

УДК 574.472(477.75):595.768.11

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-1-126-139

**ИЕРАРХИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ
СЛОЖНОСТЬ ЭТОМОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЦЕРАМБИЦИД
(INSECTA: CERAMBYCIDAE) В ЭКОСИСТЕМАХ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА**

Пышкин В. Б.¹, Прыгунова И. Л.²

¹*Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет им. В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия*

²*Филиал Московского государственного университета в г. Севастополе, Севастополь, Россия
E-mail: vrbiscrim@mail.ru*

Созданная в рамках программы *CrimInsecta* база данных по таксономии, экологии, биологии и хорологии церамбицид Крыма позволила изучить распространение видов по физико-географическим провинциям и областям полуострова, выделить энтомологические комплексы биоценозов ландшафтных экосистем, установить их видовое и таксономическое богатство, оценить иерархическое разнообразие, сложность и типичность для выделения особо охраняемых природных территорий Крыма.

Ключевые слова: Крым, экосистема, насекомые, хорология, энтомокомплекс, видовое и таксономическое богатство.

ВВЕДЕНИЕ

Дровосеки или усачи (*Cerambycidae*) - одно из семейств отряда жесткокрылых (*Coleoptera*) которое в мировой фауне представлено – 35000 видами, в России – 585, в Крыму более 150 видами. Это семейство является одним из наиболее изученных, есть большое количество литературных источников [1–6] о нахождении тех или иных видов жуков на полуострове, но нет обобщающих работ по биоразнообразию, видовому и таксономическому богатству, иерархическому разнообразию, сложности и типичности их фаунистических комплексов в экосистемах физико-географических провинций и областей Крыма.

Все жуки-усачи относятся к растительноядным насекомым. Их личинки развиваются под корой или в древесине древесной растительности, некоторые живут в стеблях травянистых растений. Имаго не многих видов питаются генеративными органами участвуя в их опылении. Как сапрофиты, они выполняют деструктивную функцию в экосистеме, участвуя в биологическом круговороте вещества, энергии и информации.

Большинство изменений в биоразнообразии крымских видов жуков-усачей можно объяснить разрушением мест их обитания, уничтожением лесных экосистем

в результате интенсификации сельского хозяйства и расширения урбанизации на полуострове. Их уничтожение в экосистемах полуострова окажет негативное влияние на природу полуострова. Жуки-дровосеки играют важную роль в пищевых сетях и круговороте органики в биогеоценозах. Главная причина вымирания насекомых – развитие сельского хозяйства и урбанизация, из-за которых они остаются без мест обитания [7–9].

Семейство церамбицид Крыма, хотя и небольшое по видовому богатству, но обладает большим таксономическим разнообразием, поэтому его удобно использовать в качестве индикаторов состояния экосистем на любом уровне их организации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение биологического разнообразия *Cerambycidae* Крыма проводилось в рамках проекта – *BisCrim* (БиоИнформационная Система Крыма). Его основу представляет Банк Баз Данных, сложная структура которого является информационным отражением состава, состояния, взаимообусловленности и взаимосвязи всех компонентов экосистем Крыма включая насекомых [14, 15]. Создание Баз Данных насекомых в проекте *BisCrim*, проводится по программе *CrimInsecta* – информационная система, предназначенная для сбора, хранения и объединения авторских разработок по видовому составу, экологии, хорологии и биоразнообразию насекомых Крыма [16, 17]. Организационной основой Базы Данных «*Cerambycidae*» являются материалы фондовой коллекций Крымского федерального университета, Института Зоологии АН России, Зоологического музея МГУ многих частных коллекций, а также многочисленные литературные источники [20].

В комплексной оценке биоразнообразия выделенных фаунистических комплексов экосистем применялись алгоритмы рекомендованные И. Г. Емельяновым [21–24] с применением формулы разнообразия Шенона:

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i, \text{ где } P_i - \text{доля } i\text{-го вида по обилию и сложности сообщества;}$$

$$C = (H_i \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i)^{1/2}, \text{ где } H_i - \text{показатель таксономического}$$

разнообразия, H_i – показатель видовой насыщенности i -го таксономического уровня, N – число анализируемых уровней.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения видового и таксономического богатства и иерархического биоразнообразия, сложности и типичности комплексов церамбицид экосистем физико-географических провинций и областей Крыма мы использовали созданную нами базу данных «*Cerambycidae*» программы *CrimInsecta* которая включает сведения о 153 видах, принадлежащих к 6 подсемействам и 36 трибам, которые объединяют 67 родов.

Ядром таксономического разнообразия церамбицид полуострова является подсемейство *Lamiinae*. В мировой фауне к нему относится более 12 тыс. видов из 900 родов объединяемых 100 трибами. В Крыму они представлены: 21 родом с 67 видами из 13 триб, а их таксономическое богатство составляет 119 таксонами (табл. 1).

Таблица 1

Таксономическая структура подсемейств семейства *Cerambricidae* Крыма

Подсемейства	Количество таксонов:				Сумма таксонов
	Триб	Родов	Подродов	Видов	
Prioninae	4	4	2	4	14
Lepturinae	2	10	8	18	38
Necydalinae	1	1	-	1	3
Aseminae	2	5	-	7	14
Cerambycinae	13	28	9	56	106
Lamiinae	13	21	18	67	119
Всего:	36	69	37	153	394

Большинство видов лямин заселяют древесные породы, держатся на стеблях, стволах, ветвях и, реже, на листьях своих кормовых растений. Питаются жуки, как правило, листьями, хвоей, корой молодых веточек и побегами, т.е. частями тех растений, которые являются кормовыми для их личинок.

