

УДК 595.799

ТАКСОЦЕНЫ ШМЕЛЕЙ НА УЧАСТКАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОЛОВЕЦКОМ АРХИПЕЛАГЕ

Г. С. Потапов*, Г. В. Бовыкина, Ю. С. Колосова, М. Ю. Гофаров

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

В статье представлены результаты исследований, посвященных изучению таксоценов шмелей на территории Соловецкого архипелага. Группировки шмелей изучались на трех участках, ранжированных согласно степени воздействия антропогенной нагрузки на экосистемы. Для выявления долгосрочных трендов в таксоценох шмелей Соловецких островов проведено сравнение с данными, полученными на ключевых участках в 2000-е гг. В составе группировки, расположенной на участке с низкой антропогенной нагрузкой, в 2025 г. выявлено четыре вида шмелей. Основу данного таксоценона составляли *Bombus jonellus* и *B. pascuorum*, которые являются наиболее широко распространенными на территории Соловецкого архипелага. Изменения в изучаемой группировке за 20-летний период незначительны. Различия показателей относительного обилия *B. jonellus* и *B. pascuorum* за исследуемый период объясняются межгодовой динамикой численности данных видов шмелей, связанной с вариациями погодно-климатических условий. На участке со средней степенью антропогенной нагрузки наблюдалось резкое доминирование в выборке *B. jonellus*, другие виды, в том числе и *B. pascuorum*, малочисленны. За прошедший 20-летний период уровень видового богатства в группировке шмелей стал ниже, т. е. упал с 11 до 6 видов. В 2025 г. здесь не встречались такие малочисленные виды в локальной фауне шмелей Соловецкого архипелага, как, например, *B. distinguendus*. Вероятная причина этого – изменение спектра кормовых энтомофильных растений в исследуемом растительном сообществе. Структура таксоценов шмелей в местообитаниях с высокой степенью воздействия антропогенной нагрузки характеризуется значительной изменчивостью в уровне видового богатства и показателях обилия видов. Это свидетельствует о достаточно нестабильной структуре группировок шмелей на участках с высокой степенью влияния антропогенного фактора.

Ключевые слова: шмели; Европейский Север России; острова Белого моря; группировки; межгодовая динамика

Для цитирования: Потапов Г. С., Бовыкина Г. В., Колосова Ю. С., Гофаров М. Ю. Таксоцены шмелей на участках с разной степенью антропогенной нагрузки на Соловецком архипелаге // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 7. С. 146–154. doi: 10.17076/eco2289

Финансирование. Исследование выполнено в рамках темы НИР «Состояние природной среды Большого Соловецкого острова (по материалам комплексного мониторинга 2024–2026 гг.)» № FUUW-2024-0011.

G. S. Potapov*, G. V. Bovykina, Yu. S. Kolosova, M. Yu. Gofarov.
BUMBLEBEE COMMUNITIES IN AREAS WITH DIFFERENT DEGREES
OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE SOLOVETSKY ARCHIPELAGO

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

This article presents the results of research on bumblebee communities on the Solovetsky Archipelago. Bumblebee communities were studied at three sites, ranked according to the degree of anthropogenic impact on the ecosystems. To identify long-term trends in the bumblebee assemblages of the Solovetsky Islands, a comparison was made with data obtained at key sites in the 2000s. In the community located at the site with low anthropogenic impact in 2025, four bumblebee species were found. The core of this assemblage consisted of *Bombus jonellus* and *B. pascuorum*, which are the most widespread species on the Solovetsky Archipelago. Changes in the studied community over the 20-year period were minor. Differences in the relative abundance of *B. jonellus* and *B. pascuorum* during the study period are explained by interannual population dynamics of these bumblebee species, associated with variations in weather and climatic conditions. At the site with a moderate degree of anthropogenic impact, a dominance of *B. jonellus* was observed, while other species, including *B. pascuorum*, were scanty. Over the past 20-year period, the species richness level in the bumblebee community has decreased, falling from 11 to 6 species. In 2025, species that are rare in the local bumblebee fauna of the Solovetsky Archipelago, such as *B. distinguendus*, were absent. The probable reason for this is a change in the spectrum of entomophilous food plants in the studied plant community. The structure of bumblebee assemblages in habitats with the high degree of anthropogenic impact is characterized by significant variability in species richness levels and relative abundance. This indicates a rather unstable structure of bumblebee communities in areas with a high degree of anthropogenic impact.

