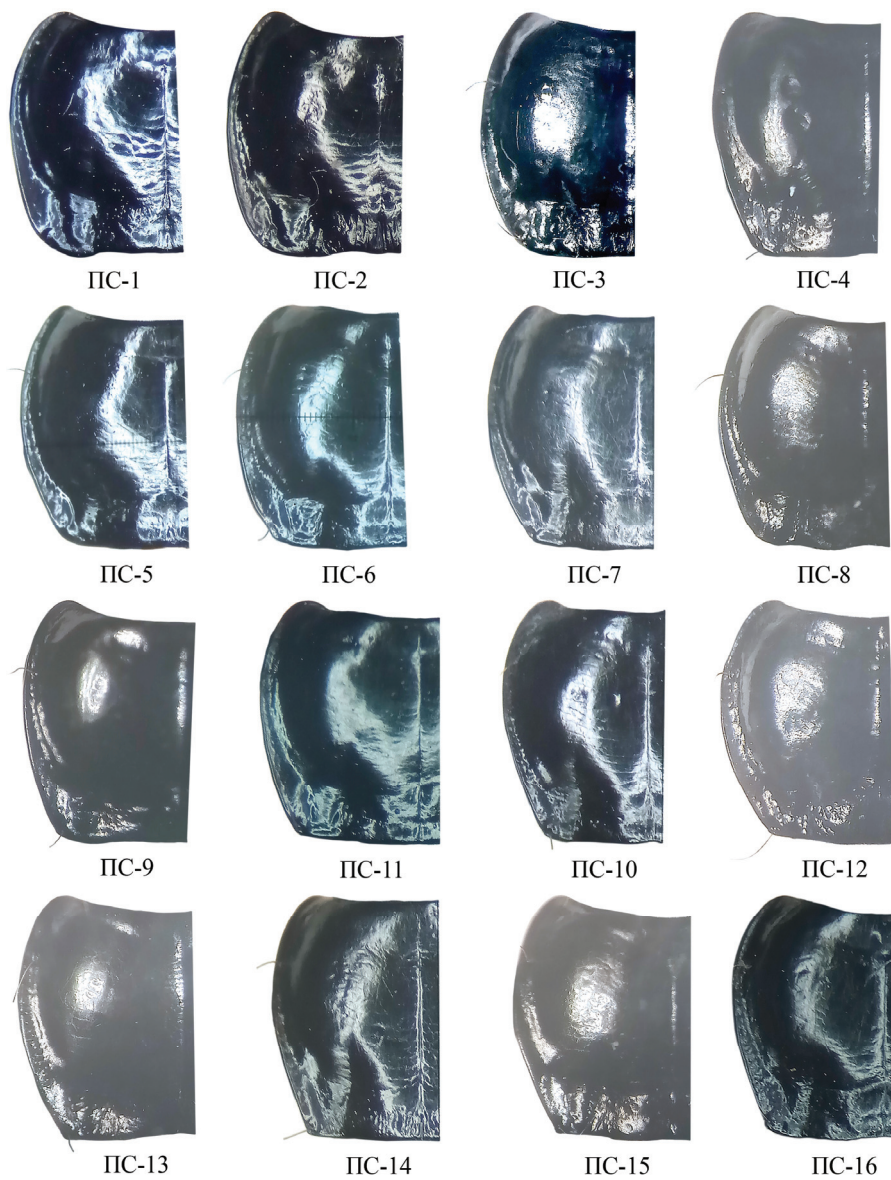


Рис. 2. Типы строения переднеспинки *Pterostichus (Lenapterus)* sp.

Наибольшим разнообразием форм переднеспинки обладают жуки с горы Тардоки-Яни, у которых отмечено 12 типов ее строения. Наиболее многочисленны здесь типы ПС-8, ПС-12 и ПС-13, в сумме встречающиеся у 63,8%

особей в популяции. По строению переднеспинки жуки с этой вершины сходны с жуками с Высоты 1669 м, у которых также преобладают эти типы переднеспинки (66,3%).

У жуков с г. Останцовая чаще встречается 2 типа переднеспинки: ПС-9 и ПС-4 (22,2% и 20,4%, соответственно), что обуславливает их сходство с жуками с г. Тардоки-Яни. Типы ПС-8 и ПС-9 хотя и несколько различаются, но стоят рядом в предложенном морфологическом ряду.

Наименьшим разнообразием форм переднеспинки обладают жуки из популяции с горы Ко. Здесь отмечено всего 2 типа переднеспинки, из которых 95% составляет ПС-14. В очень незначительном количестве (2,1%) жуки с аналогичной переднеспинкой отмечены только на г. Тардоки-Яни. Наиболее близкими по форме переднеспинки к данной популяции следует считать жуков с Высоты 1669 м, у которых достаточно часто встречаются экземпляры с переднеспинками ПС-13 и ПС-15, близко стоящими в предложенном морфологическом ряду (рис. 2).