Наибольшим видовым богатством этого подсемейства обладают три рода. Род *Phytoecia* Dejean, 1835 который объединяет 14 видов преимущественно средиземноморского происхождения развивающихся в стеблях травянистых растений: *Ph. (P.) h.hirsutula* (Froelich, 1793), *Ph. (C.) scutellata* (Fabricius, 1792), *Ph. (H.) m.millefolii* (Adams, 1817), *Ph. (H.) praetextata* (Steven, 1817), *Ph. (s.str.) cylindrical* (Linnaeus, 1758), *Ph. (s.str.) icterica* Schaller, 1783 и др. Род *Dorcadion* Dalman, 1817 в который входят 11 средиземноморских видов, личинки которых ведут подземный образ жизни питаются корешками преимущественно злаковых травянистых растений : *D. (C.) carinatum* (Pallas, 1771), *D. (P.) cinerarium* (Fabricius, 1787), *D.(P.) pusillum* Kuester, 1847, *D.(P.) holosericeum* Krynicki, 1832, *D.(P.) equestre* (Laxmann, 1770) и др.). За счет стеблей травянистых растений развиваются и 9 видов рода *Agapanthia* Serville, 1835: *A. (s.str.) violacea* (Fabricius, 1775), *A. (s.str.) kirbyi* (Gyllenhal, 1817), *A. (s.str.) villosoviridescens* (Degeer, 1775) и др.). Остальные роды подсемейства: *Parmena* Latreille, 1829, *Mesosa* Latreille, 1829, *Aphelocnemis* Stephens, 1831, *Monochamus* Guérin-Meneville, 1826, *Morinus* Brulle, 1832 и др. содержат один-три вида.

Содоминантом по видовому богатству является обширное, разнообразное и систематически дифференцированное подсемейство *Cerambycinae*. Оно представлено во всех физико-географических провинциях и областях Крыма, где встречаются представители 13 триб, 28 родов и 56 видов, сумма их таксонов – 106. Личинки в основном олигофаги лиственных пород, реже полифаги и монофаги,

питаются соком деревьев, пылью и тычинками цветов. Церамбицины практически не встречаются в степных экосистемах. Большим видовым богатством этого подсемейства обладают роды: *Phymatodes*, Mulsant, *Ph. (P.) lividus* (Rossi, 1794), *Ph. (P.) puncticollis* Mulsant, 1862, *Ph. (P.) pusillus rufipenne* (Starc, 1889), *Ph. (P.) alni* (Linnaeus, 1758) и др., род *Trichoferus* Wollaston, 1854 – 4 вида: *T. holosericeus* Rossi, 1790, *T. griseus* (Fabricius, 1792), *T. pallidus* (Olivier, 1790), *T. campestris* (Faldermann, 1835), род *Cerambyx* Linnaeus, 1758 – 4 вида: *C. (s.sh.) cerdo* (Linnaeus, 1758), *C. (s.sh.) dux* (Faldermann, 1837), *C. (s.sh.) nodulosus* Germar, 1837, *C. (s.sh.) miles* Bonelli, 1823). Роды *Rosalia* Serville, 1833, *Purpuricen* Germar, 1824, *Gracilia* Serville, 1834, *Penichroa* Stephes, 1839, *Obrium* Dejean, 1821, *Nathrius* Brethes, 1916 и другие включают один-три вида.

Остальные подсемейства семейства обладают меньшим таксономическим богатством: подсемейство *Lepturinae* с 18 видами из 10 родов: *Rh. testaceipenne* Pic, 1897, *Rh. (H.) bifasciatum* Fabricius, 1775, *Rh. (s.str) inquisitor* (Linnaeus, 1758), *S. (s.str) insitivus* Germar, 1824, *D. (s.str) collaris* (Linnaeus, 1758), *C. taurica* Plavilstshikov, 1936, *L. (R.) maculate* (Poda, 1761), *S. attenuata* (Linnaeus, 1758), *S. bifasciata* (Muller, 1776), *V. bipunctata* (Fabricius, 1781) и др. Подсемейство *Aseminae* – 7 видов из 5 родов: *Prioninae* – 4 вида из 4 родов: *E. (s.str) faer* (Linnaeus, 1768), *P. myardi* Mulsant, 1842, *A. (s.str) scabricornis* (Scopoli, 1763), *A. (s.str) scabricornis* (Scopoli, 1763), *P. coriarius* (Linnaeus, 1758), *P. coriarius* (Linnaeus, 1758), *P. coriarius* (Linnaeus, 1758). Подсемейство *Necydalinae* представлено всего одним родом *Saphanus* Serville, 1834 с одним видом *N. major* (Linnaeus, 1758).

Крымский полуостров расположен в пределах огромного материка Евразия практически на равном удалении от Северного полюса и экватора, где проходит граница двух климатических поясов. Поэтому на таком маленьком (26 тыс. км²) почти острове, окруженном со всех сторон морями, наблюдаются атмосферные процессы, характерные как для умеренного географического пояса, так и для субтропиков. С этим связано, с одной стороны, большое количество эндемичных видов, с другой – значительная обедненность крымской фауны церамбицих. Располагаясь на крайнем востоке Средиземноморья, полуостров является «мостом», соединяющим его с другими регионами (Ближний Восток, Кавказ, Восточно-Европейская равнина). Поэтому здесь, как в фокусе Причерноморья, сходятся границы ареалов многих Европейских, Средиземноморских, Европейско-Сибирских и Среднеазиатских видов усачей. Многие их виды находят возможность крайнего своего существования, образуя сложный фаунистический узел в котором доминируют средиземноморские – 63 (47 %) и европейские – 50 (38 %) виды; меньше представлены: палеарктические (10 %), европейско-сибирские (3 %), и голарктические (2 %) виды (6,9).

Географическое положение полуострова, его геологическое строение и особенности климата оказали большое влияние на формирование мозаичности почв и растительности, с которой тесно связаны все виды жуков-дровосеков. Поэтому в каждой физико-географической провинции и области полуострова формируется свой оригинальный фаунистический комплекс церамбрицид отличающийся своим

видовым и таксономическим богатством, иерархическим разнообразием и таксономической сложностью.

