

М.В. Байков

**СРОКИ ВЫХОДА ШМЕЛЕЙ РОДА *BOMBUS* (HYMENOPTERA: APIDAE)
ИЗ СОСТОЯНИЯ ЗИМНЕЙ ДИАПАУЗЫ
НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Введение. Важное значение для шмелей рода *Bombus* (Hymenoptera: Apidae), как насекомых-антофилов с растянутым периодом жизни семьи, имеет механизм адаптации к условиям среды обитания. Одним из таких приспособлений является полилектичность шмелей – согласованность фаз онтогенеза с особенностями трофического конвейера пергааносных и нектароносных растений ареала обитания [Мадебейкин, 1996; Радченко, Песенко, 1994]. Формирование такого фенологического календаря позволяет шмелям различных видов и обитателям разнообразных экотопов приспособиться к трофическому использованию произрастающих там растений [Попов, 2008].

К настоящему времени в России и странах бывшего СССР значительный объем фенологической информации собран в заповедниках на методической основе научной программы «Летопись природы», целью которой является систематический сбор данных по динамике природных явлений и процессов [Филонов, 1990]. Единые методы фенологических наблюдений вошли в практику в конце 1950-х гг. и с тех пор практически не изменялись [Преображенский, Галахов, 1948; Жарков, 1956; Галахов, 1959]. На территории Ленинградской области систематический сбор фенологической информации осуществлялся в рамках сети Русского географического общества (РГО) в период с 1920-х по 1990-е годы.

В целом фенологические наблюдения за онтогенезом шмелей включают регистрацию сроков вылета перезимовавших самок, время закладки гнезд, появление рабочих шмелей, самцов и молодых самок, переход плодных самок в состояние зимней диапаузы [Туданов, Рошиненко, 2007]. Но в программе фенологических наблюдений сети РГО фазы развития шмелиной семьи представлены в виде только одного феноиндикатора – срока вылета после зимней диапаузы самок шмелей [Рекомендации..., 2020]. Кроме того, феноиндикатор не фиксирует видовую принадлежность шмелей.

Целью данной работы является оценка сроков выхода шмелей, обитающих на территории Ленинградской области, из состояния зимней диапаузы и влияния географических параметров ареала обитания на данные сроки.

Задачи: 1) определить календарные границы сроков вылета перезимовавших самок; 2) определить средние даты вылета, а также даты самого раннего, самого позднего вылета шмелей; 3) определить границы интервала между датой самого раннего и датой самого позднего вылета; 4) оценить методами корреляционного анализа степень взаимосвязи этих сроков и географических характеристик ареала обитания шмелей на территории Ленинградской области.

Материалы и методика исследования. Данная работа основывается на обработке базы данных фенологических наблюдений, проводившихся на территории Ленинградской области с 1925 по 1993 год. База данных содержит информацию о календарных сроках (самый ранний, средний и поздний) выхода шмелей после зимней диапаузы в разных точках наблюдений, расположенных на территории Ленинградской области. Также представлены данные собственных наблюдений автора.

База данных любезно предоставлена заведующим фенологического центра при БИН РАН им. В.Л. Комарова Лебедевым П.А. [База..., 2022].

Оценка взаимосвязи изучаемых величин проводилась в программе WPS Spreadsheets (11.1.0.10702) пакета WPS Office методом параметрического корреляционного анализа Пирсона и методом ранговой корреляции Спирмена.

Результаты и обсуждение. База фенологических данных БИН РАН содержит информацию по срокам вылета шмелей в 12 пунктах наблюдений, расположенных на территории Ленинградской области (табл. 1; рис. 1). В данной таблице данные отсортированы по широте пункта наблюдения.

Имеющиеся данные в долготном направлении охватывают в основном западную и центральную части области от 28°36' в.д. (г. Кингисепп) до 32°38' в.д. (п. Вороново). Восточная часть Ленинградской области представлена только одним пунктом наблюдения в п. Рейда Подпорожского района (34°35' в.д.). В широтном направлении наблюдения охватывают регион от 58°53' с.ш. (д. Заполье Лужского района) до 60°58' с.ш. (п. Рейда Подпорожского района). Наблюдения включают в себя площадь, занимающую 72,5% в долготном и 71,8% в широтном направлении всей территории Ленинградской области. База данных не содержит информации о видовой принадлежности наблюдаемых шмелей. Несмотря на неполноту данных, представленная информация позволяет установить сроки вылета перезимовавших самок шмелей для значительной территории Ленинградской области.