Keywords: bumblebees; Northern European Russia; islands of the White Sea; assemblages; long-term dynamic

For citation: Potapov G. S., Bovykina G. V., Kolosova Yu. S., Gofarov M. Yu. Bumblebee communities in areas with different degrees of anthropogenic impact on the Solovetsky Archipelago. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 7. P. 146–154. doi: 10.17076/eco2289

Funding. This research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, “The natural environment of the Bolshoy Solovetsky Island (based on the materials of integrated monitoring 2024–2026)” (no. FUUV-2024-0011).

Введение

Соловецкий архипелаг является одной из наиболее интересных территорий Европейского Севера России не только по причине богатого исторического наследия, но и благодаря уникальному сочетанию природных комплексов. Кроме зональных северотаежных сообществ, на Соловецком архипелаге представлены биоценозы, не характерные для данной природной зоны. К ним относятся приморские вороничные тундры, еловые и смешанные леса разнотравного типа [Природная среда..., 2007]. Антропогенно-трансформированные сообщества, несмотря на многовековую хозяйственную деятельность, занимают лишь небольшую часть территории архипелага и сконцентрированы в основном в пос. Соловецкий и около скитов на о. Большой Соловецкий [Природная

среда..., 2007]. К таким природным комплексам относятся луга, ранее использовавшиеся как сенокосные угодья. Здесь характерно высокое видовое богатство сосудистых растений, в том числе и энтомофильных видов, которые играют ведущую роль в поддержании стабильного существования насекомых-опылителей на территории Соловецкого архипелага, и прежде всего шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille 1802) [Подболоцкая, 2009].

Изучение фауны и экологии шмелей на территории Соловецких островов проводилось в 2000-е гг. и в последующем было обобщено в ряде работ [Болотов, Подболоцкая, 2003; Подболоцкая, 2009; Колосова, Подболоцкая, 2010; Болотов и др., 2013]. За время проведения данных исследований была изучена локальная фауна шмелей Соловецкого архипелага, детально охарактеризованы таксоцены

шмелей в различных типах местообитаний, проанализирована многолетняя динамика обилия шмелей, связанная с вариациями погодноклиматических условий. В дальнейшем работы, касающиеся фауны и экологии шмелей Соловецкого архипелага, не проводились.

В настоящее время основной акцент наших исследований сделан на изучении таксоценов шмелей на участках с разной степенью воздействия антропогенной нагрузки на территории Соловецкого архипелага для дальнейшей разработки рекомендаций по охране островных природных комплексов. Кроме того, с учетом имеющегося обширного материала по экологии шмелей, собранного в 2000-х гг., нами проанализированы изменения в таксоценох шмелей на ключевых участках, произошедшие за 20-летний период.

Материалы и методы

Исследования проводились в ходе экспедиционных работ на о. Большой Соловецкий в период с 10 по 20 июля 2025 г. Применялась методика безвыборочного вылова всех встреченных особей шмелей в исследуемых местообитаниях с помощью энтомологического сачка, что позволяет сделать корректные выводы о соотношениях видов в составе группировок [Песенко, 1972; Подболоцкая, 2009]. Проведение сборов в июле определялось тем, что на этот период приходится пик численности рабочих особей шмелей в Северной Европе и на Европейском Севере России [Prŷs-Jones, Corbet, 1987; Подболоцкая, 2009]. Для устранения различий в объеме выборок продолжительность сборов на каждом местообитании составляла два часа. Сборы шмелей были сделаны в трех местообитаниях (табл. 1). Их выбор определялся расположением указанных местообитаний

на участках, ранжированных согласно степени воздействия антропогенной нагрузки на экосистемы (рис.).