Все жуки-усачи растительноядные и большинство их связаны с древесной и кустарниковой растительностью, поэтому естественно, что наиболее богатые и разнообразные их комплексы формируются в зооценозах лесных экосистем Горной провинции – 121 вид из 63 родов, суммы таксонов – 258 (табл. 2). Наибольшим видовым и таксономическим разнообразием в этой провинции, характеризуются комплексы церамбрицид экосистем южнобережной субсредиземноморской области. В их зооценозах отмечен 91 вид церамбрицид из 51 рода (сумма таксонов – 202).

Таблица 2

Таксономического разнообразия церамбрицидофауны в экосистемах физико-географических провинций и областей Крыма

Физико-географическое районирование Крыма	Число видов	Таксонов по рангам:				Сумма таксонов
		П/род	родов	триб	п/сем	
Крымская степная провинция	54	18	27	17	5	121
Тарханкутская возвышенная равнина	15	8	8	5	3	39
Северо-Крымская низменность	22	11	11	8	3	55
Керченская холмисто-грядовая степь	38	13	14	7	4	76
Центрально-Крымская равнинная степь.	39	16	22	15	4	96
Предгорная лесостепь	104	32	55	31	6	228
Крымская горная провинция	121	35	63	33	6	258
Главная горно-лугово-лесная гряда	90	32	42	28	6	198
Яйлинское лесо-лугово-степное нагорье	27	12	19	12	5	75
Южнобережное субсредиземноморье	91	28	51	27	5	202
Крымский полуостров	153	37	69	36	6	301

Их основу составляют широко распространенные на полуострове виды: *Ph. (H.) praetextata* (Steven, 1817), *Ph. (O.) coerulescens* (Scopoli, 1763), *T. gilvipes* (Faldermann, 1837), *Ch. figuratus* (Scopoli, 1763), *Ch. sartor* (Muller, 1766), *I. comptus* (Mannerheim, 1825), *I. comptus* (Mannerheim, 1825), *E. floralis* (Pallas, 1773), *Ph. (P.) lividus* (Rossi, 1794), *A. (s.str.) dahli* (Richter, 1821), *A. (s.str.) violacea* (Fabricius, 1775), *Ph. (O.) coerulescens* (Scopoli, 1763) так и редкие: *R. alpine* (Linnaeus, 1758), *Ph. (P.) puncticollis* Mulsant, 1862, *P. coriarius* (Linnaeus, 1758), *Rh. (s.str.) inquisitor* (Linnaeus, 1758), *T. holosericeus* Rossi, 1790, *H. sericeus* (Fabricius, 1758), *C. (s.sh.) dux* (Faldermann, 1837), *C. (s.sh.) miles* Bonelli, 1823, *A. (s.str.) scabricornis* (Scopoli, 1763) и очень редкие, отмеченные только на ЮБК: *E. (s.str.) faer* (Linnaeus, 1768), *P. myardi* Mulsant, 1842, *P. (s.str.) cordigera* (Fuessling, 1775), *O. argentata* (Menetries, 1832), *O. nodieri* Mulsant, 1839, *N. brevipennis* (Mulsant, 1839), *I. speciosus* (Schneider, 1787),

X. arvicola (Oliver, 1795), *P. (s.str.) sieversi* Ganglbauer, 1886, *A. griseus* (Fabricius, 1792), *T. pallidus* (Olivier, 1790), *G. minuta* (Fabricius, 1781) и другие.

Почти не уступают по богатству и таксономическому разнообразию фаунистические комплексы церамбрицид экосистем Главной горно-лугово-лесной гряды (табл. 2). Они формируются за счет широко распространенных видов родов: *Aegosoma* Serville, 1832, *Prionus* Geoffroy, 1766, *Dinoptera* Mulsant, 1863, *Leptura* (Linnaeus, 1758), *Stenurella* Villers, 1974, *Arhopalus* Serville, 1834, *Stromatium* Serville, 1834, *Cerambyx* Linnaeus, 1758, *Callidium* Fabricius, 1775, *Phymatodes*, Mulsant, 1839 и многие другие. Большое количество видов отмечено только для этих комплексов: *Rh. (H.) bifasciatum* Fabricius, 1775, *S. attenuata* (Linnaeus, 1758), *S. septempunctata* (Fabricius, 1792), *S. buprestoides* (Linnaeus, 1758), *X. rusticus* (Linnaeus, 1758), *M. (s.str.) myopa* (Dalman, 1817), *D. genei* (Aragona, 1830).

Небольшим видовым и таксономическим богатством обладает фаунистический комплекс церамбрицид в яйлинских лесо-лугово-степных экосистемах Горной провинции (27 видов из 19 родов, сумма таксонов 75). Он формируется за счет широко распространенных на полуострове и часто встречающихся видов: *A. (s.str.) violacea* (Fabricius, 1775), *A. (A.) leucaspis* (Steven, 1817), *C. filum* (Rossi, 1790), *S. (L.) octopunctata* (Scopoli, 1772), *S. (s.str.) scalaris* (Linnaeus, 1758), *D. (P.) holosericeum* Krynicki, 1832 и др.

Видовое богатство часто используют как основной критерий для выделения особо охраняемых природных территорий и оценки их экологического качества [21]. Вторым важным критерием мы рассматриваем структуру таксономических отношений в фаунистических комплексах, или «таксономическое разнообразие» [22]. Используется информационная мера разнообразия (индекс Шеннона), которая оценивает равномерность представленности в исследованном множестве (таксонов) подмножеств. Если при оценке видового разнообразия как переменные (P_i) выступают количественные показатели обилия видов, то при оценке «таксономического разнообразия» засчитывается сумма таксонов различного ранга, а как переменные рассматриваются доли таксонов различных рангов без учета количественных показателей обилия. Третьим критерием, который мы используем - сложность комплексов церамбрицид который предложен Е. Г. Емельяновым [23]. Для его вычисления применяют мультипликативную функцию, включающую в качестве одного сомножителя показатель таксономического разнообразия, а в качестве другого – удельный показатель «иерархического» разнообразия [22, 24]. Этот показатель учитывает как структуру таксономических отношений церамбрицид, так и их долевою представленность на разных таксономических уровнях (табл. 3).