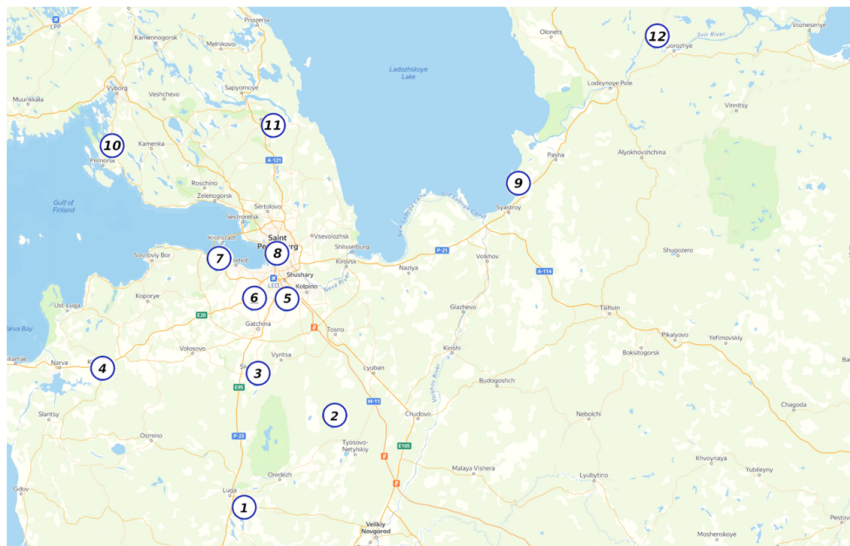


Рис. 1. Карта расположения пунктов фенологических наблюдений на территории Ленинградской области

Fig. 1. Map of the location of phenological observation points on the territory of the Leningrad province

Во временном аспекте наблюдения охватывают интервал с 1925 по 1993 годы. Вместе с тем следует отметить, что по некоторым пунктам период наблюдения имеет значительно более узкий диапазон, а в ряде случаев наблюдения по пункту имеют значительную дискретность: число наблюдений по разным пунктам изменяется от 8 лет (г. Красное Село, п. Вороново) до 35 лет (д. Заполье). По разным пунктам доля наблюдений (отношение суммы годов наблюдений к общему периоду наблюдений) колеблется от 0,27 (г. Кингисепп) до 1,0 (г. Красное Село).

Суммарный охват наблюдениями по всем пунктам на территории Ленинградской области за весь период с 1925 по 1993 годы (69 лет) составил 63 года (91,3%). В базе отсутствуют данные по учету выхода шмелей из зимней диапаузы за 1934, 1938, 1942, 1943, 1944 и 1946 годы.

Ниже приведены сроки (самое раннее наблюдение, среднее, самое позднее) выхода шмелей из зимней диапаузы, а также интервал в сутках между самым ранним и самым поздним вылетом шмелей по пунктам (табл. 2).

