

Анализ численного и видового состава шмелей на юго-востоке Беларуси

Г.Г. ГОНЧАРЕНКО, И.В. КУРАЧЕНКО, С.А. ЗЯТЬКОВ

В работе был проведен анализ численного и видового состава шмелей юго-востока Беларуси. Всего было зафиксировано 18 видов шмелей (*Bombus spp.*) и два вида кукушек шмелей (*Ps. bohemicus*). Во всех четырех районах доминировали два вида *B. terrestris* и *B. lucorum*.

Ключевые слова: шмели, видовой состав, *Bombus*, параметры видового разнообразия.

The numerical and species composition of bumblebees in the south-east of Belarus was analyzed. A total of 18 species of bumblebees (*Bombus spp.*) and two species of bumblebee cuckoos (*Ps. bohemicus*) have been recorded. Two species, *B. terrestris* and *B. lucorum*, dominated in all four regions.

Keywords: bumblebees, species composition, *Bombus*, parameters of species diversity.

Введение. Шмели (*Bombus spp.*), несмотря на то, что в отличие от медоносных пчел, муравьев и термитов, существуют в природе лишь один сезон, являются одними из основных опылителей как дикорастущих растений, так и сельскохозяйственных культур [1]. В последние годы широко распространено коммерческое разведение шмелей для опыления тепличных культур, таких как томаты, дыни, красный перец и других [2], [3]. Для коммерческого опыления сельскохозяйственных культур с конца 1980-х гг. стал широко использоваться в основном *B. terrestris*.

На сегодня в мире описано около 250 видов шмелей, которые составляют единственный род *Bombus* (Latreille, 1802) [4]. Большинство видов обитают в умеренных и арктической климатических зонах, а также в высокогорьях. В Австралию, Южную Африку и Новую Зеландию шмели были завезены человеком для опыления культурных растений.

Первое сообщение о шмелях в Беларуси имеется еще в работе П.М. Арнольда «Каталог насекомых Могилевской губернии», вышедшей в 1902 г., где автор отметил наличие нескольких видов шмелей [5]. В 20–30-х гг. М.В. Добротворский (1925–1930) описывает особенности экологии и этологии для уже 28 видов шмелей из Витебской, Могилевской и Минской губерний [6]. Активные исследования фауны перепончатокрылых продолжились лишь в 90-х гг. XX ст. В работах А.А. Лакотко (1993–1999) содержатся сведения по видовому разнообразию шмелей Белорусского Поозерья [7]–[9]. В работах О.В. Прищепчика (1994–1999) представлены материалы по фауне шмелей Минской возвышенности [10]–[11]. В настоящее время для северных и центральных районов Беларуси в целом отмечено 23 вида шмелей и 8 видов шмелей-кукушек.

Что касается шмелей, обитающих на территории юго-востока Беларуси, то информация о них крайне фрагментарна. В этой связи, приведенные в данной статье результаты наших исследований являются попыткой, направленной на частичное восполнение этого пробела.

Объект и методы исследований. Анализ численного и видового разнообразия особей шмелей анализировался на материале, собранном в природных популяциях юга-востока Беларуси. Исследования проводились в четырех различных станциях: УНБ «Ченки», вблизи поселка Ченки, Гомельский район, агрогородка «Старое село» южнее г. Ветка, Ветковский р-н, окраина г. Жлобин, Жлобинский р-н и вблизи деревни Загорины, Мозырский р-н юго-востока Беларуси (рисунок 1).

Сбор полевого материала взрослых особей шмелей проводился с помощью специализированных энтомологических сачков по стандартным методикам [12]–[14].

Для количественного учета шмелей применялся метод «маршрутного учета». В этом случае размеры участков отлова составляли площадь 10 × 10 м. В случае равномерного распределения растительности, как, например, на рапсовом поле, участок выбирался длиной 100 м и шириной 1 м [12]. Количественные учеты проводились с апреля по сентябрь 2023 г. в течение всего весенне-летнего периода, обычно два раза в неделю.