Из данных таблицы видно, что фауна церамбрицид физико-географических областей Крыма отличается по показателям иерархического разнообразия и сложности их комплексов. Однако проявляется общая закономерность, когда величина сложности зависит от уровня разнообразия таксонов высших порядков. Величина показателей иерархического разнообразия церамбрицид экосистем южногобережной субсредиземноморской области, практически не уступает (за исключением яйлинского лесо-лугово-степного нагорья) аналогичным показателям

комплексов экосистем Горной провинции и превосходит показатели иерархического разнообразия комплексов Степной провинции (табл. 3).

Таблица 3

**Иерархическое разнообразие и таксономическая сложность
церамбрицидофауны в экосистемах провинций и областей Крыма**

Физико-географическое районирование Крыма	Иерархическое разнообразие					Сложность С
	Н _{вид}	Н _{п/род}	Н _{род}	Н _{триба}	Н _{п/сем}	
Крымская степная провинция	5,755	4,170	4,755	4,087	2,322	2,904
Тарханкутская возвышенная равнина	3,907	3,000	3,000	2,322	1,585	2,427
Северо-Крымская низменность	4,459	3,459	3,459	3,000	1,585	2,584
Керченская холмисто-грядовая степь	5,248	3,700	3,807	2,807	2,000	2,601
Центрально-Крымская равнинная степь	5,285	4,000	4,459	3,907	2,000	2,842
Предгорная лесостепь	6,700	5,000	5,781	4,954	2,585	3,115
Крымская горная провинция	6,919	5,129	5,977	5,044	2,585	3,127
Главная горно-лугово-лесная гряда	6,492	5,000	5,392	4,807	2,585	3,092
Яйлинское лесо-лугово-степное нагорье	4,755	3,585	4,248	3,585	2,322	2,813
Южнобережное субсредиземноморье	6,508	4,87	5,672	4,755	2,322	3,052
Крымский полуостров	7,257	5,209	6,109	5,170	2,585	3,108

Примечание: Н_{вид} – видовое разнообразие, Н_{п/род} – разнообразие насыщенности видами подродов, Н_{род} – разнообразие насыщенности видами родов, Н_{триба} – разнообразие насыщенности видами триб, Н_{п/сем} – разнообразие насыщенности подсемейств, С – таксономическая сложность сообществ.

Таким же большим видовым и таксономическим разнообразием церамбрицид обладают зооценозы горно-лугово-лесных экосистем северного склона Главной гряды (табл. 2, 3). Большая мозаичность экосистем северного склона, создаваемая большим разнообразием древесной и кустарниковой растительностью являющейся кормовой базой для развития дровосеков, теплый и влажный климат формируют наиболее сложно организованные комплексы церамбрицид (С 3,092) с большим иерархическим разнообразием на всех таксономических уровнях (Н_{вид} 6,492; Н_{п/род} 5,000; Н_{род} 5,392; Н_{триба} 4,807).

Заметно обеднена фауна жуков – дровосеков степных экосистем яйлинского нагорья. Их имаго и личинки предпочитают биотопы под защитой скал, в карстовых воронках и других естественных укрытиях с хорошо развитой растительностью. Для яйл характерны виды, которые встречаются как в экосистемах южного, так и северного склона Главной гряды: *L. (R) maculate* (Poda., 1761), *S. bifasciata* (Muller, 1776), *D. (s.str) collaris* (Linnaeus, 1758), *D. (s.str) collaris* (Linnaeus, 1758),

R. (s.str.) lederi (Ganglbauer, 1881), *Ch. varius* Muller, 1766, *Ch. sartor* (Muller, 1766), *E. floralis* (Pallas, 1773), *E. floralis* (Pallas, 1773), *D. (C.) carinatum* (Pallas, 1771), *D. (P.) cinerarium* (Fabricius, 1787), реже встречаются: *L. (s.str.) quadrifasciata* (Linnaeus, 1758), *A. ferus* (Fabricius, 1787), *S. unicolor* (Ovier, 1795), *C. (M.) scopoli* Fuesslins, 1775, *R. (s.str.) macropus* (Germar, 1824), *M. galloprovincialis* pistor (Ger., 1818) и др. Однако, показатели видового и таксономического богатства их фаунистических комплексов наименьшие в Горной провинции (табл. 2). Это формирует и небольшое таксономическое разнообразие (табл. 3). Экологическая емкость среды яйлинских экосистем гораздо ниже, чем у остальных в Горной провинции, что видно по видовому богатству церамбицид. А уменьшение емкости среды приводит в целом к снижению сложности (С 2,813) и упрощению структурной организации комплекса, что компенсируется усложнением структуры их таксономических отношений. Т.е. в условиях ограниченности ресурсов, предоставляемой экосистемой биотическим сообществам, и происходящим в связи с этим снижением количества разнообразия, функциональная устойчивость сообществ поддерживается за счет повышения качественного разнообразия (усложнения системы взаимодействий между компонентами системы) [21].

Фаунистический комплекс церамбицид предгорной лесостепи хотя и уступает по разнообразию комплексу лесных экосистем, но все же характеризуется высоким видовым (104 вида) и таксономическим (228 таксонов) богатством (табл. 2). Сложность их организации так же высокая (С 3,115) за счет большого иерархического разнообразия на всех таксономических уровнях ($H_{\text{вид}} 6,700$; $H_{\text{пл/род}} 5,000$; $H_{\text{род}} 5,781$; $H_{\text{триба}} 4,954$). В комплексе доминируют виды с широкой экологической валентностью, которые встречаются как в степных, так и в лесных экосистемах: *D. (s.str.) collaris* (Linnaeus, 1758), *(R.) maculate* (Poda, 1761), *S. bifasciata* (Muller, 1776), *P. sanguineum* (Linnaeus, 1758), *E. floralis* (Pallas, 1773), *Ch. varius* (Muller, 1766), *D. (C.) carinatum* (Pallas, 1771), *D. (P.) cinerarium* (Fabricius, 1787), *D. (P.) holosericeum* Krynicki, 1832, *Ph. (P.) h. hirsutula* (Froelich, 1793), *Ph. (s.str.) cylindrical* (Linnaeus, 1758) и др. В целом комплекс жуков-усачей Предгорий объединяет в себе горнолесную и южнобережные фауны, обогащенные степными элементами и имеет ряд только ему присущих черт (*C. taurica* Plavilstshikov, 1936, *E. lusitanus* (Linnaeus, 1767) и др.).