Таблица 1

**Характеристика пунктов фенологических наблюдений
на территории Ленинградской области [База..., 2022]**

**Characteristics of phenological observation points
in the Leningrad province [Base..., 2022]**

№	Пункт наблюдения	Наблюдатели	Географические координаты		Высота над уровнем моря, м	Количество лет наблюдений/доля от всего периода наблю-	Период наблюдений
			Широта	Долгота			
1	д. Заполье	А.А. Гоноволин, М.И. Линдвест	58°53' с.ш.	29°55' в.д.	50	35 / 0,57	1925–1985
2	п. Радофинниково	Я.Т. Прокопенко	59°08' с.ш.	30°52' в.д.	56	17 / 0,71	1963–1986
3	д. Белогорка	В.И. Морозова, Г.Э. Шульц, В.А. Дадыко	59°21' с.ш.	30°07' в.д.	91	23 / 0,52	1950–1993
4	г. Кингисепп	Е.А. Исаева, С.М. Багуцкая, И.Р. Кирсанов	59°22' с.ш.	28°36' в.д.	22	17 / 0,27	1926–1989
5	г. Пушкин	В.К. Омельченко, И.Н. Балбышев, М.Д. Панова	59°43' с.ш.	30°25' в.д.	74	21 / 0,33	1929–1991
6	г. Красное Село	Г.А. Муравьев, В.Д. Винек	59°44' с.ш.	30°05' в.д.	110	8 / 1,0	1961–1968
7	г. Ломоносов	Т.А. Тийснека, А.С. Тепляков, И. Сергиенков	59°55' с.ш.	29°46' в.д.	30	14 / 0,31	1929–1974
8	г. Санкт-Петербург	Н.Е. Булыгин, О.Е. Мартыанов, Н.Е. Зеленова, Г.И. Иванов, В.В. Шанраевский, ЛТА	59°57' с.ш.	30°19' в.д.	1–22	29 / 0,52	1920–1982
9	п. Вороново	А.А. Золотцев, Н.И. Птицын, В.В. Кривоборский	60°16' с.ш.	32°38' в.д.	7	8 / 0,38	1961–1981
10	п. Глебычево	А.И. Алехин	60°27' с.ш.	28°43' в.д.	31	18 / 0,35	1940–1990
11	п. Сосново	Г.Э. Шульц, Н.Д. Головина	60°33' с.ш.	30°14' в.д.	69	13 / 0,43	1961–1990
12	п. Рейда	Г.В. Конюхов	60°58' с.ш.	34°35' в.д.	55	16 / 0,94	1961–1977

Таблица 2

**Сроки выхода шмелей из зимней диапаузы на территории
Ленинградской области (по материалам фенологического центра БИН РАН)**

**The timing of the release of bumblebees from the winter diapause
in the Leningrad region (based on the materials of the phenological center
of the KBI RAS)**

№	Пункт наблюдения	Фенодата выхода шмелей из зимней диапаузы			
		средняя дата	самая ранняя	самая поздняя	интервал, сут.
1	д. Заполье	29/04	13/04/1925	14/05/1926	31
2	п. Радофинниково	22/04	3/04/1983	5/05/1981	32
3	д. Белогорка	27/04	6/04/1983	16/05/1955	40
4	г. Кингисепп	27/04	13/04/1989	11/05/1926	28
5	г. Пушкин	25/04	8/04/1991	9/05/1958	31
6	г. Красное Село	29/04	11/04/1962	8/05/1965	27
7	г. Ломоносов	1/05	26/04/1957	10/05/1958	14
8	г. Санкт-Петербург	2/05	13/04/1920	23/05/1923	40
9	п. Вороново	11/05	24/04/1975	21/05/1961	27
10	п. Глебычево	1/05	13/04/1989	10/05/1975	27
11	п. Сосново	29/04	13/04/1989	11/05/1967	28
12	п. Рейда	10/05	25/04/1962	26/05/1965	31

Самая ранняя дата выхода шмелей в пунктах наблюдений фиксировалась 3 апреля 1983 года в п. Радофинниково Тосненского района. Самый поздний срок вылета шмелей отмечен для п. Рейда Подпорожского района – 26 мая 1965 года. Средние даты вылета шмелей за весь период наблюдений находились в границах 22 апреля (п. Радофинниково) – 11 мая (п. Вороново).

Интервал между самой ранней и самой поздней датой вылета по пунктам наблюдений находится в границах от 14 до 40 суток. В среднем эта величина составляет 29 суток. Самая узкая величина интервала отмечена для г. Ломоносова – 14 суток (общее число наблюдений – 14 лет), наиболее широкий интервал вылета шмелей наблюдался в п. Белогорка (22 года наблюдений) и г. Санкт-Петербурге (29 лет наблюдений) – 40 суток.

