

## Распределение членистоногих в норе и гнезде береговой ласточки (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) (Aves: Passeriformes) на Севере Нижнего Поволжья

Кондратьев Е. Н.<sup>1</sup>, Сажнев А. С.<sup>2,3</sup>, Аникин В. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского  
Саратов, Россия

*eugene.n.kondratyev@gmail.com, anikinvasiliiv@mail.ru*

<sup>2</sup> Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН  
Борок, Россия

*sazh@list.ru*

<sup>3</sup> Объединенная дирекция Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича  
Саранск, Россия

Исследования проводили на территории Саратовской области в Хвалынском районе с 2020 по 2023 год. В 2020–2022 применяли ручной сбор членистоногих в норе, помимо которого в 2023 году использовали метод ловчих цилиндров. Последним методом было обследовано три колонии береговой ласточки (*Riparia riparia*) в селах Демкино и Апалиха, и в деревне Кулатка. Гнездовой материал извлекали из нор при их раскапывании, помещали в индивидуальный zip-пакет с этикеткой для транспортировки и установки на термофотоэксектор. В результате проведенных исследований в трех колониях береговой ласточки было выявлено 4873 экз. членистоногих, относящихся к 21 отряду. Из гнезд было собрано 3799 экз., из нор (ловчие цилиндры) – 1074 экз. В разные года в гнездах и в норе доминировали различные отряды членистоногих. Так в гнездах в 2020 и 2021 годах преобладал отряд Coleoptera, в 2022 и 2023 – отряд Mesostigmata, в то время как в норе доминирующей группой были представители Diptera, а отряды Coleoptera и Mesostigmata выступали в роли субдоминанта и рецедента соответственно. Расчет индекса биотопической приуроченности показал, что гнездо и нора имеют свой характерный комплекс членистоногих, в гнезде это Mesostigmata, Sarcoptiformes, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Thysanoptera, Coleoptera, Siphonaptera в норе – Opiliones, Trombidiformes, Araneae, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera. Было установлено, что в норе доминируют свободноживущие виды (представители семейств Phoridae, Muscidae и Drosophilidae), которые не связаны ни с гнездом, ни с хозяином гнезда, доля таких видов по численности составляет 80 %. Состав доминантных группировок в гнезде на исследуемых участках состоит из трех видов (*Androlaelaps casalis*, *Tetramorium* sp. и *Haploglossa nidicola*), которые преобладают в большинстве колоний. Группы, доминирующие в норе, входили в состав рецедентов и/или субрецедентов в гнезде или вообще отсутствовали, что может указывать на буферную роль норы, которая служит преградой для передвижения летающих насекомых. За счет обособленности нидикольных сообществ с наличием эудоминантов общее обилие видов и альфа-разнообразие членистоногих в гнездах и норах ласточек имеет весьма низкие показатели.

*Ключевые слова:* нидиколы, береговая ласточка, птицы, консорция, Саратовская область.

### ВВЕДЕНИЕ

Гнезда птиц представляют собой микробиоценозы, в которых складываются условия, отличающиеся от внешней среды (Deeming, Reynolds, 2015) и пригодных для обитания представителей Acariformes, Parasitiformes, Heteroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Siphonaptera и других (Hicks, 1959, 1962, 1971; Нельзина, 1971, 1977; Сажнев, Кондратьев, 2019, 2020; Кондратьев и др., 2021; Аникин, Кондратьев, 2022). Специфичность гнездовой фауны, ее дифференциация по топическим и трофическим связям с хозяином гнезда позволяют рассматривать гнездо как консорцию (Раменский, 1952; Песенко, 1982), где членистоногие, выступают в качестве консортов, которые концентрируются вокруг гнезда и его хозяина – «ядра консорции», или её детерминанта (источника трофических и топических ресурсов). В отличие от классического определения консорции (Мазинг, 1966; Работнов, 1969) в гнездах нет автотрофного продуцента, поэтому их рассматривают как гетеротрофные консорции (Василевич, 1983; Кривохатский, 1989).

По расположению в пространстве гнездо береговой ласточки *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) представляет собой субтерральный (норы в обрывах) сложный многолетний нидоценоз (Сажнев, Матюхин, 2020), в котором системообразующими типами консортивных связей выступают трофические, топические (субстратно-стациальные) и фензивные (Kondratev et al., 2023), поэтому для норных сообществ характерно наличие как облигатных и/или факультативных нидиколов, так и «случайных» видов, которые используют норы опосредованно, например, для укрытия.

Большинство работ по членистоногим из гнезд ласточек-береговушек (Nordberg, 1936; Nicks, 1959, 1962, 1971; Нельзина, 1971, 1977; Krištofik et al., 1994; Сажнев, Кондратьев, 2019, 2020; Корнеев и др., 2020; Кондратьев и др., 2021; Аникин, Кондратьев, 2022), посвящены фауне гнезд. Сравнение сообществ членистоногих в норе и в гнезде птиц не проводилось.

Цель данной работы – изучить комплексы членистоногих из гнезд и нор береговой ласточки на территории Саратовской области.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на территории Саратовской области в Хвалынском районе с 2020 по 2023 год. В 2020–2022 годах проводили ручной сбор членистоногих в норе (рис. 1., табл. 1). Помимо ручного сбора применяли метод ловчих цилиндров (Голуб и др., 2021). Данным методом было обследовано 24 норы в трех колониях (села Демкино и Апалиха, деревня Кулатка) береговой ласточки. В качестве ловчих цилиндров использовали пластиковые емкости объемом 50 мл. Фиксатором был раствор 70 % этилового спирта. Цилиндры устанавливали в норы на расстоянии 5 см от входа. Верхний срез цилиндра размещали наравне с поверхностью почвы в норе. Экспонирование ловушек длилось с 28 июня по 7 июля 2023 года.

Гнездовой материал извлекали из нор при их раскапывании, помещали в индивидуальный zip-пакет с этикеткой, для дальнейшей транспортировки и камеральной обработки. Членистоногих собирали с помощью термофотоэлектрора в течении двух-трех часов (Голуб и др., 2021). После обработки в термофотоэлектроре гнездовой материал



Рис. 1. Пункты сбора материала в Хвалынском районе Саратовской области  
1 – песчаный карьер в окрестностях села Демкино, 2 – песчаный карьер в окрестностях села Апалиха,  
3 – заброшенный песчаный карьер в окрестностях деревни Кулатка.

Таблица 1

Места сбора материала

Дата	Локалитет	Широта	Долгота
25.06.2020; 30.07.2020; 08.07.2021; 04.11.2021; 28.06.2022; 04.11.2022; 07.07.2023	Хвалынский р-н, окрестности села Демкино, песчаный карьер	52.267003	47.796580
08.07.2021; 04.11.2021; 28.06.2022; 04.11.2022; 29.06.2023	Хвалынский р-н, окрестности села Апалиха, песчаный карьер	52.317167	47.678037
28.06.2023; 07.07.2023	Хвалынский р-н, окрестности деревни Кулатка, заброшенный песчаный карьер	52.618220	47.787902

дополнительно разбирали вручную на наличие членистоногих, не прошедших через сито. Затем содержимое пробы переносили в чашку Петри и предварительно дифференцировали на отряды и таксоны высокого ранга под стереоскопическим микроскопом МБС-10.