Рисунок 1 – Точки отбора анализируемого материала

Результаты и обсуждение. Численное и видовое разнообразие в станциях шмелей юга-востока Беларуси. Для анализа численного и видового разнообразия в популяциях шмелей был проведен сбор материала взрослых особей, обитающих в четырех станциях юго-востока Беларуси, описание которых приведено выше. В таблице 1 представлены численные данные проведенных нами учетов шмелей в четырех исследованных станциях.

Таблица 1 – Численное и видовое разнообразие шмелей в четырех станциях

1 станция	ко	2 станция	ко	3 станция	ко	4 станция	ко
<i>B. lucorum</i>	41	<i>B. terrestris</i>	65	<i>B. lapidarius</i>	30	<i>B. terrestris</i>	52
<i>B. terrestris</i>	29	<i>B. hortorum</i>	16	<i>B. terrestris</i>	29	<i>B. lucorum</i>	23
<i>B. hortorum</i>	11	<i>B. muscorum</i>	5	<i>B. lucorum</i>	22	<i>B. pratorum</i>	11
<i>B. lapidarius</i>	4	<i>B. lucorum</i>	4	<i>B. confusus</i>	13	<i>B. subterraneus</i>	7
<i>B. muscorum</i>	1	<i>B. hypnorum</i>	3	<i>B. hortorum</i>	11	<i>B. pascuorum</i>	7
<i>B. soroensis</i>	1	<i>B. schrencki</i>	1	<i>B. pomorum</i>	8	<i>B. ruderarius</i>	4
<i>B. hypnorum</i>	0	<i>B. soroensis</i>	1	<i>B. pascuorum</i>	6	<i>B. hortorum</i>	3
<i>B. schrencki</i>	0	<i>B. lapidarius</i>	0	<i>B. ruderarius</i>	5	<i>B. soroensis</i>	2
<i>B. pratorum</i>	0	<i>B. pratorum</i>	0	<i>B. hypnorum</i>	3	<i>B. lapidarius</i>	2
<i>B. sylvarum</i>	0	<i>B. sylvarum</i>	0	<i>B. soroensis</i>	2	<i>B. sylvarum</i>	2
<i>B. subterraneus</i>	0	<i>B. subterraneus</i>	0	<i>B. ruderatus</i>	2	<i>B. semenoviellus</i>	2
<i>B. pascuorum</i>	0	<i>B. pascuorum</i>	0	<i>B. sylvarum</i>	1	<i>B. hypnorum</i>	1
<i>B. semenoviellus</i>	0	<i>B. semenoviellus</i>	0	<i>B. muscorum</i>	0	<i>B. veteranus</i>	1

Примечание: ко – количество особей.

Из таблицы хорошо видно, что наиболее богатое видовое разнообразие шмелей оказалось в станциях 3 и 4, расположенных в Жлобинском и Мозырском районах, поскольку в станции 3 были отловлены особи шмелей, относящиеся к 12 видам, а в станции 4 – к 13 видам. В тоже время в станциях 1 и 2 количество видов шмелей оказалось практически в 2 раза меньше и составило 6 и 7, соответственно.

Для наглядной визуализации данных таблицы 1 была использована модель «Ранг-обилие» (рисунок 2). График, представленный на данном рисунке, был построен с помощью пакета «BioDiversity Pro» ver.2.0 [15]. Модель «Ранг-обилие» – это один из способов представления данных по обилию видов. На оси абсцисс представлены порядковые номера видов, ранжированных по обилию особей, встреченных в популяциях шмелей (ранг вида). Виды располагаются в упорядоченном ряду данных в порядке возрастания обилий. На оси ординат

представлено число особей, отражающее *обилие вида*. Линия, соединяющая точки или проходящая близко от них, – это *кривая доминирования-разнообразия* (по Уиттекеру) или *кривая значимости видов* (по Пиянка) [16].

