

УДК 595.799

ФЕНОЛОГИЯ ШМЕЛЕЙ (НУМЕНОРТЕРА: APIDAE) НА СЕВЕРЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Д. Кошуняев¹, Г. С. Потапов^{2*}, Ю. С. Колосова²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение станция агрохимической службы «Архангельская» (ул. Никитова, 9, Архангельск, Россия, 163062)

² Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова УрО РАН (пр. Никольский, 20, Архангельск, Россия, 163020), *grigorij-potapov@yandex.ru

Представлены новые сведения о фенологии шмелей на севере Архангельской области по результатам исследований, проведенных в низовьях реки Северная Двина в течение нескольких лет. Изучены фоновые виды, наиболее характерные для исследуемого региона, а именно *Bombus hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus*, *B. sichelii*. Установлено, что численность изучаемых видов шмелей значительно изменялась в разные годы исследований. Сроки лёта имаго *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus*, *B. sichelii* типичны для Северной Европы. В отличие от западной части региона (Британские о-ва и юг Скандинавии) на севере Архангельской области продолжительность лёта имаго у исследуемых видов шмелей более короткая из-за ослабленного влияния отепляющего действия Атлантики на востоке Европейского Севера России. *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum* и *B. sichelii* относятся в изучаемом регионе к видам с поздним развитием. Лёт клептопаразитического *B. bohemicus* закономерно приурочен к лёту его хозяев. *B. pratorum* и *B. jonellus* являются видами с ранним развитием. В ходе проведения исследований у *B. jonellus* и *B. pratorum* не выявлено двух генераций в течение летнего периода – явления, известного на западе Северной Европы и предполагающегося у *B. jonellus* на Соловецком архипелаге.

Ключевые слова: шмели; фенология; Северная Европа; Россия; низовья реки Северная Двина

Для цитирования: Кошуняев М. Д., Потапов Г. С., Колосова Ю. С. Фенология шмелей (Нуменортера: Apidae) на севере Архангельской области // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 3. С. 62–68. doi: 10.17076/eco1784

Финансирование. Исследования выполнены в рамках темы ФНИР лаборатории приарктических лесных экосистем ФИЦКИА УрО РАН (№ 122011400384-2).

M. D. Koshunyaev¹, G. S. Potapov^{2*}, Yu. S. Kolosova². PHENOLOGY OF BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE) IN THE NORTH OF THE ARKHANGELSK REGION

¹ Arkhangelskaya Agrochemical Service Station (9 Nikitova St., 163062 Arkhangelsk, Russia)

² N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FECIAR), Ural Branch, Russian Academy of Sciences (20 Nikolskiy Ave., 163020 Arkhangelsk, Russia), *grigorij-potapov@yandex.ru

The article presents new information regarding the phenology of bumblebees in the north of the Arkhangelsk Region. The study is based on several years of surveys in the lower reaches of the Northern Dvina River. We studied common species that are typical of this region. They are *Bombus hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus*, and *B. sichelii*. The abundance of these species varied significantly across years. The flight seasons of *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus*, and *B. sichelii* are typical for Northern Europe. In comparison to the western part of this region (the British Isles and the south of Scandinavia), the flight seasons of the studied species of bumblebees in northern Arkhangelsk Region are shorter, the reason being a milder warming impact of the Atlantic in the east of North-European Russia. In our region, *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, and *B. sichelii* are late-development species. The flight period of the social parasite *B. bohemicus* is aligned with the flight season of its hosts. *B. pratorum* and *B. jonellus* are species with early development. We have not detected the occurrence of two generations during the summer in *B. pratorum* and *B. jonellus*, as has been reported for the west of Northern Europe and assumed for *B. jonellus* in the Solovetsky Archipelago.