Индекс биотопической приуроченности рассчитывали по формуле (Песенко, 1982):

$$\text{ИБП} = \frac{n_{ij} \times N - n_i \times N_j}{n_{ij} \times N + n_i \times N_j - 2n_{ij} \times N_j}$$

где ИБП – индекс биотопической приуроченности;  $n_{ij}$  – число особей  $i$ -го вида в  $j$ -ой выборке объемом  $N_j$ ;  $n_i$  – число особей этого вида во всех сборах общим объемом  $N$ .

Индекс видового разнообразия Шеннона рассчитывался по формуле (Southwood, Henderson, 2000):

$$H_N = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln p_i$$

где  $H_N$  – индекс Шеннона (по численности);  $S$  – видовое богатство;  $p_i$  – доля  $i$ -го вида в сообществе.

Индекс Реньи ( $\exp(H_\alpha)$ ) рассчитывался по формуле (Tothmeresz, 1995):

$$\exp(H_\alpha) = \exp\left(\frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=1}^S p_i^\alpha\right)$$

где  $\exp(H_\alpha)$  – индекс Реньи;  $S$  – видовое богатство;  $p_i$  – доля  $i$ -го вида в сообществе.

Статистическая обработка проводилась с помощью MS Office Excel и PAST 4.17.

При идентификации материала использовали следующие источники: определение клещей (Брегетова, 1956; Гиляров, 1975, 1977, 1978; Krantz, Walter, 2009; Mařán et al., 2016), трипсов (Бей-Биенко, 1964), двукрылых (Бей-Биенко, 1969, 1970; Нарчук, 2003) и блох (Бей-Биенко, 1970) было проведено первым автором по стандартным методикам; определение жуков проводили преимущественно по Die Käfer Europas (Lompe, 2023), оно выполнено А.С. Сажневым (Борок), определение чешуекрылых проведено В.В. Аникиным (Саратов) по современным ключам (Slamka, 2013, 2019; Gaedike, 2015, 2019; Аникин и др., 2016; Anikin et al., 2017) с изготовлением препаратов гениталий для микрочешуекрылых по стандартной методике (Robinson, 1976).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований в трех колониях береговой ласточки было выявлено 4873 экз. членистоногих, относящихся к 21 отрядам (табл. 2).

Из гнезд было собрано 3799 экз., из ловчих цилиндров 1074 экз. Из них в гнездах в заброшенной колонии деревни Кулатка членистоногих не обнаружено, в селе Апалиха собрано 28 таксонов (1730 экз.), в селе Демкино 47 таксонов (2176 экз.).

Из нор в цилиндры в деревни Кулатка собрано 18 таксонов (37 экз.), в селе Апалиха 47 таксонов (335 экз.), а в селе Демкино 28 таксонов (700 экз.).

Количество собранных экземпляров и таксонов из гнезд по годам представлено на рисунке 1.

Таблица 2

Состав членистоногих в гнезде и норе береговой ласточки *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)

Таксон	ЖС	Н	Гн	Σ	%
1	2	3	4	5	6
Arachnida					
Opiliones					
Opiliones	imago	5	-	5	0,10
Pseudoscorpiones					
Dactylochelifera	imago	1	-	1	0,02
Ixodida					
<i>Ixodes lividus</i> Koch, 1844	imago/ larvae	1	21	22	0,45
Mesostigmata					
<i>Nenteria</i> sp.	imago	-	1	1	0,02
<i>Pergamasellus delicatus</i> Evans, 1957	imago	-	3	3	0,06
<i>Rhodacarellus</i> sp.	imago	-	1	1	0,02
<i>Ameroseius delicatus</i> Berlese, 1918	imago	-	5	5	0,10
<i>Melichares</i> sp.	imago	-	12	12	0,25
<i>Eulaelaps stabularis</i> (C.L.Koch, 1836)	imago	-	4	4	0,08
<i>Androlaelaps casalis</i> (Berlese, 1887)	imago	29	1483	1512	31,03
<i>Hypoaspis heselhausi</i> Oudemans, 1912	imago	-	2	2	0,04
<i>Gaeolaelaps aculeifer</i> (Canestrini, 1884)	imago	-	4	4	0,08
<i>G. expolitus</i> (Berlese, 1904)	imago	-	1	1	0,02
<i>Euandrolaelaps karawaiewi</i> (Berlese, 1904)	imago	-	1	1	0,02
<i>Stratiolaelaps miles</i> (Berlese, 1892)	imago	-	31	31	0,64
Laelaptidae sp.	larvae	-	9	9	0,18
Laelaptidae sp.	protonymphs	1	35	36	0,74
Laelaptidae sp.	deytomyphs	1	158	159	3,26
Trombidiformes					
<i>Anystis</i> sp.	imago	1	-	1	0,02
<i>Sphaerolichus</i> sp.	imago	-	2	2	0,04
Parasitengona	imago	-	1	1	0,02
Caeculidae	imago	-	1	1	0,02
Sarcoptiformes					
Oribatida	imago	-	3	3	0,06
<i>Acarus siro</i> Linnaeus, 1758	imago	-	21	21	0,43
Araneae					
Araneae	imago	8	6	14	0,29

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
Chilopoda					
Lithobiomorpha					
<i>Lithobius crassipes</i> L.Koch, 1862	imago	-	1	1	0,02
Diplopoda					
Julida					
<i>Julus terrestris</i> Linnaeus, 1758	imago	1	1	2	0,04
Collembola					
Poduromorpha					
<i>Mesaphorura yosii</i> (Rusek, 1967)	imago	-	27	27	0,55
<i>Hemisotoma thermophila</i> (Axelson, 1900)	imago	1	22	23	0,47
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullberg, 1871)	imago	-	186	186	3,82
Entomobryomorpha					
<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)	imago	-	1	1	0,02
<i>Entomobrya</i> sp.	imago	3	-	3	0,06
<i>Pseudosinella sexoculata</i> Schött, 1902	imago	-	87	87	1,79
Insecta					
Orthoptera					
<i>Melanogryllus desertus</i> (Pallas, 1771)	imago	1	-	1	0,02
Psocoptera					
<i>Liposcelis divinatorius</i> (Müller, 1776)	imago	-	2	2	0,04
Thysanoptera					
Thysanoptera	second instar larvae	-	1	1	0,02
<i>Haplothrips tritici</i> (Kurdjumov, 1912)	imago	-	4	4	0,08
Hemiptera					
Hemiptera	larvae	-	3	3	0,06
Cicadellidae	imago	31	-	31	0,65
<i>Aphis</i> sp.	imago	14	-	14	0,31
<i>Emblethis</i> sp.	imago	1	-	1	0,02
<i>Oeciacus hirundinis</i> Lamarck, 1816	imago	-	6	6	0,12
<i>Brachycarenum tigrinus</i> (Schilling, 1829)	imago	2	-	2	0,04
<i>Heterogaster artemisiae</i> Schilling, 1829	imago	2	-	2	0,04
<i>Stictopleurus crassicornis</i> (Linnaeus, 1758)	imago	1	-	1	0,02
<i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)	imago	3	-	3	0,06
Hymenoptera					
Platygastroidea	imago	1	-	1	0,02
Braconidae	imago	5	-	5	0,10
Sapygidae	imago	4	-	4	0,08
Proctotrupidae	imago	5	-	5	0,10
Megaspilidae	imago	3	-	3	0,06
Vespidae	imago	18	-	18	0,37
Ichneumonidae	imago	3	-	3	0,06
<i>Tetramorium</i> sp.	imago	113	37	150	3,08
<i>Formica</i> cf. <i>rufa</i> Linnaeus, 1761	imago	5	-	5	0,10
Coleoptera					
Carabidae	larvae	-	6	6	0,12
<i>Haploglossa nidicola</i> (Fairmaire, 1852)	imago / larvae	164	1397	1561	31,86
<i>Lordithon lunulatus</i> (Linnaeus, 1761)	imago	1	-	1	0,02
<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802)	imago	1	-	1	0,02