Комплексы церамбицид Степной провинции обеднены. Их видовое богатство всего 54 вида из 27 родов, сумма таксонов 121 (табл. 2). Наиболее сложно организованы комплексы экосистем Центрально-Крымской равнины, где обитает 39 видов из 22 родов. В основном это виды, связанные в своем развитии с травянистой растительностью: *D. (C.) carinatum* (Pallas, 1771), *D. (C.) fulvum* (Scopoli, 1763), *A. (s.str.) violacea* (Fabricius, 1775), *Ph. (s.str.) caerulea* (Scopoli, 1772) и др. За счет искусственного "облесение" региона сюда проникают транспалеарктические: *A. moschata* (Linnaeus, 1758), *Ph. (s.str.) testaceus*, *P. arcuatus* (Linnaeus, 1758) и средиземноморские *D. (C.) fulvum* (Scopoli, 1763) виды, что приводит к усложнению организации комплекса (табл. 3).

Фаунистические комплексы церамбицид пустынно-степных и галофитно-луговых экосистем Керченского полуострова представлены 38 видами из 14 родов

(табл. 2). По составу фауны жуков-усачей он близок к комплексу Центральной равнинной части. Из 11 крымских видов рода *Dorcadion* здесь встречается 8, два из которых: *D. (P.) panticapaeum* (Plavilshi., 1951) и *D. (P.) mokrzeckii* Jakovlev, 1902 являются узкими эндемиками этого региона. Не большое иерархическое разнообразие комплекса на всех таксономических уровнях ($H_{\text{вид}} 5,248$; $H_{\text{п/род}} 3,700$; $H_{\text{род}} 3,807$; $H_{\text{триба}} 2,000$) определяет небольшую его сложность организации ($C 2,601$).

На равнинном пространстве, в умеренно жарком климате Тарханкутского полуострова и Северо-Крымской низменности развиваются степные полынно-типчаковые и галофитно-луговые экосистемы, в которых практически отсутствует древесная растительность. В их зооценозах формируются обедненные комплексы церамбрицид представленные в основном видами с широкой экологической валентностью: *Rh. testaceipenne* Pic, 1897, *T. griseus* (Fabricius, 1792), *S. rufus* (Linnaeus, 1767), *C. (P.) egregium* (Mulsant et Rey, 1863), *Callimoxys gracilis* (Brulle, 1832), *C. (s.str.) violaceum* (Linnaeus, 1758), *P. sanguineum* (Linnaeus, 1758), *Ch. sartor* (Muller, 1766), *D. (C.) fulvum* (Scopoli, 1763), *D. (P.) cinerarium* (Fabricius, 1787), *D. genei* (Aragona, 1830). Многие из них встречаются и в других физико-географических областях Крыма. Иерархическое разнообразие комплексов церамбрицид формирующихся в этих экосистемах на всех таксономических уровнях самое низкое на полуострове (табл.3), что определяет небольшую таксономическую сложность фаунистических комплексов ($C 2,427$ и $2,587$).

Полученные коэффициенты видового и таксономического богатства которые дают представление о количественном и качественном составе комплексов церамбрицид, могут служить индикатором экологической емкости экосистем, в которых они формируются и показатели таксономического разнообразия этих комплексов, отражающие развитость структуры комплексов, а показатель сложности – качественно-количественную характеристику их организованности мы использовали для выделения типичности фаунистических комплексов (табл. 4).

Типичность (репрезентативность) экосистем – это максимальное количество видов и других таксонов, в составе их биоценозов (типичность по богатству) или иерархическому разнообразию и сложности организации (типичность по сложности) [20, 22]. Используя этот показатель, мы выделили типичные для данной физико-географической провинции или области экосистемы по показателям разнообразия церамбрицидокомплексов их зооценозов.

Вполне ожидаемо, что наиболее типичный, по таксономической сложности фаунистический комплекс, формируется в экосистемах Горной провинции ($T_c 1,000$), где произрастают 2172 вида растений, многие из которых являются объектами питания и развития дровосеков. В этой провинции в пределах Главной горно-лугово-лесной гряды и Южнобережного субсредиземноморья большая мозаичность лесных экосистем в зооценозах которых формируются наиболее типичные по таксономической сложности комплексы ($T_c 1,995$ и $0,981$).

Такие же большие показатели и для типичности по видовому разнообразию, типичности по разнообразию подродов, типичности по разнообразию насыщенности видами родов, по разнообразию насыщенности видами триб, по разнообразию насыщенности подсемейств (табл. 4). Менее типичны, комплексы

церамбрицид формирующиеся в экосистемах Яйлинского лесо-лугово-степного нагорья (табл. 4).