Из данных, приведенных в таблице 1, и их визуализации на графиках кривых доминирования разнообразия на рисунке 2 следует, что во всех четырех проанализированных нами станциях *B. terrestris* является доминирующим, либо субдоминирующим видом. Это однозначно указывает на то, что популяции этого вида на территории юго-востока Беларуси находятся в хорошем состоянии и вследствие этого вносят существенный вклад в опыление цветковых растений, в том числе и хозяйственно значимых для региона. В этой связи большие популяции *B. terrestris* могут рассматриваться как резервуар особей для использования в качестве опылителей в хозяйственной деятельности.

Что касается другого близкородственного вида – шмеля земляного малого *B. lucorum*, то он доминировал только в одной станции, расположенной вблизи п. Ченки южнее г. Гомель. В то же время еще в двух станциях Жлобинского и Мозырского районов этот вид является субдоминирующим, и лишь в станции Ветковского района он был четвертым по видовому обилию (таблица 1). Интересно отметить, что по данным исследований, проведенных Лакотко, в центральной и северной части Беларуси особи *B. lucorum* встречаются гораздо чаще, чем *B. terrestris* [9].

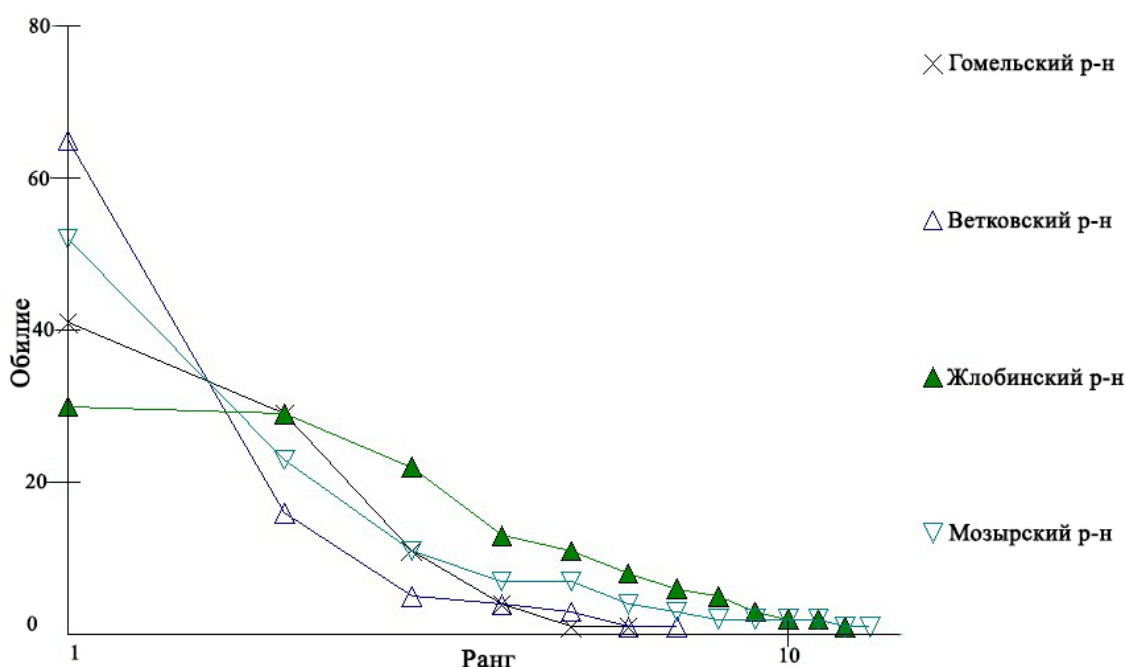


Рисунок 2 – График «Ранг-обилие», визуально демонстрирующий данные по обилию видов в исследованных станциях шмелей

Для сравнительного анализа сходства видовой структуры шмелей в четырех исследованных станциях нами был использован *коэффициент видового сходства сообществ Жаккара* (индекс Жаккара) [17]. Величина коэффициента сходства Жаккара для двух сообществ высчитывается из следующего соотношения: $K_{ж} = C / (A + B) - C$, где *A* – число видов в первом сообществе (1-я станция), *B* – число видов во втором сообществе (2-я станция), *C* – число видов общее для двух сообществ (станций).

Диагональная матрица, наглядно демонстрирующая все попарные сравнения значений коэффициента Жаккара, между четырьмя станциями шмелей представлена в таблице 2.