Базальные поры надкрылий. У особей с г. Останцовая обе поры присутствуют у 64,8% изученных экземпляров, у 22,2% имеется только левая или правая пора, у 13% поры полностью отсутствуют. У жуков с г. Тардоки-Яни обе поры имеются у 32% жуков, у 10,6% в наличие только левая или правая пора, полностью отсутствуют поры у 57,4% экземпляров. 43,5% жуков с Высоты 1669 м имеют обе поры, 23,9% – только одну и 32,6% не имеют базальных пор на надкрыльях. В популяции с г. Ко полным набором пор обладают 65% жуков, по одной поре – 15% и 20% не имеют базальных пор.

Сравнение выборок по наличию базальных пор на надкрыльях показывает, что парные поры в разной степени преобладают во всех популяциях, за исключением г. Тардоки-Яни, где более половины жуков вообще не имеют базальных пор на надкрыльях. Жуки с одной базальной порой составляют во всех выборках от 10,6% до 23,9% от общего количества.

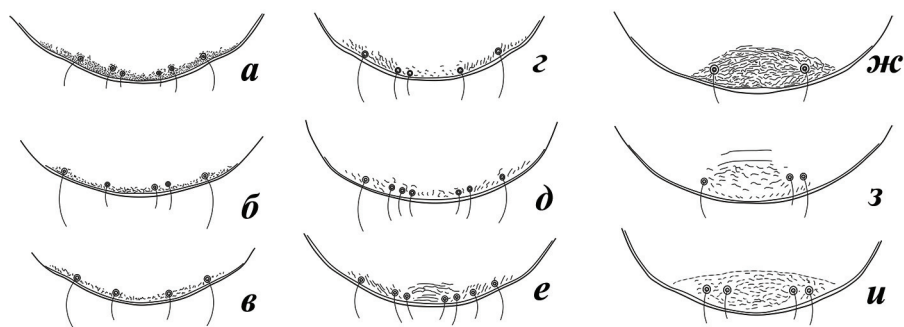


Рис. 3. *Pterostichus (Lenapterus) sp.*, изменчивость строения анального стернита брюшка: а-е – самки; ж-и – самцы (по Будилов, 2018).

Таблица 3

Процентное соотношение числа щетинок на анальном стерните у *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

Популяция	Самцы			Самки		
	2 щетинки	4 щетинки	Непарное число щетинок	4 щетинки	6 щетинок	Непарное число щетинок
г. Останцовая	73,1	19,2	7,7	28,6	39,3	32,1
г. Тардоки-Яни	91,3	0,0	8,7	54,2	16,7	29,1
Высота 1669 м	92,4	1,5	6,1	65,4	11,5	23,1
г. Ко	84,6	0,0	15,4	100,0	0,0	0,0

Строение анального стернита брюшка. У большинства самцов из всех популяций на анальном стерните брюшка присутствует только 2 щетинки (рис. 3, ж). У самцов с г. Останцовая отмечаются экземпляры с 4 щетинками (19,2%) (рис. 3, и). Изредка (1,5%) такие экземпляры встречаются и на Высоте 1669 м. Количество самцов с непарным набором щетинок (рис. 3, з) варьирует в разных популяциях от 6,1% до 15,4% (табл. 3).

У самок число щетинок вдоль заднего края анального стернита варьирует от 4 до 7 (рис. 3, а-е). Количество самок с парным набором щетинок также преобладает во всех изученных популяциях. Необходимо отметить, что в популяции с г. Останцовая наиболее часто встречаются самки с шестью щетинками (рис. 3, д), тогда как в остальных – с четырьмя (рис. 3, в).

Окраска ног. Достаточно вариативна, как в общем, так и внутри каждой из изученных популяций. Было выделено пять вариантов окраски ног: 1) бедра и голени полностью черные; 2) бедра черные, голени едва рыжеватые к середине; 3) бедра едва рыжеватые, голени черные; 4) бедра темно-рыжие с черными коленями, голени черные; 5) бедра и голени одинаково темно-рыжие или черно-рыжие. В таблице 4 приведено процентное соотношение жуков с различной окраской ног.

Таблица 4

Процентное соотношение вариантов окраски ног у *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

Популяция	Варианты окраски				
	1	2	3	4	5
г. Останцовая	90,7	0,0	5,6	1,9	1,8
г. Тардоки-Яни	23,4	0,0	59,6	17,0	0,0
Высота 1669 м	57,6	7,6	16,3	6,5	12,0
г. Ко	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0

Примечание. 1–5 – варианты окраски ног (см. текст).