Keywords: bumblebees; phenology; Northern Europe; Russia; lower reaches of the Northern Dvina River

For citation: Koshunyaev M. D., Potapov G. S., Kolosova Yu. S. Phenology of bumblebees (Hymenoptera: Apidae) in the north of the Arkhangelsk Region. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 3. P. 62–68. doi: 10.17076/eco1784

Funding. The studies were carried out with in state assignment to the Subarctic Forest Ecosystems Laboratory of FECIAR UrB RAS (#122011400384-2).

Введение

К настоящему времени фауна шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) на Европейском Севере России изучена достаточно полно. Данные, например, по Архангельской области представлены в сводке 2016 г. [Potapov, Kolosova, 2016]. Информации об экологии шмелей значительно меньше. Большая часть посвященных ей работ нацелены на изучение биотопической приуроченности шмелей, формирования топических группировок, а также роли антропогенной трансформации местообитаний. В качестве примера можно указать исследования, проведенные на территории Беломорско-Кулойского плато и в низовьях р. Северная Двина [Болотов, Колосова, 2006; Шварцман, Болотов, 2008; Potapov, Kolosova, 2019]. Что касается фенологии шмелей на Европейском Севере России, то сведения о ней имеются лишь в нескольких работах по о-вам Соловецкого архипелага и низовьям Северной Двины [Подболоцкая, 2008;

Колосова, Подболоцкая, 2010; Колосова и др., 2012; Болотов и др., 2013; Кошуняев, Потапов, 2021]. Из стран Северной Европы публикации на указанную тему существуют по Великобритании [Prÿs-Jones, Corbet, 1987], Нидерландам [Peeters et al., 2012], Норвегии и Швеции [Løken, 1973, 1977, 1984].

Особый интерес представляет появление в отдельные годы двух генераций в течение летнего периода у некоторых видов шмелей. В Северной Европе это известно для *B. jonellus* (Kirby, 1802), *B. pratorum* (Linnaeus, 1761) и *B. hortorum* (Linnaeus, 1761) [Meidell, 1968; Douglas, 1973; Prÿs-Jones, Corbet, 1987; Peeters et al., 2012]. Данное явление означает, что молодые репродуктивные самки после оплодотворения не уходят на зимовку, а закладывают новое гнездо в тот же год [Prÿs-Jones, Corbet, 1987]. В итоге возникает второе поколение в течение одного летнего периода [Колосова, Подболоцкая, 2010]. На Европейском Севере России наличие двух генераций у *B. jonellus* предполагается на о-вах Соловецкого архипелага

[Колосова, Подболоцкая, 2010; Болотов и др., 2013; Potapov et al., 2018]. В других районах севера Русской равнины такое явление не отмечалось.

Основная трудность при изучении фенологии шмелей состоит в необходимости длительных стационарных исследований, что во многом объясняет небольшое число публикаций по данной теме на Европейском Севере. В этой связи такие сведения представляют значительный интерес. В настоящей статье мы рассматриваем фенологию ряда видов шмелей, являющихся наиболее массовыми и широко распространенными на севере Архангельской области.

Материалы и методы

Исследования проводились на севере Архангельской области в низовьях р. Северная Двина в 2007, 2010, 2017 и 2018 гг. В 2007 г. сборы шмелей осуществлялись в окрестности станции Илес (64°21'N, 40°34'E), в 2010 г. – по островам дельты р. Северная Двина (64°32'N, 40°26'E), в окрестностях с. Холмогоры (64°13'N; 41°39'E) и пос. Луковецкий (64°18'N, 42°00'E), в 2017 и 2018 г. – в окрестностях пос. Боброво (64°21'N, 41°09'E). Средний размер площади, на которой проводились исследования, составлял 1 км². Типичные места сбора шмелей в ходе проведения исследований представляли собой луговые сообщества с высоким разнообразием энтомофильных видов растений. В исследуемом районе, располагающемся на севере Архангельской области, широко распространены различные типы луговых сообществ, имеющих вторичное происхождение, а также малонарушенные сообщества тайги. Подробная характеристика фауны и населения шмелей низовьев р. Северная Двина представлена в работах Потапова [2015] и Potapov, Kolosova [2019]. С целью исследования фенологии нами изучались только фоновые виды шмелей, численность которых позволяла проводить количественную обработку данных.