На основании данных коэффициента Жаккара, представленных в диагональной матрице (таблица 2), методом невзвешенного парно-группового кластерного анализа (UPGMA) была проведена кластеризация и построена дендрограмма [18], наглядно демонстрирующая *сходство видовой разнообразия* шмелей в четырех исследованных станциях (рисунок 3).

Таблица 2 – Матрица значений коэффициента Жаккара между четырьмя станциями шмелей юго-востока Беларуси

Стации	Значения индекса Жаккара			
	Г	В	Ж	М
Гомель				
Ветка	0,63			
Жлобин	0,38	0,46		
Мозырь	0,36	0,33	0,47	

Из дендрограммы хорошо видно, что в первый кластер объединились станции 1 и 2 Гомельского и Ветковского районов с наиболее высоким значением индекса Жаккара, равным 0,63 (таблица 2). Иными словами, шмели, обитающие в этих двух станциях, имеют более 60 % совпадающего видового разнообразия.

Второй кластер на дендрограмме, как и следовало ожидать, составили станции 3 и 4 Жлобинского и Мозырского районов с индексом Жаккара 0,47 (таблица 2). И наконец, оба кластера объединились между собой на дендрограмме со средним значением индекса Жаккара составившим 0,38 (рисунок 3).

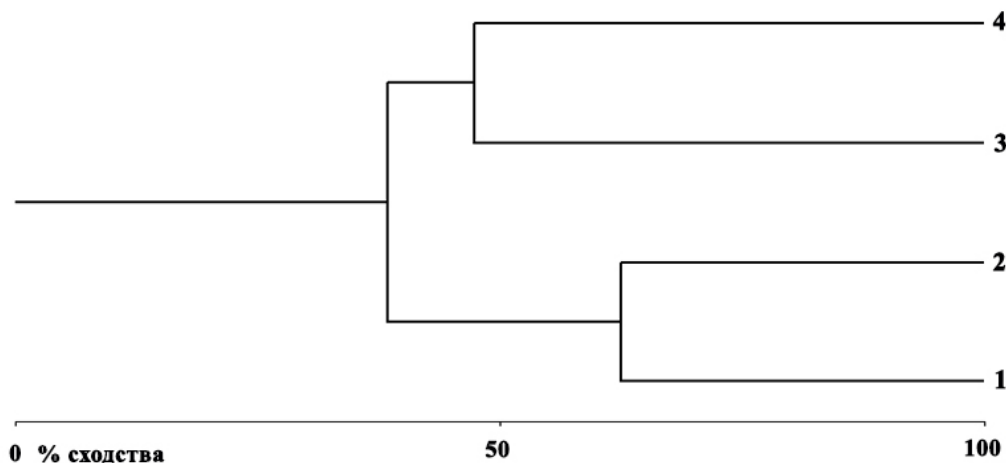


Рисунок 3 – Дендрограмма, построенная методом UPGMA, на основании значений коэффициентов Жаккара в четырех исследованных станциях шмелей: 1 – Гомельский р-н, 2 – Ветковский р-н, 3 – Жлобинский р-н, 4 – Мозырский р-н

Следует отметить, что индекс Жаккара может принимать значения от 0 до 1. Если значение индекса Жаккара в сравниваемых сообществах находится в пределах 0,65–1,00, это говорит о полном сходстве сообществ, если в пределах 0,40–0,64 – о высоком сходстве, если в пределах 0,20–0,39 – о низком сходстве и если меньше 0,2 – о полном отсутствии сходства в сообществах.

Исходя из совокупности полученных нами данных, *высокое сходство видового разнообразия* наблюдалось между станциями Гомельского и Ветковского районов и между станциями Жлобинского и Мозырского районов (таблица 2). То есть, высокое разнообразие обнаружено только между станциями в пределах каждого кластера (рисунок 3). В тоже время при сравнении видового разнообразия между станциями из разных кластеров в трех случаях из четырех *выявлено в целом низкое сходство, не превышающее значение индекса Жаккара равное 0,39* (таблица 2).