Наибольшим разнообразием окраски ног обладают жуки с Высоты 1669 м. Здесь встречаются все ее варианты, но наиболее часто (57,6%) отмечаются жуки с полностью черными голенями и бедрами. Аналогичную окраску ног имеет большинство (90,7%) жуков с г. Останцовая. У 59,6% жуков с г. Тардоки-Яни ноги с едва рыжеватыми бедрами и черными голенями, что делает их сходными с двумя первыми популяциями. У всех жуков с г. Ко ноги с черными бедрами и едва рыжеватыми к середине голенями, что отличает их от особей из других изученных популяций. Такая же окраска ног отмечена лишь у незначительной части жуков с Высоты 1669 м.

Вершина ламеллы пениса. У самцов *Pterostichus (Lenapterus)* sp. с горы Останцовая было выявлено 6 типов вершины ламеллы (Будилов, 2018). Соотношение этих типов в изученных популяциях приведено в таблице 5.

Таблица 5

Процентное соотношение самцов *Pterostichus (Lenapterus)* sp. с различной формой вершины ламеллы в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

Популяция	Форма вершины ламеллы (обозначение как на рис. 3)					
	А	Б	В	Г	Д	Е
г. Останцовая	23,1	15,3	23,1	23,1	7,7	7,7
г. Тардоки-Яни	17,4	39,1	26,1	8,7	8,7	0,0
Высота 1669 м	6,2	33,8	32,3	16,9	7,7	3,1
г. Ко	0,0	15,4	69,2	0,0	15,4	0,0

Примечание. Обозначения типов вершины ламеллы – см. рис. 4.

Жуки с г. Останцовая обладают всем разнообразием форм вершины ламеллы, но наиболее часто здесь встречаются варианты А, В и Г (рис. 4). В популяциях с гор Тардоки-Яни и Высота 1669 м наиболее часто встречается вариант Б (39,1% и 33,3%, соответственно). Жуки с г. Ко имеют наименьшую вариабельность вершины ламеллы – 69,2% из них имеет скошенно-трапецевидную форму без выемки на вершине (рис. 4, В).

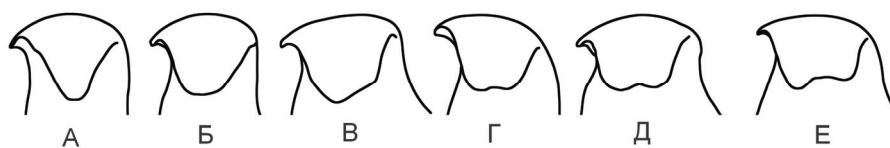


Рис. 4. *Pterostichus (Lenapterus)* sp., изменчивость формы вершины ламеллы (по Будилов, 2018).

Линейные промеры. В таблицах 6 и 7 приведены средние значения промеров жуков и их относительные величины в четырех изученных популяциях Сихотэ-Алиня.

Таблица 6
Средние значения линейных размеров *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

	Размеры, в мм											
	г. Останцовая			г. Тардоки-Яни			Высота 1669 м			г. Ко		
	♀♀, 28 экз.	♂♂, 26 экз.	♂♀ 54 экз.	♀♀, 24 экз.	♂♂, 23 экз.	♂♀ 47 экз.	♀♀, 26 экз.	♂♂, 66 экз.	♂♀ 92 экз.	♀♀, 7 экз.	♂♂, 13 экз.	♂♀ 20 экз.
HW	2,7	2,67	2,69	2,46	2,44	2,46	2,60	2,62	2,62	2,38	2,35	2,36
HL	2,7	2,02	2,02	1,90	1,89	1,91	2,05	2,03	2,03	1,87	1,89	1,89
PA	2,53	2,59	2,56	2,34	2,26	2,32	2,52	2,48	2,49	2,21	2,18	2,20
PW	3,68	3,66	3,67	3,32	3,27	3,32	3,64	3,66	3,65	3,11	3,15	3,14
PB	2,81	2,78	2,8	2,43	2,40	2,43	2,57	2,64	2,62	2,23	2,22	2,22
PL(t)	2,91	2,88	2,89	2,58	2,60	2,60	2,79	2,86	2,84	2,54	2,56	2,55
PL(m)	1,92	2,62	2,64	2,46	2,44	2,46	2,63	2,70	2,68	2,43	2,43	2,43
EW	4,74	4,8	4,77	4,41	4,35	4,40	4,62	4,70	4,68	4,21	4,20	4,21
EL	7,1	7,01	7,06	6,40	6,50	6,47	6,87	7,02	6,98	6,31	6,39	6,37
L(s)	12,04	11,91	11,97	10,89	10,99	10,98	11,71	11,91	11,85	10,73	10,84	10,80