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
<i>Saprinus rugifer</i> (Paykull, 1809)	imago	2	14	16	0,35
<i>Euspilotus perrisi</i> (Marseul, 1872)	imago	12	-	12	0,25
<i>Pleurophorus caesus</i> (Creutzer, 1796)	imago	-	1	1	0,02
Scarabaeidae	imago	-	4	4	0,08
<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1761)	imago	2	-	2	0,04
<i>Agrilus hyperici</i> (Creutzer, 1799)	imago	-	1	1	0,02
<i>Anthrenus flavidus</i> Solsky, 1876	imago	1	-	1	0,02
<i>Attagenus</i> sp.	larvae	-	2	2	0,04
Elateridae	larvae	-	2	2	0,04
<i>Agriotes ustulatus</i> (Schaller, 1783)	imago	1	-	1	0,02
<i>Lampyrus noctiluca</i> (Linnaeus, 1767)	imago	-	1	1	0,02
<i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	imago	1	1	1	0,04
<i>Anthicus flavipes</i> (Panzer, 1797)	imago	-	1	1	0,02
<i>Corticaria</i> sp.	imago	-	1	1	0,02
<i>Lagria</i> sp.	larvae	-	1	1	0,02
Chrysomelidae	larvae	-	5	5	0,10
<i>Chaetocnema hortensis</i> (Geoffroy, 1785)	imago	-	1	1	0,02
<i>Bruchus pisorum</i> (Linnaeus, 1758)	imago	1	-	1	0,02
<i>Spermophagus sericeus</i> (Geoffroy, 1785)	imago	1	-	1	0,02
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	imago	1	-	1	0,02
<i>Blaps lethifera</i> Marsham, 1802	imago	1	-	1	0,02
<i>Ceutorhynchus gallorhenanus</i> F.Solari, 1949	imago	1	-	1	0,02
<i>Anaspis</i> sp.	imago	1	-	1	0,02
Lepidoptera					
<i>Infurcitinea rumelicella</i> (Rebel, 1903)	larvae	1	33	34	0,70
<i>Niditinea fuscella</i> (Linnaeus, 1758)	imago	1	-	1	0,02
<i>Wegneria panchalcella</i> (Staudinger, 1871)	imago	1	-	1	0,02
<i>Monopis spilotella</i> (Tengstrom, 1848)	imago	1	-	1	0,02
<i>Caloptilia fidella</i> (Reutti, 1853)	imago	-	1	1	0,02
<i>Loxostege sticticalis</i> [Hubner, 1825]	imago	-	2	2	0,04
<i>Polypogon tentacularia</i> (Linnaeus, 1758)	imago	1	-	1	0,02
<i>Rhyacia simulans</i> (Hufnagel, 1766)	imago	-	1	1	0,02
<i>Spaelotis ravida</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	imago	2	-	2	0,04
<i>Caradrina kadenii</i> (Freyer, 1836)	imago	1	-	1	0,02
<i>Casignetella eltonica</i> Anikin, 2005	imago	-	2	2	0,04
Diptera					
Bombyliidae	imago	7	-	7	0,14
Phoridae	imago	158	-	158	3,24
Tachinidae	imago	9	-	9	0,17
Sciaridae	imago	19	-	19	0,39
Drosophilidae	imago	101	-	101	2,06
Lonchopteridae	imago	1	-	1	0,02
Sarcophagidae	larvae	3	-	3	0,06
Muscidae	imago	193	-	293	6,02
Scenopinidae	imago	3	-	3	0,06
Syrphidae	imago	3	-	3	0,06
Stratiomyidae	imago	1	-	1	0,02

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
Chironomidae	imago	2	-	2	0,04
Culicidae	imago	1	-	1	0,02
Platypalpus	imago	1	-	1	0,02
Dolichopodidae	imago	6	-	6	0,12
<i>Ceratopogon</i> sp.	larvae	-	39	39	0,80
Empididae	larvae	-	1	1	0,02
<i>Crossopalpus</i> sp.	imago	-	2	2	0,04
Siphonaptera					
<i>Ceratophyllus styx</i> Rothschild, 1900	imago	3	107	110	2,25
Всего:		1074	3799	4873	100

Примечание к таблице. ЖС – стадия жизненного цикла, Н – число экз. собранных в норе, Гн – число экз. обнаруженных в гнезде.

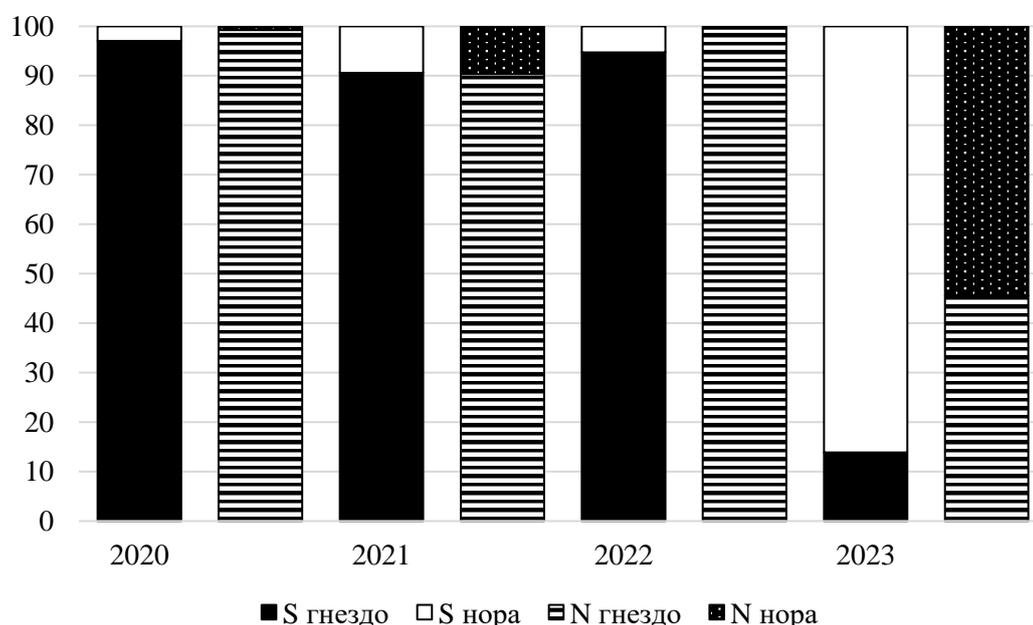


Рис. 1. Количество таксонов и экземпляров, собранных в гнездах по годам (в %):  
S – число таксонов, N – число экземпляров

В разные годы различные отряды доминировали в гнездах и в норе (рис. 2а). Так в гнездах в 2020 и 2021 годах доминировали представители отряда Coleoptera (в 2020 – 49,63 %, в 2021 – 48,86 %). В 2022 и 2023 это были клещи из отряда Mesostigmata (в 2022 – 60,6 %, в 2023 – 86,4 %), в то время как в норе доминирующей группой были представители Diptera (47,95 %), Coleoptera (16,88 %) являлись субдоминантами, а Mesostigmata (2,89 %) рецедентами (рис. 2б).