Помимо обработки данных фенологической сети РГО автором были проведены самостоятельные наблюдения выхода самок шмелей из состоя-

ния зимней диапаузы в период с 2019 по 2023 год в пункте д. Новолисино Тосненского района (59° 34' г с. ш.; 30° 33' г в.д.). За данный период фиксировались следующие даты весеннего вылета шмелей: в 2023 году – 11 апреля (*Bombus (sensu strico) lucorum* Linnaeus, 1761), в 2022 году – 20 апреля (*Bombus (sensu strico) lucorum* Linnaeus, 1761), в 2021 – 14 мая (*Bombus (Thoracobombus) pascuorum* Scopoli, 1763), в 2020 – 21 апреля (*Bombus (sensu strico) lucorum* Linnaeus, 1761), в 2019 – 15 апреля (*Bombus (Pyrobombus) pratorum* Linnaeus, 1761). Эти сроки вылетов лежат в границах, полученных путем обработки данных многолетних рядов фенонаблюдений.

Корреляционный анализ (г-Пирсон) показывает, что средняя дата вылета шмелей в Ленинградской области имеет высокую взаимосвязь с широтным положением пункта наблюдения ($r=0,717$), что обусловлено изменением суммы эффективных температур с юга на север на территории Ленинградской области. Вместе с тем данный параметр имеет только среднее значение корреляции с изменением долготы пункта наблюдения в восточном направлении ($r=0,601$), что, вероятно, обусловлено межозерным расположением территории, и вследствие этого уменьшение влияния фактора континентальности при продвижении с запада на восток.

Широтный компонент оказывает среднее влияние на дату самого раннего срока вылета шмелей, долготный и высотный компоненты оказывают слабое влияние на этот параметр. Вместе с тем для поздних сроков вылета отмечена средняя зависимость от долготы пункта наблюдения, в то время как широтный и высотный компонент оказывает здесь слабое влияние (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость сроков вылета шмелей от географического положения пункта наблюдения (коэффициент корреляции Пирсона)

Dependence of the departure time of bumblebees on the geographical location of the observation point (Pearson correlation coefficient)

Параметры	Фенологические сроки вылета шмелей		
	средний	самый ранний	самый поздний
Широта местности	0,717 (выс)	0,601 (ср)	0,465 (сл)
Долгота местности	0,529 (ср)	0,474 (сл)	0,662 (ср)
Высота над уровнем моря	-0,199 (очсл)	-0,488 (сл)	-0,375 (сл)

Примечания: выс. – высокое, ср – среднее, сл – слабое, очсл – очень слабое значение взаимосвязи параметров по шкале Чеддока.

Оценка взаимосвязи по методу ранговой корреляции (ρ -Спирмена, $df = 10$) показывает существенную зависимость средних и ранних сроков вылета шмелей от широты местности (ρ_{01}) и позднего срока вылета (ρ_{05}). Долготный компонент показывает зависимость только по средним срокам вылета (ρ_{05}). В прочих случаях анализ показывает отсутствие взаимосвязей между рассматриваемыми параметрами (табл. 4).

Таблица 4

Зависимость сроков вылета шмелей от географического положения пункта наблюдения (коэффициент ранговой корреляции Спирмена)

Dependence of the departure time of bumblebees on the geographical location of the observation point (Spearman's rank correlation coefficient)

Параметры	Фенологические сроки вылета шмелей		
	средний	самый ранний	самый поздний
Широта местности	0,822 (+, ρ_{01})	0,726 (+, ρ_{01})	0,582 (+, ρ_{05})
Долгота местности	0,615 (+, ρ_{05})	0,484	0,561
Высота над уровнем моря	0,483	0,330	0,564

Примечания: (+) – взаимосвязь существует; ρ_{01} , ρ_{05} – уровень значимости. В остальных случаях взаимосвязь отсутствует

Вследствие межозерного положения исследуемой местности отмечаются незначительные различия в суммах эффективных температур в долготном направлении. Вероятно, данный градиент будет определять некоторый уровень взаимосвязи между фактором континентальности местности и средними сроками выхода шмелей из спячки. Вместе с тем в те годы, в которые отмечаются самые ранние и самые поздние из сроков выхода шмелей из зимней диапаузы (ранние и затяжные весны), будут оказывать большее влияние иные экологические факторы, действующие на популяцию шмелей конкретного местообитания, а не фактор континентальности местности по причине незначительного градиента суммы активных температур, наблюдаемого в долготном направлении для данной территории.

Выводы.