Шмели идентифицированы на основе работ Панфилова [1978] и Løken [1973, 1984]. Определение криптических видов шмелей *B. lucorum*-complex (*B. lucorum* (Linnaeus, 1761) и *B. cryptarum* (Fabricius, 1775)) только по морфологическим признакам – ненадежно, т. к. в большинстве случаев требуется ДНК-баркодинг [Bossert, 2015], что недостижимо в настоящее время. Статус таксонов приведен по Williams [1998]. Собранный материал хранится в Российском музее центров биологического разнообразия Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики

имени академика Н. П. Лаверова УрО РАН и Северном (Арктическом) федеральном университете имени М. В. Ломоносова.

Получены данные об относительной численности семи видов шмелей: *B. hortorum*, *B. veteranus* (Fabricius, 1793), *B. pascuorum* (Scopoli, 1763), *B. bohemicus* Seidl, 1837, *B. pratorum*, *B. jonellus*, *B. sichelii* Radoszkowski, 1860. Всего изучено 2440 экз. Вышеуказанные виды входят в число наиболее широко распространенных на севере Архангельской области [Potapov, Kolosova, 2016]. Из нашего анализа исключены *B. lucorum* и *B. cryptarum* из-за ненадежного определения их видовой принадлежности.

Результаты и обсуждение

Численность изучаемых видов значительно варьировала в разные годы исследований в низовьях р. Северная Двина (табл.). В случае 2007 и 2010 гг. разница в численности объясняется большим охватом территории в 2010 г., а также различиями в типах местообитаний, где проводились сборы шмелей. В 2007 г. это обочины дорог в сосняках и березняках окрестностей станции Илес; в 2010 г. – вторичные суходольные луга островов дельты р. Северная Двина и окрестностей с. Холмогоры, а также обочины дорог в березняке у пос. Луковецкий. В 2017 и 2018 гг. сборы проводились только в окрестностях пос. Боброво на одних и тех же участках в одни и те же периоды [Кошуняев, Потапов, 2021]. Различия в численности видов в этом случае, вероятно, можно объяснить влиянием погодных-климатических условий. Как ранее было показано для о-вов Соловецкого архипелага, у шмелей наблюдаются многолетние циклические колебания численности, связанные с вариацией многих метеорологических параметров как холодного, так и теплого периода [Болотов и др., 2013]. На материковой части Архангельской области подобные исследования не проводились, однако очевидно, что здесь должны происходить схожие процессы.

Анализ фенологических данных по *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus* и *B. sichelii* в низовьях р. Северная Двина показывает типичную картину лёта имаго шмелей, характерную для Северной Европы. Пик численности приходится на июль–август (табл.). Однако в отличие от Британских о-вов и юга Скандинавии, где шмели отмечены вплоть до второй половины октября [Løken, 1973; Prÿs-Jones, Corbet, 1987], на севере Архангельской области активный лёт имаго более короткий, т. к. особи шмелей в это время здесь уже не регистрировались. Причина этого

заклучается в ослабленном влиянии отепляющего действия Атлантики на востоке Европейского Севера России [Исаченко, 1995]. Закономерно, что в зоне тундры, например на о-ве Колгуев, продолжительность лёта имаго шмелей еще короче и фактически ограничивается сроком в 2–2,5 месяца [Potapov et al., 2022].