Таблица 4

**Типичность по таксономической сложности и разнообразию
церамбрицидофауны в экосистемах провинций и областей Крыма**

Физико-географическое районирование Крыма	Иерархическая типичность по разнообразию					Типичность по сложности
	Т _{вид}	Т _{п/род}	Т _{род}	Т _{триба}	Т _{п/сем}	
Крымская степная провинция	0,793	0,800	0,778	0,790	0,898	0,934
Тарханкутская возвышенная равнина	0,538	0,576	0,491	0,449	0,613	0,781
Северо-Крымская низменность	0,614	0,664	0,571	0,580	0,613	0,831
Керченская холмисто-грядовая степь	0,723	0,576	0,623	0,543	0,774	0,837
Центрально-Крымская равнинная степь	0,728	0,768	0,730	0,756	0,774	0,914
Предгорная лесостепь	0,923	0,960	0,946	0,958	1,000	1,000
Крымская горная провинция	0,953	0,985	0,978	0,976	1,000	1,000
Главная горно-лугово-лесная гряда	0,895	0,960	0,883	0,930	1,000	0,995
Яйлинское лесо-лугово-степное нагорье	0,655	0,688	0,695	0,693	0,898	0,905
Южнобережное субсредиземноморье	0,897	0,934	0,928	0,920	0,898	0,981

Примечание: Т_{вид} – типичность по видовому разнообразию, Т_{п/род} – типичность по разнообразию подродов, Т_{род} – типичность по разнообразию насыщенности видами родов, Т_{триб} – типичность по разнообразию насыщенности видами триб, Т_{п/сем} – типичность по разнообразию насыщенности подсемейств, Т_с – типичность по таксономической сложности изучаемых энтомологических комплексов

Показатели типичности церамбрицидкомплексов зооценозов экосистем предгорной лесостепи, которые формируются за счет как лесных, так и степных видов лишь немногим уступают показателям комплексам горной провинции (табл. 4).

Менее типичны для Крымского полуострова комплексы церамбрицид Степной провинции. Их типичности по видовому разнообразию Т_{вид} 0,793, а по разнообразию насыщенности видами родов Т_{род} 0,778. Хотя типичность фаунистического комплекса по таксономической сложности (Т_с 0,934) не уступает комплексам яйлинских экосистем (Т_{вид} 0,905). Меньшей типичностью по всем показателям обладают комплексы экосистем Северо-Крымской низменности и Тарханкутской возвышенной равнины (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из 153 видов жуков-усачей семейства церамбрицид, которые вошли в созданную нами базу данных «*Cerambycidae*» только 12 видов включены в Красную книгу Крыма: *Trichoferus pallidus* (Olivier, 1790), *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758, *Cerambyx nodulosus* Germar, 1817, *Dorcadion ciscaucasicum mokrzeckii* Jakovlev, 1902,

Cerambyx cerdo Linnaeus, 1758, *Hesperophanes sericeus* (Fabricius, 1787), *Pogonocherus perroudi* Mulsant, 1839, *Purpuricenys renyvona* Slama, 2001, *Ropalopus insubricus* (Germar, 1824), *Ropalopus lederi* Ganglbauer, 1882, *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758), *Oxypleurus nodieri* Mulsant, 1839.

Однако, в современном природоохранном движении общепризнанным является положение, что основные усилия надо направлять не на сохранение особей отдельных видов, а на создание особо охраняемых природных территорий, которые выделяются не только по наличию редких и очень редких видов фауны, но и на основе изучения видового и таксономического богатства, иерархического и таксономического разнообразия, сложности и типичности фаунистических комплексов.

Наибольшим видовым и таксономическим богатством обладают фаунистические комплексы церамбицид зооценозов экосистем Горной провинции – 121 вид, сумма таксонов 258, коэффициент сложности организации комплекса – 3,127, иерархическое разнообразие таксонов – $N_{\text{вид}} 6,919$; $N_{\text{п/род}} 5,129$; $N_{\text{род}} 5,977$; $N_{\text{триба}} 5,044$. Здесь формируется наиболее типичный по таксономической сложности фаунистический комплекс церамбицид ($T_c 1,000$). Такие же высокие показатели типичности отмечены и для фаунистических комплексов экосистем Главной горно-лугово-лесной гряды и Южнобережного субсредиземноморья ($T_c 1,995$ и $0,981$).

Фаунистические комплексы экосистем Степной провинции по этим показателям значительно ниже – 54 вида, сумма таксонов 121, коэффициент сложности организации комплекса – 2,904, иерархическое разнообразие таксонов – $N_{\text{вид}} 5,755$; $N_{\text{п/род}} 4,170$; $N_{\text{род}} 4,755$; $N_{\text{триба}} 4,087$. Ниже и показатели типичности их фаунистических комплексов: типичности по видовому разнообразию $T_{\text{вид}} 0,793$, а по разнообразию насыщенности видами родов $T_{\text{род}} 0,778$.

Применение полученных коэффициентов биоразнообразия могут помочь в выделении особо охраняемых территорий на полуострове, их центров и ядер биоразнообразия, буферных зон и экологических коридоров.

Список литературы

1. Арнольди Л. В. Горный Крым. Жесткокрылые / Л. В. Арнольди // Животный мир СССР. Горные области Европейской части СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 147–162.
2. Бартенев А. Ф. Ревизия фауны жуков-усачей (*Coleoptera, Cerambycidae*) Крымского полуострова / А. Ф. Бартенев // Природные комплексы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: СГУ, 1984. – С. 109–116.
3. Загайкевич И. К. Таксономия и экология усачей / И. К. Загайкевич – К.: Наукова думка, 1991. – 180 с.
4. Касаткин Д. Г. Новые сведения о распространении жуков-дровосеков (*Coleoptera, Cerambycidae*) на юге России / Д. Г. Касаткин // Известия Харьковского энтомологического общества – 1997. – Т. V, вып. 2. – С. 86–87.
5. Плавильщиков Н. Н. Фауна СССР. Жесткокрылые / Н. Н. Плавильщиков // тт. XXI–XXIII. Ч. 1–3. Жуки-дровосеки (*Cerambycidae*). – М.: Л. Т. XXI, 1936. – 612 с.; Т. XXII, 1940. – 785 с.; Т. XXIII, 1958. – 592 с.
6. Пышкин В. Б. Эколого-географическая характеристика церамбрицидофауны (*Insecta: Cerambycidae*) Крымского полуострова / В. Б. Пышкин, В. Г. Кобчинская // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Том 8 (74), №4. – С. 150–159.