В колонии, расположенной в селе Апалиха доминировали гамазовые клещи (69,41 %), на втором месте были жуки (20,43 %). В селе Демкино доминирующей группой были жуки (52,31 %), в то время как на втором месте были гамазиды (26,69 %) (рис. 3а). В значительной мере были представлены в Апалихе – клопы (1,97 %), в Демкино – блохи (5,1 %) и коллемболы (10,74 %). В гнездах, собранных в колонии в деревне Кулатка членистоногих найдено не было.

В норе в колониях в селе Демкино и деревне Кулатка доминировали двукрылые (в Демкино 73,51 %, в Кулатке 43,24 %) (рис. 3б), в Кулатке также доминировали перепончатокрылые (24,32 %). В Апалихе, наоборот, доминировали жуки (37,91 %).

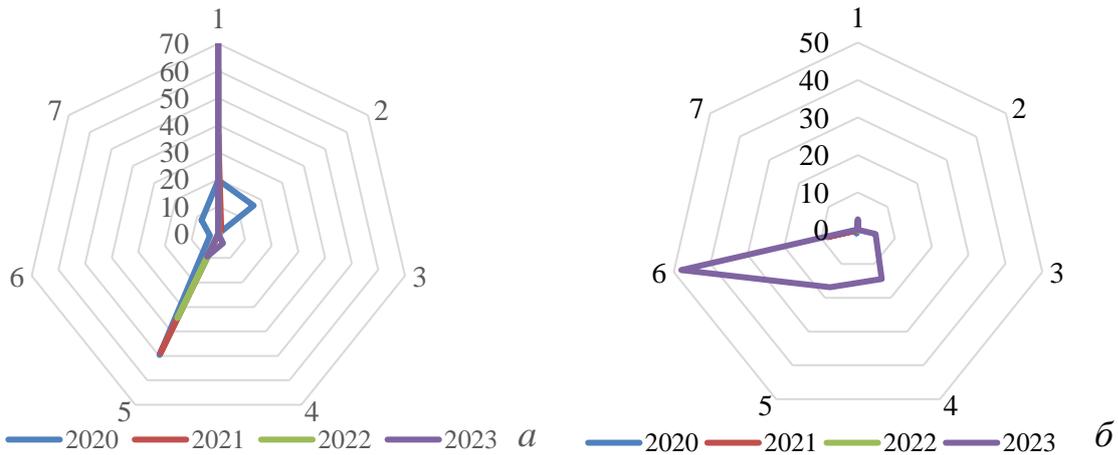


Рис. 2. Распределение доминирующих групп членистоногих по годам: в гнезде (а) и норе (б)  
1 – Mesostigmata, 2 – Poduromorpha, 3 – Hemiptera, 4 – Hymenoptera, 5 – Coleoptera, 6 – Diptera, 7 – Siphonaptera.

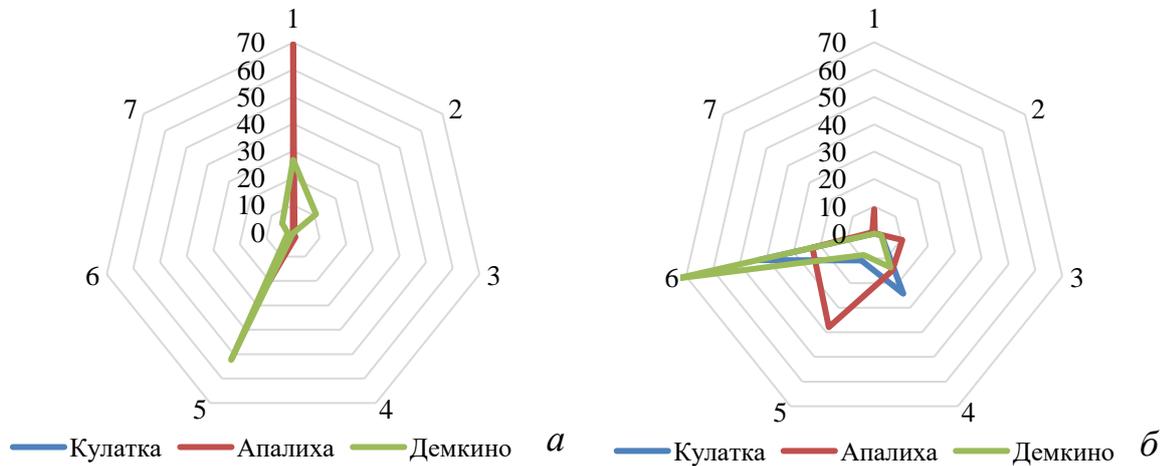


Рис. 3. Распределение доминирующих групп членистоногих по колониям в гнезде (а) и норе (б)  
1 – Mesostigmata, 2 – Poduromorpha, 3 – Hemiptera, 4 – Hymenoptera, 5 – Coleoptera, 6 – Diptera, 7 – Siphonaptera.

Расчет индекса биотопической приуроченности (для которого выраженную степень приуроченности считали  $> \pm 0,5$ ) показал (исключены отряды, представленные менее 5 экз.), что гнездо и нора имеют свой характерный комплекс доминантных групп, в гнезде это Mesostigmata, Sarcotiformes, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Thysanoptera, Coleoptera и Siphonaptera; в норе – Opiliones, Trombidiformes, Araneae, Hemiptera, Hymenoptera и Diptera (рис. 4). В первом случае комплекс состоит из нидикольной и почвенной фауны, во втором это свободноживущая фауна, которая активно передвигается.

Было установлено, что в норе доминируют свободноживущие виды, которые не связаны ни с гнездом, ни с хозяином гнезда, доля таких видов по численности составляет 80 % в норе. Состав доминантных группировок в гнезде на исследуемых участках состоит из трех видов (*Androlaelaps casalis* (Berlese, 1887), *Tetramorium* sp. и *Haploglossa nidicola* (Fairmaire, 1852)), которые преобладают в большинстве колоний. Представители семейств Phoridae, Muscidae и Drosophilidae доминируют в норе. Группы, доминирующие в норе, входили в состав рецедентов и/или субрецедентов в гнезде или вообще отсутствовали, что указывает на то, что