1) Самая ранняя фиксированная дата вылета шмелей для западной и центральной части Ленинградской области за период наблюдений с 1925 по 2023 годы – 3 апреля (п. Радофинниково, Тосненский район, 1983 год), самая поздняя – 26 мая (п. Рейда, Подпорожский район, 1965 год). Средние

даты вылета лежат в интервале от 22 апреля до 11 мая. Самые поздние вылеты в пунктах наблюдений фиксировались в период с 5 мая по 26 мая.

2) Интервал между самым ранним и самым поздним сроком вылета шмелей в разных пунктах наблюдений изменяется от 14 до 40 суток. Среднее значение этого интервала составляет 29,67 суток.

3) Сроки вылета шмелей на исследуемой территории сильно зависят от широтной характеристики (бореальности) ареала обитания. Влияние долготной характеристики (континентальности) ареала обитания имеет большей частью слабый уровень влияния на сроки вылета перезимовавших самок шмелей. Средний уровень зависимости от долготы отмечен только по средним срокам вылета ($r = 0,529$, $\rho = 0,615$), что, как предполагается, обусловлено межозерным расположением исследуемой местности. Зависимость сроков вылета от высоты местности над уровнем моря не выявлена.

Благодарности. Автор выражает благодарность заведующему фенологического центра при БИН РАН им. В.Л. Комарова Лебедеву Павлу Александровичу, канд. с.-х. наук за оказанную помощь в проведении данного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

База данных фенологических наблюдений. Ленинградская область. БИН РАН, 2022.

Галахов Н.Н. Изучение структуры климатических сезонов года. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 184 с.

Жарков И.В. Простейшие наблюдения в природе. М.: Сельхозиздат, 1956. 128 с.

Мадебейкин И.И. Фенология цветения медоносов и посещаемость их шмелями и медоносными пчелами // Экология и охрана насекомых. Первая международная научно-практическая конференция. Рыбное, Рязанская область, 1996. С. 144–146.

Попов И.Б. Трофический конвейер и его роль в жизни шмелей (Hymenoptera, *Bombus*) в условиях Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Вып. №5(9). Краснодар, 2008. С. 145–149.

Преображенский С.М., Галахов Н.Н. Фенологические наблюдения. Руководство. М.: Главное управление по заповедникам, 1948. 158 с.

Радченко В.Г., Песенко Ю.А. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea). СПб.: Изд-во РАН, 1994. 364 с.

Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России / Минин А.А., Ананин А.А., Буйолов Ю.А., Ларин Е.Г., Лебедев П.А., Поликарпова Н.В., Прокошева И.В., Руденко М.И., Сапельникова И.И., Федотова В.Г., Шуйская Е.А., Яковлева М.В., Янцер О.В. // Nature Conservation Research. Заповедная наука. № 5(4), 2020. С. 89110.

Туданов Р.А., Роцинченко В.И. Фенологические характеристики шмелей // Пчеловодство. № 10, 2007. С. 58–59.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР. М.: Наука, 1990. 160 с.

References

Database of phenological observations. Leningrad region. KBI RAS, 2022. (In Russ.)

Filonov K.P., Nukhimovskaya Yu.D. The Chronicle of nature in the reserves of the USSR. M.: Nauka, 1990. 160 p. (In Russ.)

Galakhov N.N. Studying the structure of the climatic seasons of the year. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1959. 184 p. (In Russ.)

Madebeikin I.I. Phenology of honeybee flowering and their attendance by bumblebees and honey bees. *Ecology and protection of insects*: The first International Scientific and Practical conference. Rybnoye, Ryazan region, 1996, pp. 144–146. (In Russ.)

Popov I.B. Trophic conveyor and its role in the life of bumblebees (Hymenoptera, *Bombus*) in the Krasnodar Territory. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2008, iss. 5(9), pp. 145–149. (In Russ.)

Preobrazhensky S.M., Galakhov N.N. Phenological observations. M.: Main Directorate for Nature Reserves, 1948. 158 p. (In Russ.)

Radchenko V.G., Pesenko Yu.A. Biology of bees (Hymenoptera, Apoidea). St. Petersburg: Publishing House of the Russian Academy of Sciences, 1994. 364 p. (In Russ.)