Обращает на себя внимание тот факт, что наименьшее видовое разнообразие (6 и 7 видов) выявлено в станциях восточных районов юго-востока Беларуси (см. карту рисунок 1). Причем 5 видов оказались общими для двух близкорасположенных восточных станций (таблица 1). В этом отношении в станциях Жлобинского и Мозырского районов, расположенных на севере и юге региона и существенно удаленных от восточных станций, количество обнаруженных видов составили 12 и 13 соответственно (таблица 1).

Столь существенную разницу в видовом разнообразии между станциями, входящими на дендрограмме в состав разных кластеров (рисунок 3), нельзя оставить без внимания. Напраши-

важется самое простое и логичное предположение, что местообитания и совокупность экологических условий в Гомельском и Ветковском районах являются менее благоприятными для половины видов шмелей, обитающих на юго-востоке Беларуси, и поэтому их там не удалось встретить.

Однако следует подчеркнуть, что наше исследование проводилось только один сезон 2023 г. и выборки в восточных станциях были на 20–30 % меньше. Кроме того, сборщики материала шмелей в разных станциях различались, и нельзя исключить, что материал в северных и южных районах собирался более аккуратно, чем в восточных.

Поэтому для более точного ответа на вопрос о дифференциации видового разнообразия шмелей в станциях разных регионов юго-востока Беларуси, несомненно, нужны более глубокие специально спланированные исследования, проведенные несколько полевых сезонов и более обширными выборками особей.

В любом случае, полученные нами данные по анализу видового разнообразия на материале более 400 особей шмелей в четырех районах позволяют однозначно сказать, что наиболее многочисленным и процветающим видом в фауне шмелей юго-востока Беларуси является шмель большой земляной, *B. terrestris* и отчасти *B. lucorum*.

Сезонная динамика и численный состав особей *B. terrestris* и *B. lucorum* в исследованных природных популяциях юга Беларуси. В природных популяциях юга Беларуси перезимовавшие особи шмелей отмечались в начале апреля, как правило, это были матки *B. terrestris*. При ранней и теплой весне к ним присоединялась виды, обитающие в лесах (*B. lucorum*, *B. pratorum*, *B. pascuorum*). Установлено, что большинство видов покидало места зимовки в начале и середине мая, а некоторые (например, *B. subterraneus*, *B. confusus*) при холодной затяжной весне – даже в конце мая.

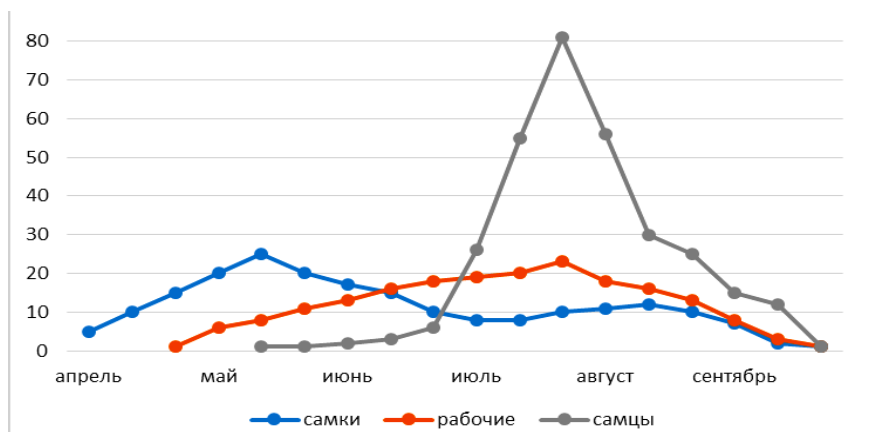


Рисунок 4 – Сезонная динамика *B. terrestris*

Проведенные исследования сезонной динамики *B. terrestris* и *B. lucorum* позволили заключить, что динамика численности самок возрастает постепенно (рисунки 4 и 5), начиная с единичных встреч в первой половине апреля и достигая пика в первой–второй декадах мая, и затем начинает снижаться. С первой половины июня до середины июля численность самок низкая, так как они в это время находятся в гнездах. К началу августа уже начинают встречаться молодые самки, численность которых постепенно возрастает и далее обычно в зависимости от погодных условий держится практически до середины сентября. Численность рабочих особей возрастает вначале медленно, с начала июня (единичные встречи отмечены уже с третьей декады апреля), далее более резко, иногда заметными скачками и держится на довольно высоком уровне примерно до середины августа, а затем медленно снижается, в сентябре она падает достаточно быстро и к концу месяца рабочих, как правило, не остается (рисунки 4 и 5).