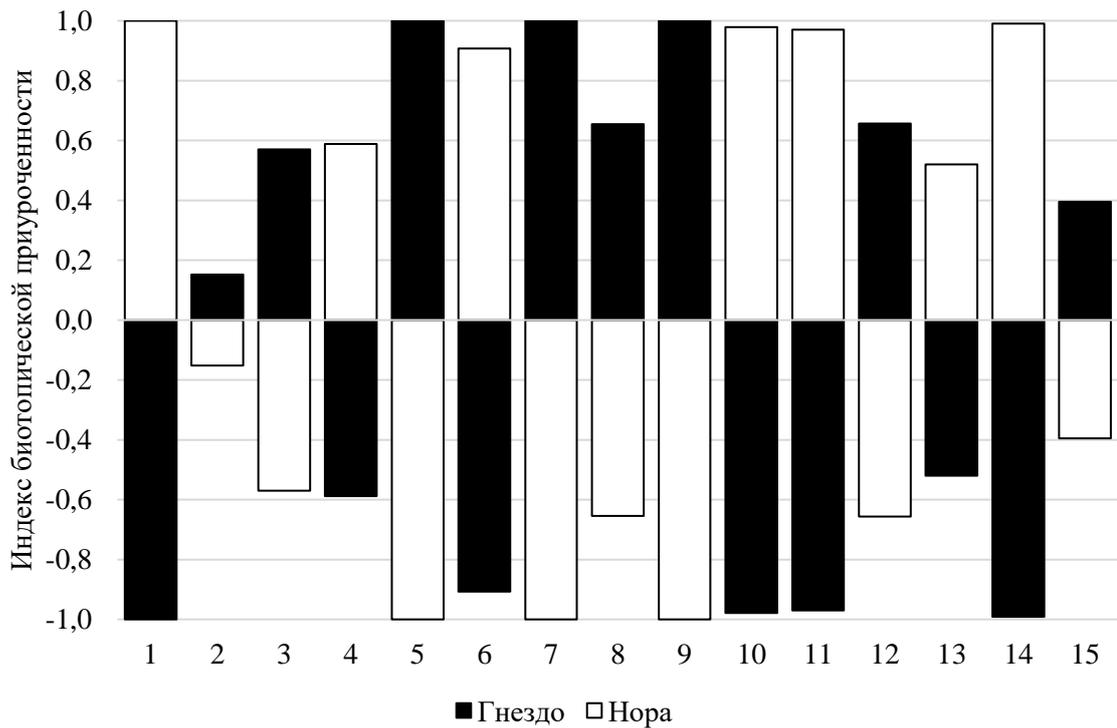


Рис. 4. Соотношение таксонов в гнезде и в норе по индексу биотопической приуроченности 1 – Opiliones, 2 – Ixodida, 3 – Mesostigmata, 4 – Trombidiformes, 5 – Sarcoptiformes, 6 – Araneae, 7 – Poduromorpha, 8 – Entomobryomorpha, 9 – Thysanoptera, 10 – Hemiptera, 11 – Hymenoptera, 12 – Coleoptera, 13 – Lepidoptera, 14 – Diptera, 15 – Siphonaptera.

наличие расстояния между входом норы и гнездом отрицательно влияет на возможность перемещения насекомых, что подтверждается и экспериментальными данными (Tomás et al., 2020).

Несмотря на существенную разницу в количестве экземпляров ( $N = 974$  и  $3809$  экз. в норах и гнездах соответственно) в генерализованных выборках из нор и гнезд ласточек, статистически значимых различий между ними не обнаружено ( $t$ -критерий Стьюдента =  $1,374$ ;  $p = 0,1706$ ) в виду довольно высокой степени участия в исследуемых сообществах единично отмеченных и случайных видов членистоногих лабильного комплекса и слабой выравненности сообществ.

Индексы разнообразия по численности также не высоки, например, индекс Шеннона для сообществ членистоногих нор равен  $H_N = 2,639$  экз./бит против  $H_N = 1,770$  экз./бит – для гнезд. Низкое значение индекса Шеннона в гнезде связано с высоким доминированием двух видов: *Haploglossa nidicola* – в целом  $31,86\%$  и *Androlaelaps casalis* –  $31,03\%$ , в отличие от норы где доли видов распределены равномернее.

Оценку согласованной встречаемости видов в изученных сообществах жесткокрылых проводили по индексу Брея-Кёртиса и визуализировали методом сетевой диаграммы (круговой тип) ассоциированности видов (рис. 5), где точками (узлы) обозначены виды сообществ, а гранями – связи между ними (порог сходства  $90\%$ ). Величина узлов пропорциональна количеству связей, а толщина линий – величине сходства.

В результате внутри сообществ было выделено 2 кластера: первый образовали виды приуроченные к гнездово-норовым комплексам, это хищный нидикол *Haploglossa nidicola*, а также паразитирующие на ключевом виде (береговой ласточке) *Ixodes lividus* и *Androlaelaps casalis*; вторую пару ассоциированных видов составили факультативный клептобионт

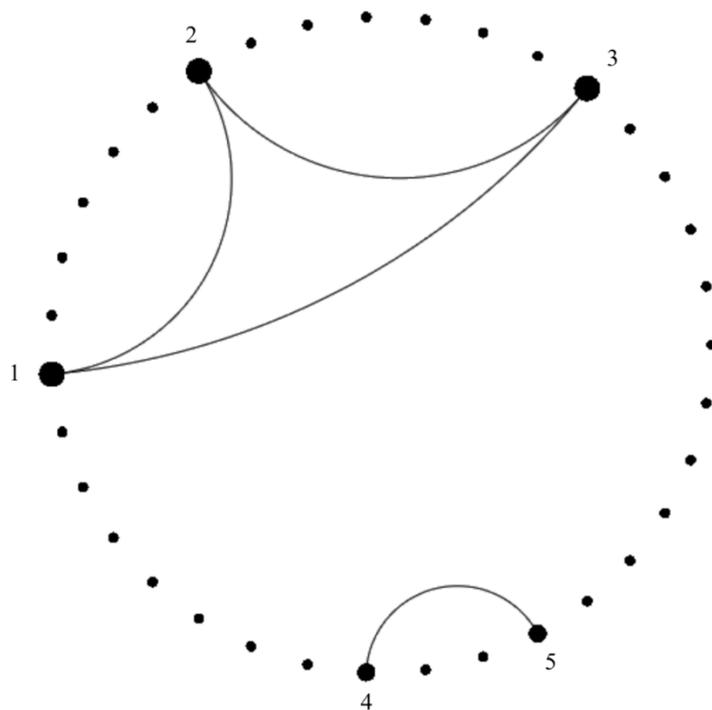


Рис. 5. Сетевая диаграмма ассоциированности видов исследованных сообществ жесткокрылых нор и гнезд береговой ласточки

Точками обозначены виды сообществ, наиболее связанные из них (порог сходства 90 %) обозначены цифрами: 1 – *Haploglossa nidicola*; 2 – *Androlaelaps casalis*; 3 – *Ixodes lividus*; 4 – *Solenopsis fugax*; 5 – *Pseudosinella sexoculata*.

*Solenopsis fugax* и детритофаг *Pseudosinella sexoculata*, который, вероятно, связан с норами в виду их микроклиматических условий и наличия разлагающихся органических веществ.

За счет наличия эудоминантов и в целом обособленности нидикольных сообществ общее обилие видов и альфа-разнообразие членистоногих в гнездах и норах ласточек имеет весьма низкие показатели, что отражено на графиках доминирования-разнообразия (рис. 6), на которых степень крутизны падения кривых сопоставима с уменьшением общего разнообразия и усилением доминирования одного или нескольких видов.