7. Пышкин В. Б. К охране энтомофауны Крыма / В. Б. Пышкин, В. Л. Апостолов // Экосистемы Крыма их оптимизация и охрана. – Симферополь: СГУ, 1998. – С. 41–45.
8. Пышкин В. Б. Красная Книга Крыма: список видов насекомых и их охрана. Заповедники Крыма / В. Б. Пышкин // Заповедники Крыма. Биоразнообразие на приоритетных территориях. – Симферополь, 2002. – С. 195–198.
9. Пышкин В. Б. Ячеистая система охраняемых территорий: новая стратегия сохранения разнообразия насекомых Крыма / В. Б. Пышкин, В. Г. Кобечинская // Заповедники Крыма. Биоразнообразие на приоритетных территориях. – Симферополь, 2002. – С. 198–201.
10. Пышкин В. Б. Проблемы сохранения биоразнообразия насекомых Крыма и вопросы их охраны / В. Б. Пышкин, В. Г. Кобечинская – Крымский РЦНТЭИ – Симферополь, 2002. – №5. – 5 с.
11. Пышкин В. Б. Проблемы биоразнообразия и охраны исчезающих видов насекомых Крыма / В. Б. Пышкин // Экосистемы Крыма их оптимизация и охрана. – Симферополь ТНУ, 2002. – Вып.12. – С. 142–147.
12. Пышкин В. Б. Биоразнообразие и охрана насекомых Крыма / В. Б. Пышкин, Ю. Э. Тарасов // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах. – Днепропетровск: ДНУ, 2003. – С. 151–154.
13. Пышкин В. Б. Насекомые в Красной книге Крыма: генеральный и региональный статус вида / В. Б. Пышкин, Ю. Э. Тарасов // VI съезд Украинского энтомологического общества, Белая Церковь: Наука-Сервис, 2003. – С. 100.
14. Пышкин В. Б. ГИС-технологии в построении экологической модели Крыма: проект *BisCrim* / В. Б. Пышкин, Ю. Э. Тарасов, Т. С. Рыбка // Ученые записки ТНУ. Серия: География. – 2004. – Т.17(56), №2 – С. 156–164.
15. Пышкин В. Б. Биоразнообразие Крыма: проект *BisCrim* / В. Б. Пышкин, Ю. Э. Тарасов, Т. С. Рыбка // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Таврия, 2003. – Вып.13. – С. 184–187.
16. Пышкин В. Б. Создание региональных баз данных насекомых: проект *CrimInsecta* / В. Б. Пышкин, А. И. Евстафьев // Динамика научных исследований, Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – С. 26–27.
17. Пышкин В. Б. Применение ГИС-технологий в хронологическом анализе насекомых Крыма / В. Б. Пышкин, Ю. Э. Тарасов // Ученые записки ТНУ. им. В.И. Вернадского. – 2003. – Т.16(55), №2. – С. 167–170.
18. Бартенев А. Ф. Жуки-усачи Левобережной Украины и Крыма / А. Ф. Бартенев – Х.:ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009. – 418 с.
19. Мартынов В. В. Эколого-фаунистический обзор жуков-усачей (*Coleoptera, Cerambycidae*) Юго-восточной Украины / В. В. Мартынов, Т. А. Писаренко // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2003 (2004). – Т. XI, вып. 1-2. – С. 44–69.
20. Пышкин В. Б. К биоразнообразию (*Insecta, Cerambricidae*) церамбицидофауны Крымского полуострова / В. Б. Пышкин // Материалы Научной конференции «Ломоносовские чтения». – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. – С. 60–62.
21. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Мэггаран Э. – М.: Мир, 1992. – С. 182–184.
22. Емельянов И. Г. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ / Емельянов И. Г., Загороднюк И. В., Хоменко В. Н. // Экология и ноосферология. – 1999. – Т. 6, № 1-2. – С. 6–17.
23. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И. Г. Емельянов. – К., 1999. – 31 с.
24. Емельянов И. Г. Таксономическое разнообразие фаунистических комплексов и стратегия сохранения генофонда животного мира / Емельянов И. Г., Загороднюк И. В. // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе: Илим, 1990. – С. 45–46.

**HIERARCHICAL DIVERSITY AND TAXONOMIC COMPLEXITY OF
ENTOMOLOGICAL COMPLEXES OF CERAMBYCIDS (INSECTA:
CERAMBYCIDAE) IN ECOSYSTEMS OF THE CRIMEAN PENINSULA**

Pyshkin V. B.¹, Prygunova I. L.²

¹*Institute of Biochemical Technologies, Ecology and Pharmacy (structural unit) of the Crimean
Federal University named after V. I. Vernadsky, Simferopol, Republic of Crimea, Russia*

²*Branch of Moscow State University M. V. Lomonosov in Sevastopol, Sevastopol, Russia
E-mail: vpbisrim@mail.ru*

The database on taxonomy, ecology, biology and horology of cerambycids of Crimea created within the framework of the *CrimInsecta* program made it possible to study the distribution of species across the physico-geographical provinces and regions of the peninsula, identify entomological complexes of biocenoses of landscape ecosystems, establish their species and taxonomic richness, assess hierarchical diversity and complexity. The created database "*Cerambycidae*" of the database bank "*CrimInsecta*" includes 153 cerambycid species belonging to 6 subfamilies, 36 tribes, which unite 69 genera. Almost all of them belong to saprophytic beetles. The core of the cerambycid fauna of Crimea are Mediterranean – 63 (47 %) and European – 50 (38 %) species; Palearctic (10 %), European-Siberian (3 %), and Holarctic (2 %) species are much less represented in the complex. The greatest species and taxonomic diversity on the peninsula is achieved by the subfamilies *Cerambycinae* – 56 species (28 genera, 13 tribes) and *Lamiinae* – 67 species (21 genera, 13 tribes). The other four subfamilies (*Prioninae*, *Lepturinae*, *Necydalinae*, and *Aseminae*) account for only 22 % of the species.