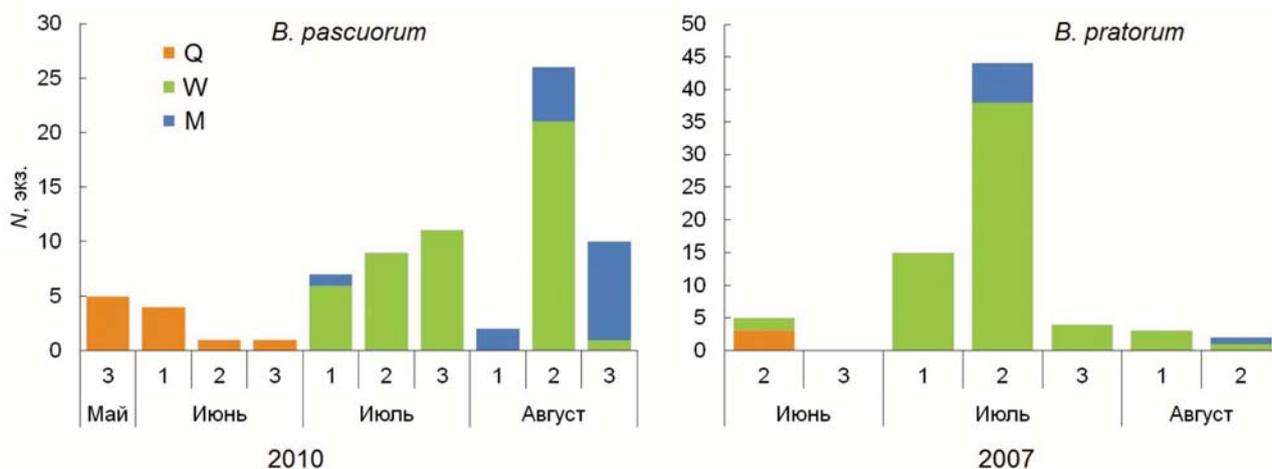
B. hortorum, *B. veteranus*, *B. pascuorum* и *B. sichelii* относятся к видам с поздним развитием. Срок лёта имаго для данной группы видов проиллюстрирован на примере *B. pascuorum* по данным за 2010 г. (рис.). Массовый лёт рабочих особей начинается от середины июля и продолжается вплоть до второй половины августа (табл.). Пик численности самцов приурочен к середине – второй половине августа. Лёт *B. bohemicus*, являющегося клептопаразитом видов *B. lucorum*-complex [Lhomme, Hines, 2019], закономерно приурочен к лёту их хозяев, первые самки которых появляются в конце мая – начале июня. Самцы *B. bohemicus* наблюдаются в основном в середине или во второй половине августа.

К видам с ранним развитием относятся *B. pratorum* и *B. jonellus*. На примере *B. pratorum* сроки лёта показаны по данным за 2007 г. (рис.). Пик численности рабочих особей и самцов регистрировался в середине июля (табл.). В некоторые годы лёт наблюдался вплоть до второй декады августа. В ходе проведения наших исследований у данных видов не выявлено второго поколения, а также молодых репродуктивных самок, собирающих нектар и пыльцу во второй

половине летнего сезона, что известно на Британских о-вах [Prŷs-Jones, Corbet, 1987]. Причина отсутствия двух поколений у *B. pratorum* и *B. jonellus* на севере Архангельской области, в сравнении с западной частью Северной Европы, заключается в ослабленном влиянии отепляющего действия Атлантики. Закономерно, что это не позволяет закладывать второе поколение, т. к. продолжительность существования шмелиной семьи ограничивается сроком не больше трех месяцев. Высказанное нами ранее предположение о существовании двух поколений у *B. jonellus* на о-вах Соловецкого архипелага [Колосова, Подболоцкая, 2010; Болотов и др., 2013; Potapov et al., 2018], очевидно, требует дополнительных исследований, заключающихся в проведении наблюдений и сборов в течение всего летнего сезона на протяжении нескольких лет.

Заклучение

Исследования, проведенные в низовьях р. Северная Двина, показывают, что сроки лёта имаго *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum*, *B. bohemicus*, *B. pratorum*, *B. jonellus* и *B. sichelii*, являющихся фоновыми видами на севере Архангельской области, типичны для Северной Европы, но более укороченные, в сравнении с Британскими о-вами и югом Скандинавии, из-за влияния климатических условий. К видам с поздним развитием относятся *B. hortorum*, *B. veteranus*, *B. pascuorum* и *B. sichelii*, ранне-развивающиеся виды – *B. pratorum* и *B. jonellus*.