Чтобы избежать произвольного выбора индекса разнообразия при сравнении сообществ членистоногих нор и гнезд для каждого мы использовали профили разнообразия (рис. 6), позволяющие сравнить одновременно несколько индексов единой группы, зависящие от одного непрерывного параметра (Tothmeresz, 1995). Для этого применили экспоненциальную функцию индекса Реньи –  $\exp(H_\alpha)$ , которая зависит от параметра  $\alpha$  (при  $\alpha=0$  функция дает общее число видов в сообществах, при  $\alpha=1$  – индекс, пропорциональный индексу Шеннона, а при  $\alpha=2$  – индекс, аналогичный индексу Симпсона). Если профили двух сообществ пересекаются, то диверсификации несопоставимы. Используя анализ разрежения (кривая накопления видов) оценили выявленное и потенциально возможное разнообразие сообществ беспозвоночных сравниваемых участков норово-гнездовых комплексов (рис. 7). Стоит отметить, что генерализованные данные показывают, что выборочные усилия при сборе материала были недостаточны (в первую очередь за счет неравноценного применения ловчих цилиндров при сборе материала в норах). Изученность сообществ гнезд выше – график приближается к асимпоте, что говорит о том, что выявленное видовое богатство может быть увеличено, однако, близко к прогнозируемому. Потенциальное число видов, полученное путем случайных перестановок выборок (bootstrapping), находится в пределах  $111,0 \pm 49,5$  –  $173,7 \pm 111,4$  видов.

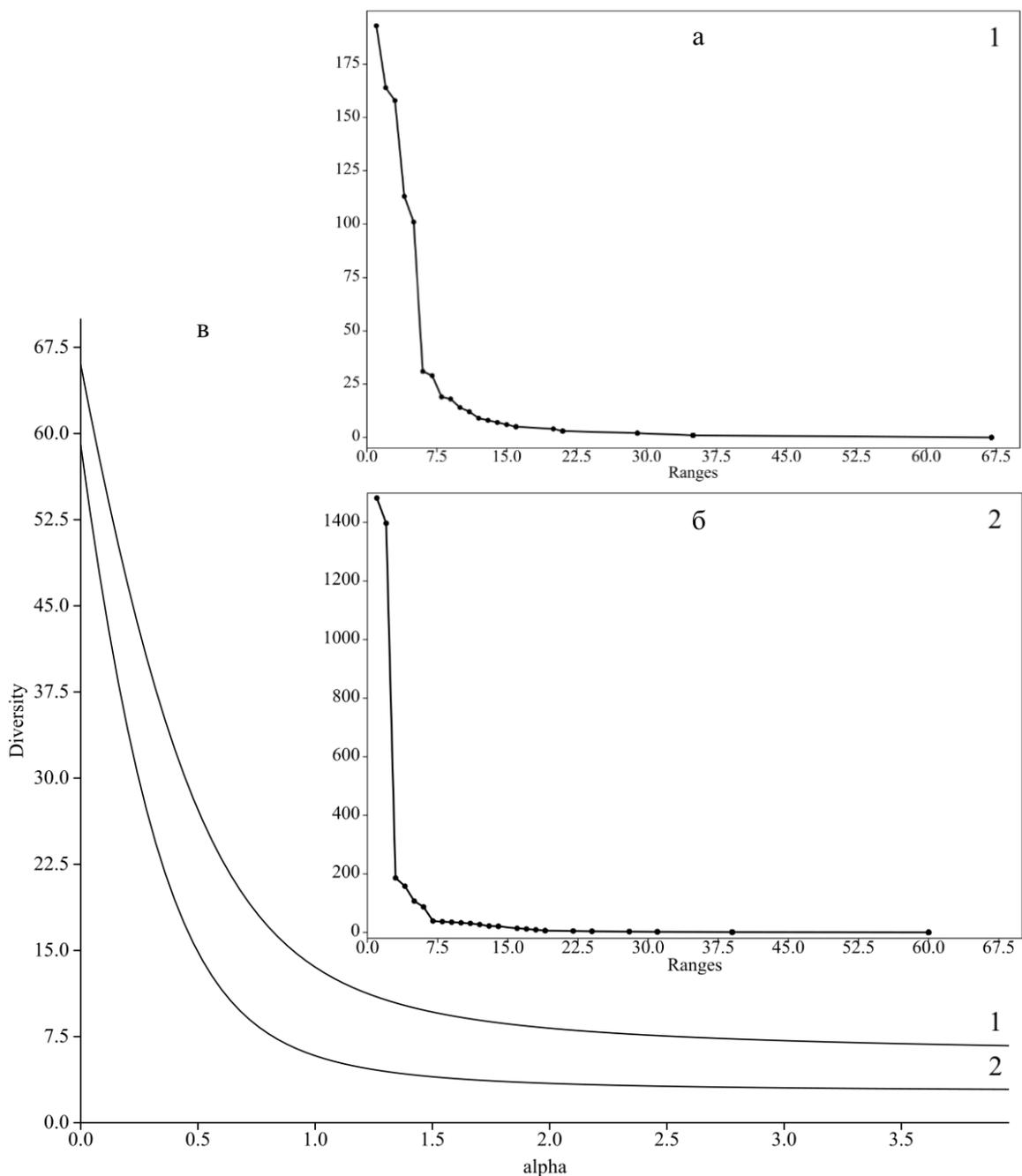


Рис. 6. Кривые значимости видов (доминирования-разнообразия) (а, б) сообществ членистоногих нор (1) и гнезд (2) береговой ласточки, а также профили разнообразия (в), построенные по параметрам экспоненты индекса Реньи –  $\exp(H_\alpha)$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые на данной территории проведено комплексное экологическое обследование с изучением элементов комплекса членистоногих из гнезда и из норы. В результате проведенных исследований в гнездах и норе было выявлено 4873 экз. членистоногих, относящихся к 109 таксонам, 21 отряду (Opiliones – 1, Pseudoscorpionida – 1, Ixodida – 1, Mesostigmata – 12, Araneae – 1, Trombidiformes – 4, Sarcoptiformes – 2, Diplopoda – 1, Chilopoda – 1, Poduromorpha – 3, Entomobryomorpha – 3, Orthoptera – 1, Psocoptera – 1,