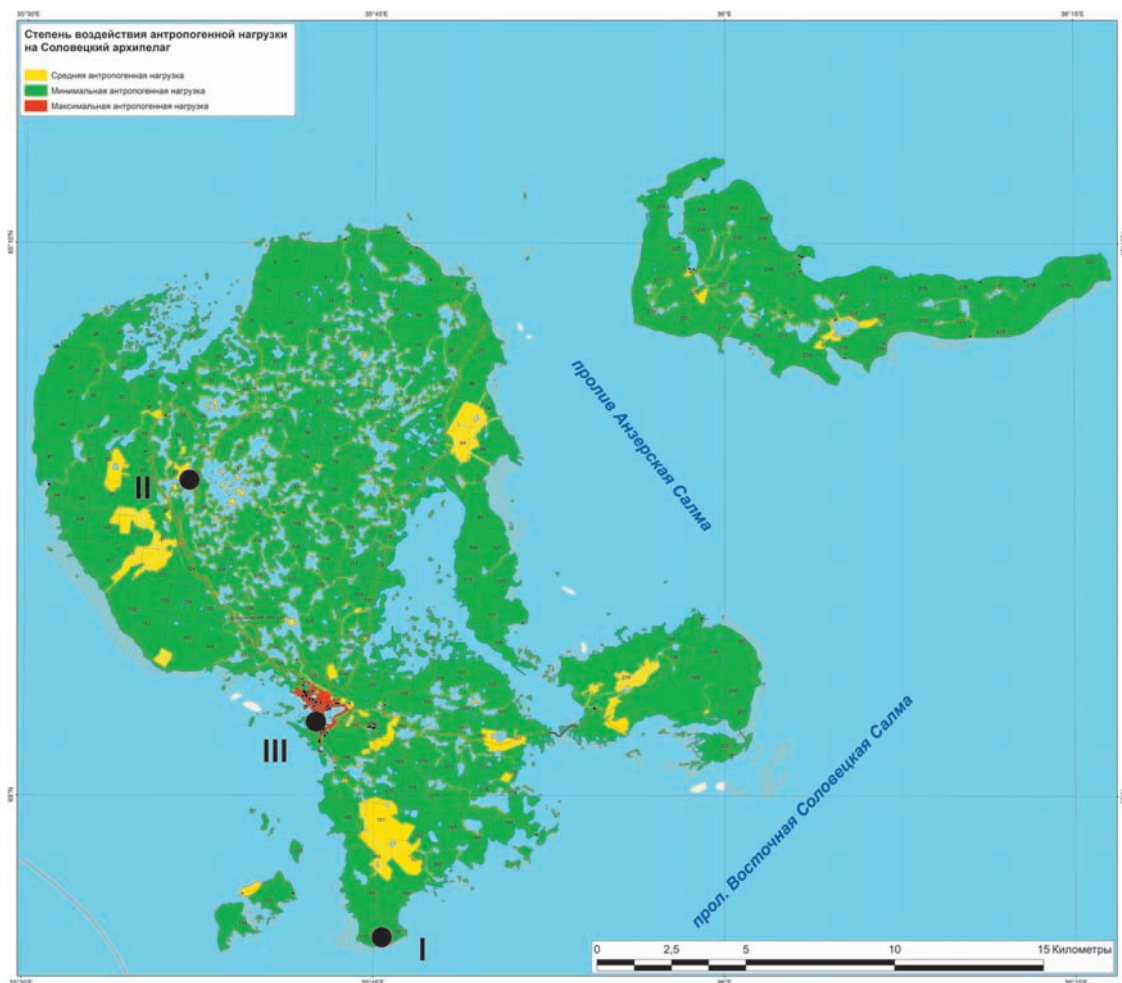
Согласно материалам Фонда по сохранению и развитию Соловецкого архипелага, территория островов на основе изучения комплекса факторов разделена на три зоны, т.е. с высокой, средней и низкой степенью воздействия антропогенного фактора [Отчет..., 2024]. Максимальная антропогенная нагрузка характерна для пос. Соловецкий. К зоне со средним уровнем воздействия относится часть территории архипелага за пределами поселка. Большая часть Соловецких островов подвергается низкому антропогенному воздействию. В ходе проведения настоящих исследований сбор материала проводился на участках, ранжированных в соответствии с данной классификацией территории Соловецкого архипелага, так как на основе полученных материалов предполагается в будущем разработать рекомендации по охране островных природных комплексов.

Участок с низкой антропогенной нагрузкой в ходе наших исследований располагался у мыса Печак, со средней – у скита Исаково, с наиболее высокой – в пос. Соловецкий (см. рис.). При выборе участков для исследований учитывалась не только антропогенная нагрузка, но и расстояние между участками. Оно должно быть довольно значительным и составлять не меньше чем 3–4 км. Известно, что дистанция фуражировки рабочих особей шмелей от гнезда до кормового участка расположена в пределах 500 м – 3 км [Goulson, 2010]. Соответственно, при более близком расположении изучаемых участков возможно свободное перемещение рабочих особей шмелей между ними. Расстояние от мыса Печак до пос. Соловецкий составляет около 7 км, от пос. Соловецкий до скита Исаково – около 8 км.