Сроки лёта *Bombus pascuorum* (2010 г.) и *B. pratorum* (2007 г.) в низовьях р. Северная Двина по десятидневным периодам:

Q – репродуктивные самки, M – самцы, W – рабочие

Flight season of *Bombus pascuorum* (2010) and *B. pratorum* (2007) from the lower reaches of the Northern Dvina River by ten-day periods:

Q – queens, M – males, W – workers

Численность фоновых видов шмелей в низовьях р. Северная Двина в 2007, 2010, 2017 и 2018 гг.

The number of the most abundant species of bumblebees in the lower reaches of the Northern Dvina River in 2007, 2010, 2017, and 2018

Вид Species	N, экз. N, sp.	2007									2010									2017						2018								
		Июнь June			Июль July			Август August			Май May	Июнь June			Июль July			Август August			Июль July			Август August			Июль July			Август August				
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III	II	III	I	II	III	
<i>B. hortorum</i>	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	W	-	-	-	-	-	4	3	15	-	-	-	-	-	-	11	50	3	38	32	-	1	-	-	-	-	1	-	7	-	-	-	-	
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	
<i>B. veteranus</i>	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	22	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	5	32	-	37	22	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	96	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>B. pascuorum</i>	Q	4	1	-	-	-	-	-	-	-	5	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	-	1	-	4	13	14	16	25	3	-	-	-	-	6	9	11	-	21	1	4	-	-	-	1	29	43	16	3	-	-	-	-	
	M	-	-	-	-	1	7	2	22	6	-	-	-	-	1	-	-	2	5	9	-	-	-	-	-	1	36	36	5	-	-	-	-	
<i>B. bohemicus</i>	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	-	1	1	-	-	2	2	-	-	-	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-		
	M	-	-	-	-	-	1	5	2	-	-	-	-	-	3	1	153	38	-	2	13	50	70	3	1	5	38	1	-	-	-	-		
<i>B. pratorum</i>	Q	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	-	2	-	15	38	4	3	1	-	-	-	-	-	14	3	-	-	-	-	3	8	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
	M	-	-	-	-	6	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	
<i>B. jonellus</i>	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	-	-	-	9	15	1	-	-	-	-	1	-	-	5	81	12	-	-	-	19	12	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
	M	-	-	-	6	27	5	-	-	-	-	-	-	-	2	4	2	2	-	-	5	2	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>B. sichelii</i>	Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	21	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	-	-	-	1	-	-	1	3	-	-	-	-	-	28	22	43	-	65	63	-	1	2	1	-	6	15	3	4	-	-	-	-	
	M	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	196	313	-	-	-	-	-	5	17	29	10	-	-	-	-	-

Примечание. Q – репродуктивные самки, M – самцы, W – рабочие, I, II, III – декады.

Note. Q – queens, M – males, W – workers, I, II, III – ten-day periods.

У двух последних в ходе проведения исследований в низовьях р. Северная Двина не обнаружено второй генерации в течение летнего периода, предположительно существующей у *B. jonellus* на о-вах Соловецкого архипелага.

Литература

Болотов И. Н., Колосова Ю. С. Закономерности формирования топических комплексов шмелей (Hymenoptera, Apidae: Bombini) в условиях северо-таежных карстовых ландшафтов на западе Русской равнины // Экология. 2006. № 3. С. 173–183.

Болотов И. Н., Колосова Ю. С., Подболоцкая М. В., Потапов Г. С., Грищенко И. В. Механизм компенсации плотностью населения в островных таксоценозах шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Vombus*) и представления о резервных компенсаторных видах // Известия РАН. Сер. биол. 2013. № 3. С. 357–367. doi: 10.7868/S000233291303003X

Исаченко А. Г. Физико-географическая характеристика региона // Состояние окружающей среды Северо-Западного и Северного регионов России / Ред. А. К. Фролов. СПб.: Наука, 1995. С. 7–30.