In the modern conservation movement, it is generally recognized that the main efforts should be directed not at the conservation of individuals of individual species, but at the creation of specially protected natural territories, which are distinguished not only by the presence of rare and very rare species of fauna, but also on the basis of studying the species and taxonomic richness, hierarchical and taxonomic diversity, complexity and typicality of faunal complexes.

The faunal complexes of ecosystems of the Mountainous Province have the greatest species and taxonomic richness – 121 species, the sum of taxa is 258, the coefficient of complexity of the complex organization is 3,127, the hierarchical diversity of taxa is H_{vid} 6,919; $H_{p/rod}$ 5,129; H_{rod} 5,977; H_{triba} 5,044. Faunal complexes of ecosystems of the Steppe province are significantly lower in these indicators – 54 species, the sum of taxa 121, the complexity coefficient of the complex organization is 2.904, the hierarchical diversity of taxa is H_{vid} 5,755; $H_{p/genus}$ 4,170; H_{rod} 4,755; H_{triba} 4,087.

The obtained coefficients of entomofauna diversity can be used to identify specially protected natural territories of the Crimea, their centers of biodiversity, buffer zones and ecological corridors.

Keywords: Crimea, ecosystem, insects, horology, entomocomplex, species and taxonomic richness.

References

1. Arnoldi L. V. *Gorny Crimea. Coleoptera, Animal world of the USSR. Mountain regions of the European part of the USSR*, 147 p. (1958).
2. Bartenev A. F. *Revision of the fauna of barbel beetles (Coleoptera, Cerambycidae) Of the Crimean Peninsula, Natural complexes of the Crimea, their optimization and protection*, 109 p. (1984).
3. Zagaikevich I. K. *Taxonomy and ecology of barbels*, 180 p. (Naukova dumka, 1991).
4. Kasatkin D. G. New information on the distribution of woodcutter beetles (Coleoptera, Cerambycidae) in the south of Russia, *Izvestiya Kharkiv Entomological Society*, **V(2)**, 86 p. (1997).
5. Plavilshchikov N.N. Fauna of the USSR. Coleoptera, *Woodcutter beetles (Cerambycidae)*, **XXI**, 612 p. (1936); **XXII**, 785 p. (1940); **XXIII**, 592 p. (1958).
6. Pyshkin V. B., Kobechinskaya V. G. Ecological and geographical characteristics of cerambricidofauna (Insecta: Cerambycidae) Of the Crimean Peninsula, *Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **8 (74)**, 150 (2022).
7. Pyshkin V. B., Apostolov V. L. On the protection of the entomofauna of the Crimea, *Ecosystems of the Crimea, their optimization and protection*, 41 p. (1998).
8. Pyshkin V. B. The Red Book of Crimea: a list of insect species and their protection, *Reserves of the Crimea. Biodiversity in priority areas*, 195 p. (2002).
9. Pyshkin V. B., Kobechinskaya V. G. Cellular system of protected areas: a new strategy for preserving the diversity of insects of the Crimea, *Nature Reserves of the Crimea. Biodiversity in priority areas*, 198 p. (2002).
10. Pyshkin V. B., Kobechinskaya V. G. Problems of preserving the biodiversity of insects of the Crimea and issues of their protection, *Crimean RCNTEL*, **5**, 5p. (2002).
11. Pyshkin V. B. Problems of biodiversity and protection of endangered species of insects of the Crimea, *Ecosystems of the Crimea, their optimization and protection*, **12**, 142 p. (2002).
12. Pyshkin V. B., Tarasov Yu. E. Biodiversity and insect protection of Crimea, *Biodiversity and the role of zoocenosis in natural and anthropogenic ecosystems*, 151 p. (2003).
13. Pyshkin V. B., Tarasov Yu. E. Insects in the Red Book of Crimea: general and regional status of the species, *VI Congress of the Ukrainian Entomological Society*, 100 p. (2003).
14. Pyshkin V. B., Tarasov Yu. E., Rybka T. S. GIS technologies in building an ecological model of Crimea: the BisCrim project, *Scientific notes of TNU. Series: Geography*, **17(56), 2**, 156 (2004).
15. Pyshkin V. B., Tarasov Yu. E., Rybka T. S. Biodiversity of Crimea: BisCrim project, *Ecosystems of Crimea, their optimization and protection*, **13**, 184 (2003).
16. Pyshkin V. B., Evstafyev A. I. Creation of regional insect databases: the CrimInsecta project, *Dynamics of scientific research*, 26 p. (2004).
17. Pyshkin V. B., Tarasov Yu. E. Application of GIS technologies in the chorological analysis of insects of the Crimea, *Scientific notes of the V.I. Vernadsky THY*, **16(55), 2**, 167 (2003).
18. Bartenev A.F. *Barbel beetles Left-bank Ukraine and Crimea*, 418 p. (2009).
19. Martynov V. V., Pisarenko T. A. Ecological and faunal review of barbel beetles (Coleoptera, Cerambycidae) of Southeastern Ukraine, *Proceedings of the Kharkov Entomological Society*, **XI (1-2)**, 44 p. (2004).
20. Pyshkin V. B. Towards biodiversity (Insecta, Cerambricidae) of cerambycidofauna of the Crimean peninsula, *Proceedings of the Scientific conference "Lomonosov readings"*, 60 p. (2008).
21. Maggaran E. *Ecological diversity and its measurement*, 182 (Moscow, Mir, 1992).
22. Yemelyanov I. G. Taxonomic structure and complexity of biotic communities, *Ecology and noospherology*, **6 (1-2)**, 6 p. (1999).
23. Yemelyanov I. G. *Diversity and its role in the functional stability and evolution of ecosystems*, 31 p. (Kiev, 1999).
24. Yemelyanov I. G., Zagorodnyuk I. V. Taxonomic diversity of faunal complexes and a strategy for preserving the gene pool of the animal world, *Problems of studying and preserving biological diversity*, p. 45 (1990).