Таблица 1. Характеристика исследованных местообитаний на о. Большой Соловецкий

Table 1. The studied habitats on the Bolshoy Solovetsky Island

Код Code	Координаты Coordinates	Местообитание Habitat	Степень антропогенного воздействия Degree of anthropogenic transformation	Кормовые растения для шмелей Food plants for bumblebees
I	64°57'28.8"N 35°45'50.2"E	Березняк кустарничковый у мыса Печак Birch forest near the cape of Pechak	Низкая Low	<i>Melampyrum sylvaticum</i>
II	65°05'41.9"N 35°36'56.5"E	Злаково-разнотравный луг у скита Исаково Meadow near the monastic community of Isakovo	Средняя Middle	<i>Trifolium repens, Rubus idaeus, Geranium sylvaticum</i>
III	65°01'19.5"N 35°42'33.2"E	Клеверный луг в пос. Соловецкий Clover meadow in the village of Solovetsky	Высокая High	<i>Trifolium repens, Trifolium pratense</i>



Карта Соловецкого архипелага с обозначением точек сбора материала (●):

I – мыс Печак, II – скит Исаково, III – пос. Соловецкий

Map of the Solovetsky Archipelago. The studied localities are shown as black dots (●):

I – the cape of Pechak, II – the monastic community of Isakovo, III – the village of Solovetsky

Для выявления долгосрочных трендов в таксомах шмелей о. Большой Соловецкий проведено сравнение с данными, полученными за период 2001–2006 гг. [Подболоцкая, 2009]. Для сравнения использовались материалы 2004 г., поскольку, как и в 2025 г., сборы этого года были приурочены к июлю – периоду, на который приходится пик развития шмелиных семей [Prŷs-Jones, Corbet, 1987], что позволило получить сравнимые данные. Исследования на мысе Печак (местообитание I) и у скита Исаково (местообитание II) проводились на тех же самых участках, что и в 2004 г. Участок в пос. Соловецкий, где проводились исследования в 2004 г. (у дизельной электростанции), в настоящее время исчез, в связи со строительными работами. По этой причине исследования проводились на новом участке в поселке (местообитание III). Расстояние от него до участка 2004 г. – около 300 м. Новый

участок представляет собой характерный для пос. Соловецкий клеверный луг с доминированием в составе травостоя клевера ползучего (*Trifolium repens*) и клевера лугового (*Trifolium pratense*), а также с наличием высокого уровня воздействия антропогенного фактора [Подболоцкая, 2009].

Шмели идентифицированы на основе работ Панфилова [1978], Løken [1973, 1984] и Rasmont et al. [2021]. Использовался стереомикроскоп Solo 2070 (Carton Optical Co., Ltd.). Статус таксонов принят по Williams [1998]. Собранный материал хранится в Российском музее центров биологического разнообразия Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН (ФИЦКИА УрО РАН). Относительное обилие шмелей оценивалось по доле особей в выборках. Для оценки видового разнообразия применялся индекс

разнообразия Шеннона и доминирования Бергера-Паркера [Мэгарран, 1992]. Значимость различий между выборками оценивалась на основе парного теста Манна-Уитни (*U*-тест). Статистический анализ проводился в программе Past Version 2.17. Идентификация видов растений проводилась с помощью определительных ключей Киселевой и др. [2005].

Результаты и обсуждение

На Соловецком архипелаге, по данным многолетних исследований, зарегистрировано 13 видов шмелей [Болотов, Подболоцкая, 2003; Подболоцкая, 2009; Колосова, Подболоцкая, 2010; Болотов и др., 2013]. Не подтвердилось наличие в локальной фауне *Bombus lucorum*, так как среди криптических видов *B. lucorum*-complex на островах Соловецкого архипелага был зарегистрирован только *B. cryptarum* [Bovykina et al., 2024]. Ранее, до начала широкого применения молекулярно-генетических методов, виды данного комплекса на Европейском Севере России идентифицировали как *B. lucorum*. В дальнейшем было установлено, что ареал *B. lucorum* не включает в себя наиболее северные локалитеты региона и острова Белого моря, в частности, Соловецкий

архипелаг, где встречается только *B. cryptarum* [Bovykina et al., 2024]. Соответственно, все более ранние указания на наличие *B. lucorum* на островах Соловецкого архипелага следует относить к *B. cryptarum*. В целом изучаемая островная фауна шмелей достаточно обедненная по сравнению с материковой частью Архангельской области [Potapov, Kolosova, 2016]. Это обусловлено островной изоляцией, приводящей к выпадению ряда видов из локальной фауны [Болотов, Подболоцкая, 2003].