Колосова Ю. С., Подболоцкая М. В. Популяционная динамика шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Vombus* Latr.) на Соловецком архипелаге: итоги 10-летнего

мониторинга // Труды Русского энтомологического общества. 2010. Т. 81, № 2. С. 135–141.

Колосова Ю. С., Потапов Г. С., Подболоцкая М. В. Сезонная динамика в популяциях шмелей (Hymenoptera, Apidae: *Bombus*) в условиях северной тайги // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Естественные науки. 2012. № 1. С. 71–76.

Кошуняев М. Д., Потапов Г. С. Сезонная динамика в группировках шмелей (Hymenoptera: Apidae) низовьев реки Северная Двина // II Пахтусовские чтения: арктические горизонты: Сб. мат-лов Всерос. очно-заочной науч.-практ. конф. Архангельск: САФУ им. М. В. Ломоносова, 2021. С. 212–218.

Панфилов Д. В. Сем. Apidae – Апиды // Определитель насекомых европейской части СССР / Ред. Г. С. Медведев. Л.: Наука, 1978. Т. 3, ч. 1. С. 508–519.

Подболоцкая М. В. Фауна и экология шмелей (Hymenoptera: Apidae, *Bombus*) Соловецких островов: Дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2008. 152 с.

Потапов Г. С. Структура населения шмелей (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* Latr.) Европейского Севера России: Дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2015. 147 с.

Шварцман Ю. Г., Болотов И. Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биома в области плейстоценовых материковых оледенений. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2008. 302 с.

Bossert S. Recognition and identification of bumblebee species in the *Bombus lucorum*-complex (Hymenoptera, Apidae) – a review and outlook // Deutsche Entomologische Zeitschrift. 2015. Vol. 62, no. 1. P. 19–28. doi: 10.3897/dez.62.9000

Douglas J. M. Double generations of *Bombus jonellus subborealis* Rich. (Hym. Apidae) in an Arctic summer // Entomologica Scandinavica. 1973. Vol. 4. P. 283–284.

Lhomme P., Hines H. M. Ecology and evolution of cuckoo bumble bees // Ann. Entomol. Soc. Am. 2019. Vol. 112, no. 3. P. 122–140. doi: 10.1093/aesa/say031

Løken A. Studies of Scandinavian bumblebees (Hymenoptera, Apidae) // Norsk Entomologisk Tidsskrift. 1973. Vol. 20, no. 1. P. 1–218.

Løken A. The biology and seasonal activity of the tundra species in the Scandinavian bumblebee fauna (Hym., Apidae) // Norsk Entomologisk Tidsskrift. 1977. Vol. 24, no. 2. P. 153–157.

Løken A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) // Entomologica Scandinavica. 1984. Vol. 23. P. 1–45.

Meidell O. *Bombus jonellus* (Kirby) (Hym., Apidae) has two generations in a season // Norsk Entomologisk Tidsskrift. 1968. Vol. 14, no. 1. P. 31–32.

Peeters T. M. J., Nieuwenhuijsen H., Smit J., van der Meer F., Raemakers I. P., Heitmans W. R. B., van Achterberg C., Kwak M., Loonstra A. J., de Rond J., Roos M., Reemer M. De Nederlandsebijen (Hymenoptera: Apidae. I.) // Natuur van Nederland. 2012. Vol. 11. P. 1–544.

Potapov G. S., Kolosova Yu. S. Fauna of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latr.) in the mainland part of Arkhangelsk Region, NW Russia // Annales de la Société entomologique de France (N.S.). 2016. Vol. 52, no. 3. P. 150–160. doi: 10.1080/00379271.2016.1217167

Potapov G. S., Kolosova Yu. S., Bolotov I. N. Possible bivoltine development of several bumblebee spe-

cies in Europe // Arct. Environ. Res. 2018. Vol. 18, no. 1. P. 45–51. doi: 10.17238/issn2541-8416.2018.18.1.45