Численность самцов возрастает медленно с конца мая до конца июля, затем она очень резко, скачкообразно увеличивается во второй декаде августа и держится до начала сентября. Далее в зависимости от погодных условий идет достаточно резкий спад. В теплую осень самцы (и рабочие особи) могут встречаться на осенних цветоносах (георгины, хризантемы) довольно поздно и полностью исчезать с первыми регулярными осенними заморозками.

Необходимо отметить, что численность самок в августе–сентябре низка, в то время как численность самцов достигает высоких значений. Исходя из того количества самок, которые появляются весной, и их смертности во время зимовки, фактически в августе их должно быть значительно больше, чем в мае–июне. Небольшая их частота встречаемости объясняется тем, что молодые самки сразу после оплодотворения приступают к поиску мест зимовки. Фактическое количество рабочих особей также должно быть немного больше, т. к. они заняты кроме фуражировки еще и внутригнездовыми работами. Фактическое же количество самцов, видимо, ближе всего к результатам их учета. Динамика численности шмелей-кукушек (*Psithyrus*) во многом сходна с динамикой численности шмелей (*Bombus*) [7].

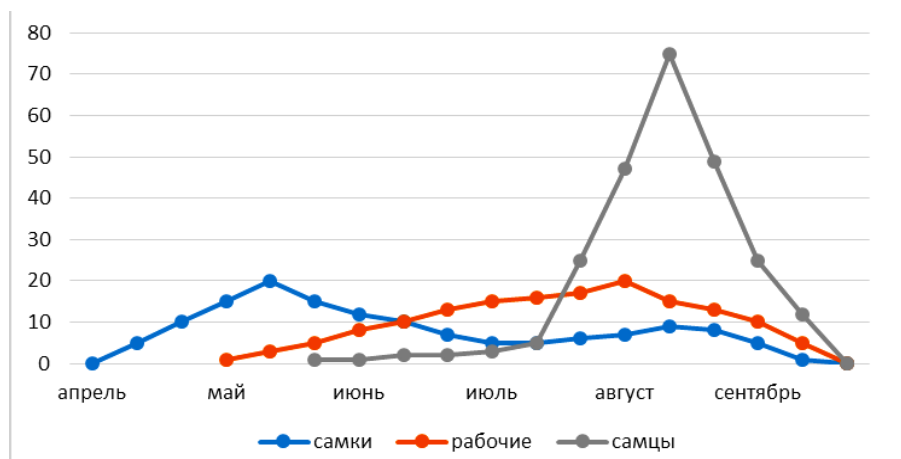


Рисунок 5 – Сезонная динамика *B. lucorum*

При изучении представителей *B. terrestris* было установлено, что их колонии могут быть довольно большими и на пике своего развития иногда могут достигать до 500 рабочих особей на колонию. В сельскохозяйственных ландшафтах плотность таких гнезд может оцениваться в 30 гнезд на км², а минимальная предполагаемая дальность полета при поиске пищи составлять более 700–900 м.

Заключение. Таким образом, на основе собранного полевого материала проведена видовая идентификация и установлено, что фауна шмелей юго-востока Беларуси представлена 18 видами) и 2 видами кукушек. Практически все виды шмелей для данного региона описаны впервые. Исходя из проведенных исследований, установлено, что доминирующим или субдоминирующим в стациях Гомельского, Мозырьского, Жлобинского, Ветковского районов юго-востока Беларуси был *B. terrestris* и отчасти *B. lucorum*. Подробно описана сезонная динамика этих видов, имеющих хозяйственное значение.