Таксоцены шмелей в различных типах местообитаний Соловецких островов ранее были детально изучены [Подболоцкая, 2009]. Обилие доминирующих видов на Соловецком архипелаге (*B. jonellus*, *B. pascuorum*, *B. pratorum*, *B. cryptarum* и *B. sporadicus*) имеет выраженную циклическую межгодовую динамику и связано с вариациями погодно-климатических условий [Болотов и др., 2013]. Наиболее широко распространенными на островах Соловецкого архипелага среди вышеуказанных видов являются *B. jonellus* и *B. pascuorum*. Они присутствуют во всех рассмотренных группировках шмелей [Подболоцкая, 2009].

Все изученные нами в 2025 г. выборки имеют невысокий уровень видового богатства, т.е. от 4 до 7 видов (табл. 2). Значения индекса

Таблица 2. Относительное обилие (%) видов шмелей и параметры разнообразия в выборках на о. Большой Соловецкий по материалам 2004 и 2025 гг.

Table 2. Relative abundance (%) and diversity parameters of bumblebee assemblages from the Bolshoy Solovetsky Island based on materials from 2004 and 2025

Вид Species	Местообитание Habitat					
	I		II		III	
	2025	2004	2025	2004	2025	2004
<i>Bombus (Subterraneobombus) distinguendus</i> Morawitz, 1869	–	–	–	0,2	–	–
<i>B. (Thoracobombus) pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	36,7	19,8	4,4	33,6	9,1	71,0
<i>B. (Psithyrus) bohemicus</i> Seidl, 1837	–	–	–	0,2	1,5	–
<i>B. (Ps.) flavidus</i> Eversmann, 1852	–	–	–	1,7	–	–
<i>B. (Ps.) norvegicus</i> (Sparre-Schneider, 1918)	–	–	–	2,6	–	–
<i>B. (Ps.) sylvestris</i> (Lepelletier, 1832)	–	–	–	1,7	–	–
<i>B. (Pyrobombus) hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	1,9	2,1	1,5	–
<i>B. (Pr.) pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	9,2	1	1,9	3,8	1,5	1,3
<i>B. (Pr.) jonellus</i> (Kirby, 1802)	51,4	76	84,4	46,6	76,5	26,4
<i>B. (Bombus) sporadicus</i> Nylander, 1848	–	–	3,7	5,4	2,3	–
<i>B. (Bo.) cryptarum</i> (Fabricius, 1775)	2,7	3,2	3,7	2,1	7,6	1,3
Объем выборки, экз. / Number of specimens	109	96	160	423	132	155
Число видов / Number of species	4	4	6	11	7	4
Индекс Шеннона (H') / Shannon index	1,03	0,69	0,68	1,43	0,89	0,71
Индекс Бергера-Паркера (d),% / Berger-Parker index	51,4	76	84,4	46,6	76,5	71

Примечание. I – березняк кустарничковый у мыса Печак, II – злаково-разнотравный луг у скита Исаково, III – клеверный луг в пос. Соловецкий.

Note. I – birch forest near the cape of Pechak, II – meadow near the monastic community of Isakovo, III – clover meadow in the vil-lage of Solovetsky.

Шеннона достаточно низкие и не превышают 1,03. Для северной тайги это невысокие показатели [Болотов, Колосова, 2006]. Показатели индекса Бергера-Паркера свидетельствуют о наличии в составе таксоценов видов-доминантов. Различия между изучаемыми выборками во всех случаях статистически незначимы (U -тест. I–II: $p=0,75$; II–III: $p=0,9$; I–III: $p=0,61$), что может свидетельствовать об их принадлежности к одной совокупности. Однако расстояние между сравниваемыми таксоценом значительно и находится в пределах 7–8 км, что препятствует свободному перемещению шмелей между изучаемыми участками, так как дистанция фуражировки рабочих особей шмелей не превышает 3 км [Goulson, 2010]. По этой причине рассматривать изученные выборки как одну совокупность представляется необоснованным.