Recommendations for the unification of phenological observations in Russia / Minin A.A., Ananin A.A., Buyvolov Yu.A., Larin E.G., Lebedev P.A., Polikarpova N.V., Prokosheva I.V., Rudenko M.I., Sapelnikova I.I., Fedotova V.G., Shuiskaya E.A., Yakovleva M.V., Yanzer O.V. Nature Conservation Research. *Protected science*, 2020, no. 5(4), pp. 89–110. (In Russ.)

Tudanov R.A., Roshchinenko V.I. Phenological characteristics of bumblebees. *Beekeeping*, 2007, no. 10, pp. 58–59. (In Russ.)

Zharkov I.V. The simplest observations in nature. M.: Agricultural publishing House, 1956. 128 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 09.01.2024

Байков М.В. Сроки выхода шмелей рода *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) из состояния зимней диапаузы на территории Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 249. С. 76–86. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.76-86

Важное значение для шмелей рода *Bombus* (Hymenoptera: Apidae), как насекомых-антофилов с растянутым периодом жизни семьи, является формирование такого фенологического календаря, который позволяет шмелям различных видов и обитателям разнообразных экотопов приспособиться к трофическому использованию произрастающих там растений. Анализ многолетних рядов фенонаблюдений показал: самая ранняя фиксированная дата вылета шмелей для западной и центральной частей Ленинградской области за период наблюдений с 1925 по 2023 годы – 3 апреля (Тосненский район), самая поздняя – 26 мая (Подпорожский район). Средние даты вылета лежат в интервале от 22 апреля до 11 мая. Самые поздние вылеты в пунктах наблюдений фиксировались в период с 5 мая по 26 мая. Интервал между самым ранним и самым поздним сроком вылета шмелей в разных пунктах наблюдений изменяется от 14 до 40 суток. Среднее значение этого интервала составляет 29,67 суток. Высокий и средний уровень зависимости сроков выхода шмелей из зимней диапаузы показан для широтной характеристики (бореальности) ареала обитания, влияние долготной характеристики (континентальности) ареала обитания имеет большей частью слабый уровень влияния на сроки вылета перезимовавших самок шмелей. Средний уровень зависимости от долготы отмечен только по средним срокам вылета ($r=0,529$, $p=0,615$). Зависимость сроков вылета от высоты местности над уровнем моря не выявлена.

Ключевые слова: шмели, фенологические наблюдения, диапауза, Ленинградская область, *Bombus*.

Baykov M.V. The timing of the release of bumblebees of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) from the state of winter diapause in the Leningrad province. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2024, iss. 249, pp. 76-83 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.76-83

Important for bumblebees of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae), as anthophilic insects with a prolonged family life period, is the formation of such a phenological calendar that allows bumblebees of various species and inhabitants of various ecotopes to adapt to the trophic use of plants growing there. The analysis of long-term series of phenological observations showed that the earliest fixed date of departure of bumblebees for the Leningrad province during the observation period from 1925 to 2023 was April 3 (Tosnensky district), the latest was May 26 (Podporozhsky district). The average departure dates was in the range from April 22 to May 11. The latest departures at the observation points were recorded in the period from May 5 to May 26. The interval between the earliest and the latest departure time of bumblebees at different observation points varied from 14 to 40 days. The average value of this interval was 29.67 days. A high and average level of dependence of the timing of the release of bumblebees from the winter diapause is shown for the latitudinal characteristic (boreal) of the habitat, the influence of the longitude

characteristic (continentality) of the habitat has for the most part a weak level of influence on the timing of the departure of overwintered female bumblebees. The average level of dependence on longitude is marked only by the average departure time ($r = 0.529$, $p = 0.615$). The dependence of the departure time on the altitude of the terrain above sea level has not been revealed.

Key words: bumblebee, phenological observations, diapause, Leningrad province, *Bombus*.

БАЙКОВ Михаил Викторович – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова; преподаватель Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

194223, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: bami@inbox.ru

BAIKOV Mikhail V. – PhD student of St.Petersburg State Forest Technical University; lecturer at St. Petersburg State Agrarian University.

194223. Institutskiy per. 5. Lit. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: bami@inbox.ru