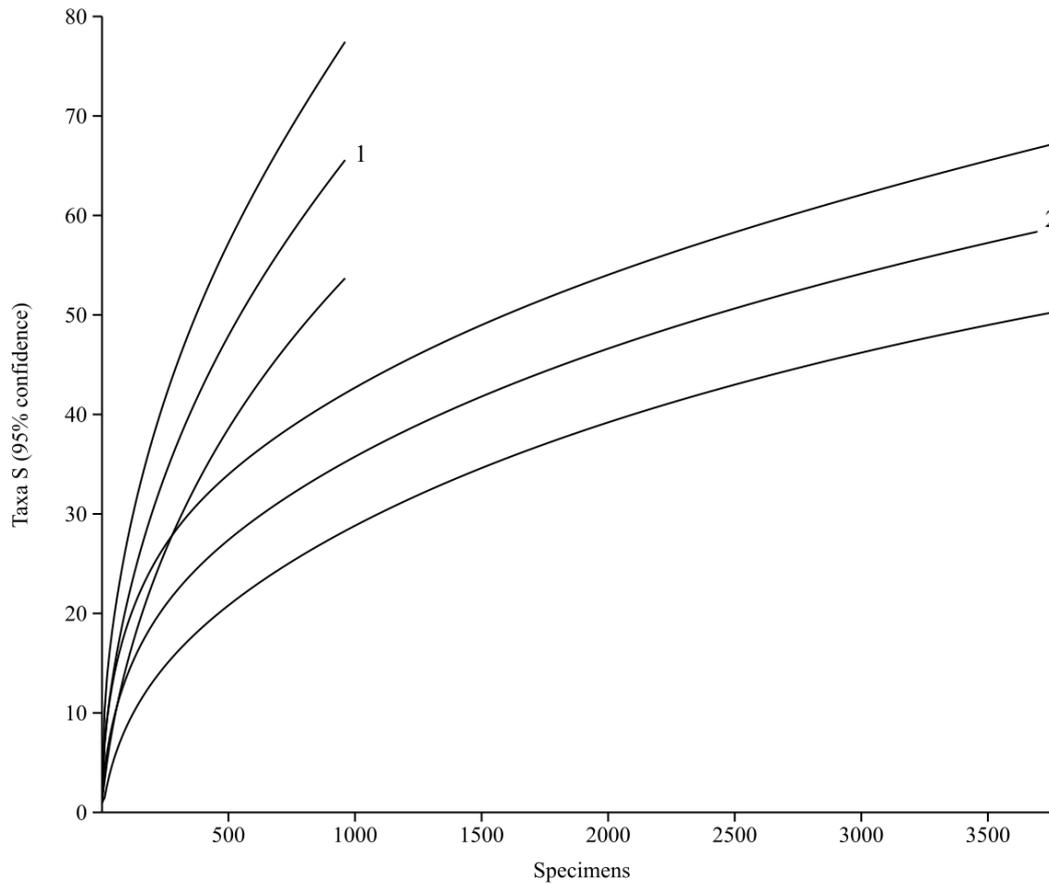


Рис. 7. Кривые разрежения сообществ членистоногих нор (1) и гнезд (2) береговой ласточки (доверительный интервал 95 %)

По оси ординат – число таксонов (Taxa S); по оси абсцисс – число экземпляров (Specimens).

Thysanoptera – 1, Hemiptera – 9, Hymenoptera – 9, Coleoptera – 28, Lepidoptera – 11, Diptera – 20, Siphonaptera – 1). Доминантную группировку составляют 6 таксонов: *A. casalis*, *Tetramorium* sp., *H. nidicola*, представители семейств Phoridae, Muscidae, Drosophilidae.

Наблюдается различие в составе доминирующих групп между гнездами и норами. Так в гнездах преобладают нидикольные и почвенные виды, тогда как в норах — свободноживущие виды. Индекс Шеннона для сообществ нор выше, чем для гнезд, что связано с высоким доминированием в гнезде двух видов нидиколов – *A. casalis* и *H. nidicola*. В выборках из нор и гнезд береговой ласточки, статистически значимых различий между выборками не обнаружено в виду довольно высокой степени участия в исследуемых сообществах единично отмеченных и случайных видов членистоногих и слабой выравненности сообществ.

**Благодарности.** Авторы выражают признательность к.б.н. К. А. Гребеникову (ВНИИКР), д.б.н. А. А. Хаустову (ТюмГУ), д.б.н. А. Б. Бабенко (ИПЭЭ РАН), к.б.н. Р. А. Сайфутдинову (ИПЭЭ РАН), Ю. С. Волковой (УлГПУ) за помощь в определении материала.

### Список литературы

Аникин В. В., Золотухин В. В., Кириченко Н. И. Минирующие моли-пестрянки Lepidoptera: Gracillariidae Среднего и Нижнего Поволжья. – Ульяновск: Издательство «Корпорация технологий продвижения», 2016. – 152 с.

- Аникин В. В., Кондратьев Е. Н. Распределение экологических групп чешуекрылых (Lepidoptera, Insecta) в гнездах береговой ласточки (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) на территории Саратовской области // Поволжский экологический журнал. – 2022. – Вып. 2. – С. 232–241. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-2-232-241>
- Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 1. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением / [Ред. Г. Я. Бей-Биенко]. – М-Л: Наука, 1964. – 936 с.
- Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 5. Ч. 1. Двукрылые, Блохи / [Ред. Г. Я. Бей-Биенко]. – Л: Наука, 1969. – 806 с.
- Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 5. Ч. 2. Двукрылые, Блохи / [Ред. Г. Я. Бей-Биенко]. – Л: Наука, 1970. – 943 с.
- Брегетова Н. Г. Гамазовые клещи (Gamasoidea): краткий определитель. – М, Л: Издательство АН СССР, 1956. – 247 с.
- Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии. – Л: Наука. Ленинградское отделение, 1983. – 248 с.
- Определитель обитающих в почве клещей. Sarcoptiformes / [Ред. М. С. Гиляров]. – М: Наука, 1975. – 491 с.
- Определитель обитающих в почве клещей. Mesostigmata / [Ред. М. С. Гиляров]. – М: Наука, 1977. – 718 с.
- Определитель обитающих в почве клещей. Trombidiformes / [Ред. М. С. Гиляров]. – М: Наука, 1978. – 271 с.
- Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А. А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала (2<sup>е</sup> изд.). – М: Товарищество научных изданий КМК, 2021. – 358 с.
- Кондратьев Е. Н., Корнеев М. Г., Поршаков А. М., Матросов А. Н. Гамазовые клещи гнезд береговой ласточки (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) на территории Саратовской области // Паразитология. – 2021. – Т. 55, № 4. – С. 346–352.
- Корнеев М. Г., Поршаков А. М., Яковлев С. А., Матросов А. Н., Сажнев А. С. Членистоногие – обитатели нор береговой ласточки *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) (Aves: Hirundinidae) на территории Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 189–199. <https://doi.org/10.18500/1816-97752020-20-2-189-199>
- Кривохатский В. А. Исследования обитателей нор млекопитающих СССР // Вестник Ленинградского Университета. Серия 3. – 1989. – Вып. 4. – С. 13–18.
- Мазинг В. В. Консорции как элементы функциональной структуры биогеоценозов // Труды Московского общества испытателей природы. – 1966. – Т. 27, № 2. – С. 117–126.
- Нарчук Э. П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России. – Санкт-Петербург: Наука, 2003. – 250 с.
- Нельзина Е. Н. Структура норových микробиоценозов на примере малого суслика и некоторых видов песчанок // Паразитология. – 1971. – Т. 5, № 3. – С. 266–273.
- Нельзина Е. Н. Основные таксономические группировки организмов, участвующие в формировании гнездово-норových микробиоценозов // Паразитология. – 1977. – Т. 11, № 4. – С. 326–332.
- Песенко Ю. Н. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М: Наука, 1982. – 287 с.
- Работнов Т. А. Некоторые вопросы изучения ценологических популяций // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. – 1969. – Т. 74, № 1. – С. 147–149.
- Раменский Л. Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники // Ботанический журнал. – 1952. – Т. 37, № 2. – С. 181–201.
- Сажнев А. С., Кондратьев Е. Н. Материалы по фауне жесткокрылых-нидиолов (Insecta: Coleoptera) из нор ласточек-береговушек *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) (Aves: Hirundinidae) Саратовской области // Полевой журнал биолога. – 2019. – Т. 1, № 4. – С. 193–197. <https://doi.org/10.18413/26583453-2019-1-4-193-197>
- Сажнев А. С., Кондратьев Е. Н. Жесткокрылые (Insecta: Coleoptera) из нор ласточек-береговушек *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) (Aves: Hirundinidae) Саратовской области // Полевой журнал биолога. – 2020. – Т. 2, № 4. – С. 276–281. <https://doi.org/10.18413/2658-3453-2020-2-4-276-281>
- Сажнев А. С., Матюхин А. В. Материалы к фауне жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) ницоценозов птиц // Полевой журнал биолога. – 2020. – Т. 2, №1. – С. 14–23. <https://doi.org/10.18413/2658-3453-2020-2-1-14-23>
- A manual of acarology / [Eds. G. W. Krantz, D. E. Walter] – Texas: Texas Tech University, 2009. – 816 p.
- Anikin V. V., Sachkov S. A., Zolotuhin V. V. «Fauna Lepidopterologica Volgo-Uralensis»: from P. Pallas to present days. – Munich, Vilnius: Museum Witt Munich & Nature Research Center Vilnius, 2017. – 696 p.
- Gaedike R. Microlepidoptera of Europe. Tineidae I (Dryadaulinae, Hapsiferinae, Euplocaminae, Scardiinae, Nemapogoninae and Meessiinae). – Leiden, Boston: Brill, 2015. – 308 p.
- Gaedike R. Microlepidoptera of Europe. Tineidae II (Myrmecozelinae, Perissomasticinae, Tineinae, Hieroxestinae, Teichobiinae and Stathmopolitinae). – Leiden, Boston: Brill, 2019. – 248 p.
- Hicks E. A. Check-list and bibliography on the occurrence of insects in bird's nests. – Iowa: The Iowa State College Press, 1959. – 681 p.
- Hicks E. A. Check-list and bibliography on the occurrence of insects in bird's nests. Supplement I // Iowa State College Journal of Science. – 1962. – Vol. 36. – P. 233–347.
- Hicks E. A. Check-list and bibliography on the occurrence of insects in bird's nests. Supplement II // Iowa State College Journal of Science. – 1971. – Vol. 46. – P. 123–338.
- Kondratev E. N., Sazhnev A. S., Anikin V. V., Mironova A. A. Using the heterocentric model in population-consortium analysis of the nest-dwelling arthropods of the sand martin (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) in Saratov