В составе группировки I (березняк кустарничковый у мыса Печак) в 2004 г. присутствовали те же четыре вида, что и в 2025 г., – *B. jonellus*, *B. pascuorum*, *B. cryptarum* и *B. pratorum* [Подболоцкая, 2009]. Численно преобладающими являлись *B. jonellus* (76%) и *B. pascuorum* (19,8%), малочисленными – *B. cryptarum* и *B. pratorum*. Значения индекса Шеннона и Бергера-Паркера составляли 0,69 и 76%, соответственно. Следовательно, изменение количественных параметров изучаемой группировки за 20-летний период незначительно. Различия показателей относительного обилия *B. jonellus* и *B. pascuorum* за исследуемый период объясняются межгодовой динамикой численности данных видов шмелей, связанной с вариациями погодно-климатических условий [Болотов и др., 2013]. В целом исследования 2000-х гг. показывают, что структура таксоценов шмелей в лесных местообитаниях на Соловецком архипелаге достаточно сходна на разных участках [Подболоцкая, 2009].

В группировке II (злаково-разнотравный луг у скита Исаково) за 20-летний период выявлены более значительные изменения в таксоценох шмелей. В 2025 г. наблюдалось резкое доминирование в выборке *B. jonellus* (84,4%), обилие других видов незначительно. В 2004 г. доминантами в составе таксоценов являлись *B. jonellus* и *B. pascuorum* с более низкими показателями относительного обилия, 46,6 и 33,6%, соответственно. Уровень видового богатства был выше и составлял 11 видов, это максимальный показатель для группировок шмелей на Соловецком архипелаге. Малочисленными видами в составе данного таксоценов являлись *B. bohemicus*, *B. flavidus*, *B. sylvestris*, *B. distinguendus*. В 2025 г. вышеуказанные

малочисленные виды на исследуемом участке у скита Исаково не были зарегистрированы. Данная территория рассматривалась как наиболее благоприятная для заселения шмелями благодаря высокому обилию кормовых энтомофильных растений и непрерывной их смене в течение вегетационного сезона [Подболоцкая, 2009]. Подобные луговые сообщества в центральной части о. Большой Соловецкий имеют антропогенное происхождение и сформированы чаще всего на месте вырубленных лесов [Подболоцкая, 2009].

B. distinguendus примечателен тем, что на Соловецком архипелаге он встречается единично и, вероятно, является недавним вселенцем [Болотов и др., 2013]. По своей биотопической приуроченности *B. distinguendus* принадлежит к категории луговых видов и относится к южному фаунистическому элементу на Европейском Севере России, так как данный вид не характерен для плакорных ландшафтов тайги [Болотов, Колосова, 2006]. Следует отметить, что численность *B. distinguendus* в Европе неуклонно снижается, в некоторых регионах он полностью вымер [Phelan et al., 2021]. На территории Архангельской области состояние популяций *B. distinguendus* стабильное, хотя вид повсеместно немногочислен [Потапов, Колосова, 2023]. Отсутствие *B. distinguendus* в сборах 2025 г. не свидетельствует о его исчезновении с исследуемого участка на о. Большой Соловецкий, так как ранее данный вид обнаруживался на территории архипелага лишь в отдельные годы [Болотов и др., 2013].

Изменения, произошедшие за более чем 20-летний период в структуре группировки шмелей злаково-разнотравного луга у скита Исаково, вероятно, связаны с изменением спектра кормовых энтомофильных растений в исследуемом растительном сообществе. Возможная причина таких изменений в растительности связана с нерегулярностью покосов на данном участке, так как он в настоящее время практически не используется в хозяйственной деятельности. Ранее здесь были широко представлены бобовые и сложноцветные, такие как бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*) [Подболоцкая, 2009]. В 2025 г. эти растения здесь были малочисленны, шмели фуражировали почти исключительно на малине (*Rubus idaeus*) и клевере ползучем (*Trifolium repens*). Соответственно, в таксоценое стал резко доминировать *B. jonellus*, фуражировавший на указанных двух видах растений. Отсутствие в сборах 2025 г. малочисленных видов, которые были

зарегистрированы в 2004 г., вероятно, как и для доминирующих видов шмелей, объясняется влиянием погодных-климатических условий. Дальнейшие исследования позволят выявить наличие или отсутствие данных малочисленных видов на изучаемом участке в настоящее время.