Potapov G. S., Kolosova Yu. S. Local fauna of bumblebees (Hymenoptera, Apidae) in the lower reaches of the Northern Dvina River // Arct. Environ. Res. 2019. Vol. 19, no. 2. P. 49–55. doi: 10.3897/issn2541-8416.2019.19.2.49

Potapov G. S., Kolosova Yu. S., Kondakov A. V., Tomilova A. A., Filippov B. Yu., Zubrii N. A., Spitsyn V. M., Spitsyna E. A., Zheludkova A. A., Gofarov M. Yu., Bovykina G. V., Bolotov I. N. Phylogeography and ecology of bumble bees on Kolguev Island, a remote European Arctic landmass // ZooKeys. 2022. Vol. 1122. P. 19–37. doi: 10.3897/zookeys.1122.82993

Prŷs-Jones O. E., Corbet S. A. Bumblebees. New York: Cambridge University Press, 1987. 86 p.

Williams P. H. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini) // Bulletin of the Natural History Museum, Entomology Series. 1998. Vol. 67. P. 79–152. URL: <https://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/> (дата обращения: 19.04.2024).

References

Bolotov I. N., Kolosova Yu. S. Trends in the formation of biotopic complexes of bumblebees (Hymenoptera, Apidae: Bombini) in northern taiga karst landscapes of the Western Russian Plain. *Ekologia = Russian Journal of Ecology*. 2006;3:173–183. (In Russ.)

Bolotov I. N., Kolosova Yu. S., Podbolotskaya M. V., Potapov G. S., Grishchenko I. V. Mechanism of density compensation in island bumblebee assemblage (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) and the notion of reserve compensatory species. *Izvestiya RAN. Ser. Biol. = Biology Bulletin*. 2013;3:357–367. doi: 10.7868/S000233291303003X (In Russ.)

Bossert S. Recognition and identification of bumblebee species in the *Bombus lucorum*-complex (Hymenoptera, Apidae) – a review and outlook. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*. 2015;62(1):19–28. doi: 10.3897/dez.62.9000

Douglas J. M. Double generations of *Bombus jonellus subborealis* Rich. (Hym. Apidae) in an Arctic summer. *Entomologica Scandinavica*. 1973;4:283–284.

Isachenko A. G. Physical and geographical features of the region. *Sostoyanie okruzhayushchei sredy Severo-Zapadnogo i Severnogo regionov Rossii = Environmental conditions in the North-Western and Northern regions of Russia*. St. Petersburg: Nauka; 1995. P. 7–30. (In Russ.)

Kolosova Yu. S., Podbolotskaya M. V. Population dynamics of bumblebees (Hymenoptera, Apidae, *Bombus* Latr.) on the Solovetsky Archipelago: results of 10-year monitoring. *Trudy Russkogo entomologicheskogo obshchestva = Proceedings of the Russian Entomological Society*. 2010;81(2):135–141. (In Russ.)

Kolosova Yu. S., Potapov G. S., Podbolotskaya M. V. Seasonal dynamics in populations of bumblebees (Hymenoptera, Apidae: *Bombus*) in the northern taiga. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser. Estestvennye nauki = Arctic Environmental Research*. 2012;1:71–76. (In Russ.)

Koshunyaev M. D., Potapov G. S. Seasonal dynamics in the bumblebee communities (Hymenoptera: Apidae) of the lower reaches of the Northern Dvina River. *II Pakhtusovskie chteniya: arkticheskie gorizonty: Sbornik materialov Vserossiyskoi ochno-zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = II Pakhtusov readings: Arctic horizons: Proceed. all-Russian scientific conference*. Arkhangelsk: SAFU im. M. V. Lomonosova; 2021. P. 212–218. (In Russ.)

Lhomme P., Hines H. M. Ecology and evolution of cuckoo bumble bees. *Annals of the Entomological Society of America*. 2019;112(3):122–140. doi: 10.1093/aesa/say031

Løken A. Studies of Scandinavian bumblebees (Hymenoptera, Apidae). *Norsk Entomologisk Tidsskrift*. 1973;20(1):1–218.