Кроме того, было зарегистрировано 2 вида шмелей, имеющих охранный статус в Беларуси: *B. distinguendus* (Жлобинский район), *B. schrencki* (Ветковский район).

Работа проводилась в рамках задания «2.05» НИР № 5.6 программы ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

Литература

1. Радченко, В. Г. Биология шмелиной семьи / В. Г. Радченко. – Киев : Ин-т зоологии, 1989. – 55 с.
2. Winter, K. Importation of non-native bumblebees into North America : potential consequences of using *Bombus terrestris* and other non-native bumble bees for greenhouse crop pollination in Canada, Mexico, and the United States / K. Winter [et al.]. – San Francisco : North American Pollinator Protection Campaign (NAPPC), 2006. – 33 p.
3. Ercan, N. The effects of bumblebees (*Bombus terrestris* L.) on fruit quality and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in an unheated greenhouse / N. Ercan, A. N. Onus // Isr. J. Plant Sci. – 2003. – Vol. 51, № 4. – P. 275–283.
4. Williams, P. H. A simplified subgeneric classification of the bumblebees (genus *Bombus*) / P. H. Williams [et al.] // Apidologie. – 2008. – Vol. 39. – P. 1–29.

5. Арнольд, Н. М. Каталог насекомых Могилевской губернии / Н. М. Арнольд. – СПб., 1902. – С. 79–123.
6. Дабратворскі, М. Матэрыялы для познання фауны шмялёў Беларусі / М. Дабратворскі // Матэрыялы да вывучэння флоры і фауны Беларусі. – Мінск, 1928. – Т. 2. – С. 19–23.
7. Лакотко, А. А. Анализ фауны пчелиных (Hymenoptera, Apidae) Белорусского Поозерья. II. Распределение. Фенология / А. А. Лакотко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 1997. – № 3. – С. 101–106.
8. Лакотко, А. А. Анализ фауны пчелиных (Hymenoptera, Apidae) Белорусского Поозерья. III. Топические и трофические связи / А. А. Лакотко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 1997. – № 4 (6). – С. 89–94.
9. Лакотко, А. А. Шмели (Apidae, *Bombus*) Белорусского поозерья / А. А. Лакотко // Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья ; под ред. Л. М. Мерзвинского. – Витебск : УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. – С. 197–209.
10. Прищепчик, О. В. Редкие и охраняемые виды шмелей (Hymenoptera, Apoidea) фауны Беларуси / О. В. Прищепчик // Экология и охрана пчелиных : II Международная научно-практическая конференция, Саранск, 28–30 сентября, 1999 г. : сб. науч. докладов. – Саранск, 1998. – С. 163–169.
11. Прищепчик, О. В. Фауна и экология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Минской возвышенности : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / О. В. Прищепчик – Прилуки : НПК «Тэхналогія», 2000. – 20 с.
12. Бывальцев, А. М. Шмели (Apidae, *Bombus*) как модельный объект для изучения закономерностей пространственно-временной организации сообществ опылителей : учеб. пособ. / А. М. Бывальцев. – Новосибирск : ФЕН НГУ, 2013. – 150 с.
13. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
14. Løken, A. Studies of Scandinavian bumble bees (Hymenoptera, Apidae) / A. Løken // Norwegian Journal of Entomology. – 1973. – Vol. 20, № 1. – 218 p.
15. Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London [Electronic resource] / N. McAleece, J. D. G. Gage, P. J. D. Lamshead, G. L. J. Paterson // BioDiversity Professional statistics analysis software. – 1997. – Mode of access : <https://www.sams.ac.uk>. – Date of access : 12.09.2023.
16. География и мониторинг биоразнообразия / Н. В. Лебедева [и др.]. – М. : Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. – 432 с.
17. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных : учеб.-метод. пособ. / Р. М. Городничев [и др.]. – Якутск : Изд. дом СВФУ, 2019. – 94 с.
18. Неи, М. Молекулярная эволюция и филогенетика / М. Неи, С. Кумар. – К. : КВІЦ, 2004. – 418 с.