Участок в пос. Соловецкий, т.е. группировка III (клеверный луг), характеризуется наиболее высокой степенью антропогенной нагрузки. На участке сборов 2004 г. присутствовало только четыре вида, доминировал *B. pascuorum* (71%), обилие *B. jonellus* составляло 26,4%. В 2025 г. в изучаемой выборке численно преобладал *B. jonellus* (76,5%), обилие *B. pascuorum* было значительно ниже и составляло 9,1%. Материалы исследований 2004 г. на нескольких участках в пос. Соловецкий показывают, что структура таксоценов шмелей характеризовалась здесь достаточно большой изменчивостью [Подболоцкая, 2009]. Ядро группировок составляли *B. jonellus* и *B. pascuorum*, однако показатели обилия данных двух видов варьировались в существенных пределах. Значительная изменчивость в уровне видового богатства и показателях обилия видов в пос. Соловецкий свидетельствует о достаточно нестабильной структуре таксоценов шмелей на участках с высокой степенью воздействия антропогенного фактора.

Заключение

Структура таксоценов шмелей на Соловецком архипелаге наиболее стабильна на участках с низким уровнем воздействия антропогенного фактора. Численно преобладающими на данных типах местообитаний являются *B. jonellus* и *B. pascuorum*. Различия показателей относительного обилия данных видов в разные годы исследований объясняются межгодовой динамикой численности *B. jonellus* и *B. pascuorum*, связанной с вариациями погодных-климатических условий. При увеличении антропогенной нагрузки на о. Большой Соловецкий, связанной чаще всего с вырубкой лесов, формируются различные типы злаково-разнотравных сообществ. За счет высокого обилия энтомофильных растений и непрерывной их смены в течение вегетационного сезона данные типы участков наиболее благоприятны для шмелей. При высокой степени антропогенной нагрузки в условиях населенного пункта структура таксоценов шмелей становится нестабильной, что проявляется в значительной изменчивости в уровне видового богатства и показателях обилия видов.

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 таксоценох шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) и представления о резервных компенсаторных видах // Известия РАН. Сер. Биологическая. 2013. № 3. С. 357–367. doi: 10.7868/S000233291303003X
- Болотов И. Н., Подболоцкая М. В. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) Европейского Севера России. Соловецкие острова // Вестник Поморского университета. Сер. Естественные и точные науки. 2003. № 1 (3). С. 74–87.
- Киселева К. В., Новиков В. С., Октябрева Н. Б., Черенков А. В. Определитель сосудистых растений Соловецкого архипелага. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. 175 с.
- Колосова Ю. С., Подболоцкая М. В. Популяционная динамика шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Bombus* Latr.) на Соловецком архипелаге: итоги 10-летнего мониторинга // Труды Русского энтомологического общества. 2010. Т. 81, № 2. С. 135–141.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Отчет о научно-исследовательской работе «Состояние природной среды Большого Соловецкого острова (по материалам комплексного мониторинга 2024–2026 гг.)». Архангельск: ФИЦКИА УрО РАН, 2024. 133 с.
- Панфилов Д. В. Сем. Apidae – Апида // Определитель насекомых европейской части СССР / Ред. Г. С. Медведева. Л.: Наука, 1978. Т. 3, ч. 1. С. 508–519.
- Песенко Ю. А. К методике количественных учетов насекомых-опылителей // Экология. 1972. Т. 3, № 1. С. 88–95.
- Подболоцкая М. В. Фауна и экология шмелей (Hymenoptera: Apidae, *Bombus*) Соловецких островов: Дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2009. 152 с.
- Потапов Г. С., Колосова Ю. С. *Bombus distinguendus* Morawitz, 1869 (Hymenoptera: Apidae) на территории Архангельской области: распространение, экология и охрана // Амурский зоологический журнал. 2023. Т. 15, № 3. С. 573–583. doi: 10.33910/2686-9519-2023-15-3-573-583
- Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата / Ред. Ю. Г. Шварцман, И. Н. Болотов. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2007. 184 с.
- Bovykina G. V., Potapov G. S., Kolosova Yu. S., Kondakov A. V. RCR-RFLP approach for identification of cryptic species of *Bombus lucorum*-complex in Northern European Russia // Ecologica Montenegrina. 2024. Vol. 77. P. 132–145. doi: 10.37828/em.2024.77.14
- Goulson D. Bumblebees. Behaviour, ecology and conservation. Oxford: Oxford University Press, 2010. 330 p.