Løken A. The biology and seasonal activity of the tundra species in the Scandinavian bumble bee fauna (Hym., Apidae). *Norsk Entomologisk Tidsskrift*. 1977;24(2):153–157.

Løken A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae). *Entomologica Scandinavica*. 1984;23:1–45.

Meidell O. *Bombus jonellus* (Kirby) (Hym., Apidae) has two generations in a season. *Norsk Entomologisk Tidsskrift*. 1968;14(1):31–32.

Panfilov D. V. Family Apidae. *Opredelitel' nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR = A key to insects of the European part of the USSR*. Vol. 3(1). Leningrad: Nauka; 1978. P. 508–519. (In Russ.)

Peeters T. M. J., Nieuwenhuijsen H., Smit J., van der Meer F., Raemakers I. P., Heitmans W. R. B., van Achterberg C., Kwak M., Loonstra A. J., de Rond J., Roos M., Reemer M. De Nederlandsebijen (Hymenoptera: Apidae. I.). *Natuur van Nederland*. 2012;11:1–544.

Podbolotskaya M. V. Fauna and ecology of bumblebees (Hymenoptera: Apidae, *Bombus*) of the Solovetsky

Islands: PhD (Cand. of Biol.) thesis. Arkhangelsk; 2008. 152 p. (In Russ.)

Potapov G. S., Kolosova Yu. S., Bolotov I. N. Possible bivoltine development of several bumblebee species in Europe. *Arct. Environ. Res.* 2018;18(1):45–51. doi: 10.17238/issn2541-8416.2018.18.1.45

Potapov G. S., Kolosova Yu. S. Fauna of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latr.) in the mainland part of Arkhangelsk Region, NW Russia. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*. 2016;52(3):150–160. doi: 10.1080/00379271.2016.1217167

Potapov G. S., Kolosova Yu. S., Kondakov A. V., Tomilova A. A., Filippov B. Yu., Zubrii N. A., Spitsyn V. M., Spitsyna E. A., Zheludkova A. A., Gofarov M. Yu., Bovykina G. V., Bolotov I. N. Phylogeography and ecology of bumblebees on Kolguev Island, a remote European Arctic landmass. *ZooKeys*. 2022;1122:19–37. doi: 10.3897/zookeys.1122.82993

Potapov G. S., Kolosova Yu. S. Local fauna of bumblebees (Hymenoptera, Apidae) in the lower reaches of the Northern Dvina River. *Arct. Environ. Res.* 2019;19(2):49–55. doi: 10.3897/issn2541-8416.2019.19.2.49

Potapov G. S. Structure of bumblebee communities (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* Latr.) in the European North of Russia: PhD (Cand. of Biol.) thesis. Arkhangelsk; 2015. 147 p. (In Russ.)

Prýs-Jones O. E., Corbet S. A. Bumblebees. New York: Cambridge University Press; 1987. 86 p.

Shvartsman Yu. G., Bolotov I. N. Spatial and temporal heterogeneity of the taiga biome in the pleistocene continental glaciations. Ekaterinburg: UrO RAN; 2008. 302 p. (In Russ.)

Williams P. H. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the Natural History Museum, Entomology Series*. 1998;67:79–152. URL: <https://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/> (accessed: 19.04.2024).

Поступила в редакцию / received: 16.05.2023; принята к публикации / accepted: 22.01.2024.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кошуняев Максим Дмитриевич

ведущий агрохимик

e-mail: koshunyaev.m@gmail.com

Потапов Григорий Сергеевич

канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории приарктических лесных экосистем

e-mail: grigorij-potapov@yandex.ru

Колосова Юлия Сергеевна

канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник Российского музея центров биологического разнообразия

e-mail: kolosova_arkh@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Koshunyaev, Maksim

Leading agrochemist

Potapov, Grigory

Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Subarctic Forest Ecosystems Laboratory

Kolosova, Yulia

Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Russian Museum of Biological Diversity Centers