region // Russian journal of ecosystem ecology. – 2023. – Vol. 8, N 2. – P. 22–31. <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2023-2-2>

Krištofik J., Šustek S., Gajdoš P. Arthropods in nests of the Sand Martin (*Riparia riparia* Linnaeus, 1758) in South Slovakia // *Biologia*, Bratislava. – 1994. – Vol. 49, N 5. – P. 683–690.

Lompe A. Die Käfer Europas [Electronic resource]. – 2023. – Available at: <http://coleonet.de> (viewed by 22.10.2024)

Mašan P., Özbek H. H., Fend'a P. Two new species of *Pachylaelaps* Berlese, 1888 from the Iberian Peninsula, with a key to European species (Acari, Gamasida, Pachylaelapidae) // *ZooKeys*. – 2016. – Vol. 603. – P. 71–95. <https://doi.org/10.3897/zook-eyes.603.9038>

Nests, eggs, and incubation: new ideas about avian reproduction / [Eds. D. C. Deeming, S. J. Reynolds]. – Oxford: Oxford University Press, 2015. – 296 p.

Nordberg S. Biologisch-ökologische Untersuchungen über die Vogelnidicolen // *Acta zoologica Fennica*. – 1936. – Vol. 21. – P. 1–168.

Robinson G. The preparation of slides of Lepidoptera genitalia with special reference to the Microlepidoptera // *Entomologist's Gazette*. – 1976. – Vol. 27. – P. 127–132.

Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Pyraustinae, Spilomelinae. Identification. Distribution. Habitat. Biology. – Bratislava: Coronet Books Inc. 2013. – Vol. 3. – 357 p.

Slamka F. Pyraloidea of Europe (Lepidoptera). Phycitinae. Identification. Distribution. Habitat. Biology. – Bratislava: Coronet Books Inc. 2019. – Vol. 4, Part 1. – 432 p.

Southwood T. R. E., Henderson P. A. *Ecological Methods* (3<sup>rd</sup> ed.). – Oxford: Blackwell Science Ltd, 2000. – 592 p.

Tomás G., Ruiz-Castellano C., Ruiz-Rodríguez M., Soler J. J. Smaller distance between nest contents and cavity entrance increases risk of ectoparasitism in cavity-nesting birds // *Journal of Avian Biology*. – 2020. – Vol. 51, N 7. – P. 1–9.

Tothmeresz B. Comparison of different methods for diversity ordering // *Journal of Vegetation Science*. – 1995. – Vol. 6. – P. 283–290.

**Kondratev E. N., Sazhnev A. S., Anikin V. V. Distribution of Arthropods in the Burrow and Nest of Sand Martin (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) (Aves: Passeriformes) in the northern part of the Lower Volga region // *Ekosistemy*. 2025. Iss. 41. P. 106–119.**

The research conducted on the territory of Saratov oblast in the Khvalynsky district, from 2020 to 2023. Between 2020 and 2022, arthropods were manually collected from burrows, while in 2023, the method of trap-cylinders was used. The latter method was utilized to study three colonies of sand martins (*Riparia riparia*) located in the villages of Demkino, Apaliha and Kulatka. Nest material was extracted from burrows during excavation, placed in individual zip-lock bags labeled for transportation, and placed on a Tullgren funnel. The results revealed a total of 4873 arthropod specimens belonging to 21 orders were collected. Specifically, 3,799 specimens were collected from nests and 1,074 specimens were obtained from burrows (using trap-cylinders). Different years exhibited varying dominant orders of arthropods in nests and burrows. Thus, the order Coleoptera were dominant in nests in 2020 and 2021, and Mesostigmata predominated in 2022 and 2023. Conversely, Diptera was the dominant group in burrows, with Coleoptera and Mesostigmata serving as subdominant and recedent groups, respectively. Calculation of the biotope confinement index showed that nest and burrow had their own characteristic complex of arthropods, in nest the dominant groups included Mesostigmata, Sarcoptiformes, Poduromorpha, Entomobryomorpha, Thysanoptera, Coleoptera, and Siphonaptera, while in burrows, the predominant groups comprised Opiliones, Trombidiformes, Araneae, Hemiptera, Hymenoptera, and Diptera. It was determined that free-living species (representatives of the families Phoridae, Muscidae, and Drosophilidae) dominated in burrows, with no association to either the nest or the nest owner, accounting for 80% of the total abundance. The dominant assemblages in nests consisted of three species (*Androlaelaps casalis*, *Tetramorium* sp., and *Haploglossa nidicola*), which were prevalent across most colonies. Groups that dominated in burrows were either recedents and/or subrecedents in nests or entirely absent, suggesting a buffering role of the burrow that acts as a barrier to the movement of flying insects. Due to the isolation of nest-dwelling communities containing eudominants, the overall species abundance and alpha diversity of arthropods in the nests and burrows in sand martin nests were found to be notably low.

*Kew words:* nest-dwellings species, sand martin, birds, consortium, Saratov oblast.

Поступила в редакцию 17.02.25

Принята к печати 03.03.25