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

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

Phelan N., Suddaby D., Stanley D.A. Investigating the ecology of the Great Yellow Bumblebee (*Bombus distinguendus*) within the wider bumblebee community in North-West Ireland // *Journal of Insect Conservation*. 2021. Vol. 25. P. 297–310. doi: 10.1007/s10841-021-00299-7

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

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

Rasmont P., Ghisbain G., Terzo M. Hymenoptera of Europe 3. Bumblebees of Europe and neighbouring regions. Verrières-le-Buisson: N.A.P Editions, 2021. 631 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.

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 assemblages (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) and the notion of reserve compensatory species. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya = Biology Bulletin*. 2013;3:357–367. (In Russ.). doi: 10.7868/S000233291303003X

Bolotov I.N., Podbolotskaya M.V. Local fauna of bumblebees (Hymenoptera: Apidae, Bombini) in the European North of Russia: the Solovetsky Islands. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tochnye nauki = Vestnik of Pomor University. Ser. Natural and Exact Sciences*. 2003;1(3):74–87. (In Russ.)

Bovykina G.V., Potapov G.S., Kolosova Yu.S., Kondakov A.V. RCR-RFLP approach for identification of cryptic species of *Bombus lucorum*-complex in Northern European Russia. *Ecologica Montenegrina*. 2024;77:132–145. doi: 10.37828/em.2024.77.14

Goulson D. Bumblebees. Behaviour, ecology and conservation. Oxford: Oxford University Press, 2010. 330 p.

Kiseleva K. V., Novikov V. S., Oktyabreva N. B., Cherenkov A. V. A key to vascular plants of the Solovetsky Archipelago. Moscow: KMK; 2005. 175 p. (In Russ.)

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

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

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

Magurran A. Ecological diversity and its measurement. Moscow: Mir; 1992. 184 p. (In Russ.)

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

Pesenko Yu.A. On the methodology of quantitative accounting of insect pollinators. *Ekologia = Russian Journal of Ecology*. 1972;3(1):88–95. (In Russ.)

Phelan N., Suddaby D., Stanley D.A. Investigating the ecology of the Great Yellow Bumblebee (*Bombus distinguendus*) within the wider bumblebee community in North-West Ireland. *Journal of Insect Conservation*. 2021;25:297–310. doi: 10.1007/s10841-021-00299-7

Podbolotskaya M.V. Fauna and ecology of bumblebees (Hymenoptera: Apidae, *Bombus*) of the Solovetsky Islands: PhD (Cand. of Biol.) thesis. Arkhangel'sk; 2009. 152 p. (In Russ.)

Potapov G.S., Kolosova Yu. S. *Bombus distinguendus* Morawitz, 1869 (Hymenoptera: Apidae) in Arkhangelsk Oblast, Russia: distribution, ecology and conservation. *Amurskii zoologicheskii zhurnal = Amurian Zoological Journal*. 2023;15(3):573–583. (In Russ.). doi: 10.33910/2686-9519-2023-15-3-573-583

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

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

Rasmont P., Ghisbain G., Terzo M. Hymenoptera of Europe 3. Bumblebees of Europe and neighbouring regions. Verrières-le-Buisson: N.A.P Editions; 2021. 631 p.

Report on the research *The state of the natural environment of the Bolshoy Solovetsky Island (based on the materials of the integrated monitoring in 2024–2026)*. Arkhangel'sk: FITSKIA UrO RAN; 2024. 133 p. (In Russ.)

The natural environment of the Solovetsky Archipelago in a changing climate. Eds. Yu. G. Shvartsman, I.N. Bolotov. Ekaterinburg: UrO RAN; 2007. 184 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.

Поступила в редакцию / received: 20.01.2026; принята к публикации / accepted: 31.03.2026.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Потапов Григорий Сергеевич

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

e-mail: grigorij-potapov@yandex.ru

Бовыкина Галина Владимировна

младший научный сотрудник лаборатории
молекулярной экологии и биогеографии

e-mail: galka.bovickina@gmail.com

Колосова Юлия Сергеевна

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

e-mail: kolosova_arkh@mail.ru

Гофаров Михаил Юрьевич

канд. геогр. наук, заведующий лабораторией
молекулярной экологии и биогеографии

e-mail: zubr3@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Potapov, Grigory

Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher

Bovykina, Galina

Junior Researcher

Kolosova, Yulia

Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher

Gofarov, Mikhail

Cand. Sci. (Geog.), Head of Laboratory