Таблица 7
Средняя относительная величина промеров *Pterostichus (Lenapterus)* sp. в изученных популяциях Сихотэ-Алиня

	Относительная величина											
	г. Останцовая			г. Тардоки-Яни			Высота 1669 м			г. Ко		
	♀♀, 28 экз.	♂♂, 26 экз.	♂♀ 54 экз.	♀♀, 24 экз.	♂♂, 23 экз.	♂♀ 47 экз.	♀♀, 26 экз.	♂♂, 66 экз.	♂♀ 92 экз.	♀♀, 7 экз.	♂♂, 13 экз.	♂♀ 20 экз.
HW/HL	1,33	1,32	1,33	1,29	1,29	1,29	1,27	1,29	1,29	1,27	1,24	1,25
PW/PL(t)	1,26	1,27	1,27	1,28	1,26	1,28	1,30	1,28	1,29	1,22	1,23	1,23
PW/PL(m)	1,38	1,4	1,39	1,35	1,34	1,35	1,38	1,36	1,36	1,28	1,30	1,29
PW/HW	1,36	1,37	1,37	1,35	1,34	1,35	1,40	1,40	1,40	1,31	1,34	1,33
PB/PA	1,11	1,07	1,09	1,04	1,06	1,05	1,02	1,06	1,05	1,01	1,02	1,01
EL/EW	1,5	1,46	1,48	1,45	1,50	1,47	1,49	1,49	1,49	1,50	1,52	1,51
EL/PL	2,44	2,44	2,44	2,48	2,50	2,49	2,46	2,45	2,46	2,48	2,50	2,49
EW/PW	1,29	1,31	1,3	1,33	1,33	1,33	1,27	1,29	1,28	1,35	1,33	1,34

Заключение

Сравнительно-морфологический анализ высокогорных популяций *Pterostichus (Lenapterus)* sp. северного и среднего Сихотэ-Алиня показал, что все изученные жуки относятся к видовой группе «*cancellatus*», представленной в обследованном регионе двумя видами: *Pt. cancellatus* (горные таёжные леса и высокогорья северного Сихотэ-Алиня) и *Pt. gromyko* (высокогорья среднего Сихотэ-Алиня) (Сундуков, 2005). Жуки всех изученных популяций имеют в разной степени выраженные адаптации к петрофильному образу жизни, что

заметно отличает их от «классического» лесного *Pt. cancellatus*, для которого характерны относительно более широкие переднеспинка и надкрылья, а также более крупные размеры тела. Можно предположить, что в изученных нами изолированных локальных популяциях происходит активное видообразование, обусловленное переходом широко распространенного *Pt. cancellatus* к петрофильному образу жизни.

Благодарности

Автор искренне признателен А.Е. Бринёву (Московский педагогический государственный университет, Москва) за предоставленный материал с гор Ко и Тардоки-Яни, а также Ю.Н. Сундукову (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток) за критические замечания и ценные советы в процессе подготовки рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Будилов П.В. 2018. Внутрипопуляционная изменчивость имаго жуужелиц *Pterostichus (Lenapterus)* sp. (Coleoptera: Carabidae) с северного Сихотэ-Алиня. *Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 29.* Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. С. 88–98.

Сундуков Ю.Н. 2005. Обзор видов подрода *Lenapterus* (Coleoptera, Carabidae, *Pterostichus*) с описанием новых вида и подвида из Сихотэ-Алиня. *Зоологический журнал*, 84(7): 803–825.

Сундуков Ю.Н. 2013. *Аннотированный каталог жуужелиц (Coleoptera: Caraboidea) Сихотэ-Алиня.* Владивосток: Дальнаука. 271 с.

INTRAPOPULATION VARIATION OF THE GROUND BEETLE *PTEROSTICHUS (LENAPTERUS)* SP. (COLEOPTERA: CARABIDAE) IN THE HIGH-ALTITUDE TUNDRA BIOTOPES OF SIKHOTE-ALIN MOUNTAINS

P.V. Budilov

Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch of
Russian Academy of Sciences, Birobidzhan, Russia
E-mail: convexus@mail.ru

Morphological variation of the carabid beetle *Pterostichus (Lenapterus)* sp. of four local populations from high-altitude tundra of Sikhote-Alin Mts (Khabarovskii krai) is studied. The most variable characters are the shape of frontal furrows and pronotum, the number of basal pores on elytra, the color of legs, the shape and chaetotaxy of male and female anal sternite, and the shape of male lamella of penis.