3. МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 632.76:574.34:595.768.1

А.В. Селиховкин, Б.Г. Поповичев, Т.А. Осечкина, Н.А. Мамаев, М.Б. Мартирова

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ КОРОЕДА-ТИПОГРАФА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ОЧАГЕ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ

Введение. Короед-типограф *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) (Curculionidae: Coleoptera) – наиболее значимый стволовый вредитель хвойных лесов Евразии [Маслов, 2010; Rudinsky, 1962]. Вспышки массового размножения этого вредителя фиксировались в ельниках Европы уже в конце XVIII века [Vité, 1989], а на территории России – начиная со второй половины XIX века [Шевырёв, 1896; Маслов, Матусевич, 2003]. Засухи, ветровалы и другие факторы, приводящие к ослаблению спелых и перестойных ельников, обеспечивают формирование благоприятной кормовой базы для этого вредителя. Кроме того, потепление климата и, соответственно, увеличение теплообеспеченности развития короеда-типографа, создаёт условия для перехода развития короеда-типографа к поливольтинности. Это в свою очередь приводит к резкому росту его численности [Селиховкин и др., 2022; Öhrn, 2012; Schebeck et al., 2021].

Вспышки размножения короеда-типографа неоднократно повторялись и в Ленинградской области. При этом их частота увеличивается [Селиховкин и др., 2022, 2023]. Систематические исследования особенностей развития вспышек размножения короеда-типографа в Ленинградской области были проведены в очагах, возникших после массовых ветровалов [Катаев и др., 1984, 2001]. Однако после массовых ветровалов 2010 г. роль сильных ветров в образовании кормовой базы этого вредителя существенно снизилась. Ведущими факторами, способствующими увеличению численности стволовых вредителей, стали другие погодные факторы – повышение температуры, малоснежные зимы, уменьшение уровня грунтовых вод и, кроме того, санитарные рубки и некоторые другие антропогенные воздействия [Селиховкин, 2022; Селиховкин и др., 2016, 2018, 2022].

Во всех известных до 2021 г. случаях возникновения вспышек размножения короеда-типографа в Ленинградской области фиксировалось только одно поколение. Однако анализ развития этого вида в период вспышки размножения на Карельском перешейке показал, что в 2021 г. примерно 56% молодых жуков образовали второе поколение. Такой характер развития был обусловлен чрезвычайно высокой температурой в июне и июле 2021 г. [Селиховкин и др., 2022]. В связи с этим, авторами была поставлена задача проанализировать популяционные показатели короеда-типографа в очагах размножения 2022 года.

Объекты и методика исследований. Исследования проводились на двух участках – в Рощинском лесничестве Ленинградской области и на территории особо охраняемой территории (ООПТ) Санкт-Петербурга «Озеро Щучье». На территории Рощинского лесничества исследования проводились повторно в тех же очагах массового размножения, что и в 2021 г. [Селиховкин и др., 2022]. Для оценки динамики площади очагов было проведено повторное обследование границ очагов и привязка их координат.

Для анализа популяционных показателей были отобраны модельные деревья, на каждом из которых была проанализирована только одна палетка. Середина палетки располагалась на максимально доступной высоте 1,5 м от основания ствола. Палетка имела протяжённость 5 дм по всей окружности ствола (валка деревьев не осуществлялась, так как получение разрешения на вырубку было неосуществимо). В Рощинском лесничестве было взято 12 модельных деревьев, а в ООПТ «Озеро Щучье» – 6 (табл. 1).

Таблица 1

Расположение модельных деревьев в очагах размножения короеда-типографа в Ленинградской области, 2022 г.

Location of model trees in foci of reproduction of the European spruce bark beetle in Leningrad region, 2022

Объект	№ дерева	Координаты центра очага размножения	
		Широта	Долгота
Рощинское лесничество	1	60°16'94"	29°56'28"
	2	60°'20'50"	29°56'53"
	3	60°17'82"	29°54'28"
	4	60°17'77"	29°53'68"
	5	60°27'05"	28°52'70"
ООПТ «Озеро Щучье»	1	60°13'34"	29°47'6"

Тип леса на всех участках, где проводился отбор модельных деревьев, – ельник-черничник второго бонитета. Средний возраст насаждений варьировал от 100 до 120 лет, полнота – 0,6–0,7.

Как и в 2021 г., учитывалась затенённость ствола. Деревья, окружённые подростом, не отбирались в качестве модельных, так как затенение ствола резко снижало заселённость короедом-типографом. На каждой палетке подсчитывались основные показатели, характеризующие состояние популяции и позволяющие рассчитать плотность поселения и продукцию, т. е., соответственно, количество жуков родительского поколения и молодых жуков, приходящихся на единицу площади боковой поверхности ствола (экз./дм^2), энергию размножения, короедный запас (экз./га) и др.

Для выявления различий в уровнях популяционных показателей использовался непараметрический критерий Манна-Уитни. Для поиска зависимостей популяционных показателей от диаметра ствола – корреляционный анализ при уровне значимости α=0,05.

За пределами очагов размножения в ельниках кварталов 60 и 134 Молодежного участкового лесничества СПбГКУ "Курортный лесопарк", примыкающего к Рощинскому лесничеству было установлено 6 феромонных ловушек. Учёт жуков короеда-типографа проводился в период с 25.04.2022 по 10.09.2022. В ловушках использовался феромонный препарат Вертенол ФГУП ВНИИХСЗР (государственная регистрация № 10-0550-0002-1). Срок действия препарата – 2 месяца. В последних числах июня старый препарат снят и заменен на новый.

Для оценки однородности заполнения ловушек проводилось выявление линейной зависимости исходных данных. Соответственно рассчитаны коэффициенты корреляции для всех пар ловушек без смещения при уровне значимости α=0,05 для 22 исходных значений. Выявление циклов отлова жуков проводилось с помощью корреляционного анализа всех непересекающихся пар наборов из n последовательных наблюдений (n = 4; 5; 6; 7) для каждой из ловушек. Значимость коэффициента корреляции для пары наборов из n последовательных наблюдений говорит о схожести динамики отлова в соответствующие временные периоды.

Результаты. На территории очагов, выявленных в 2021 г., увеличилась доля погибших деревьев с 80% в 2021 г. до 95% в 2022 г. В некоторых случаях сохранились небольшие куртины незаселённых короедом-типографом деревьев, но на большей части территории, где короед-типограф размножался в прошлом году, погибли практически все деревья (рис. 1). Существенно расширилась и площадь очагов. На новых участках, охваченной вспышкой в 2022 г., доля заселённых деревьев варьирует от 40 до 70%.

Рис. 1. Погибший ельник в очаге короеда-типографа, сформировавшегося в 2021 г. в Рощинском лесничестве (фото А.В. Селиховкина, октябрь 2022 г.)

Fig. 1. A dead spruce forest in the foci of the European spruce bark beetle, formed in 2021 in Roshchinsky forestry (photo by A.V. Selikhovkin, October 2022)

Плотность поселения родительского поколения была довольно высокой, но продукция, т. е. количество жуков молодого поколения, вылетевших с единицы площади боковой поверхности, оказалась напротив, низкой. Соответственно низким было и соотношение количества потомства и родительского поколения, т. е. энергия размножения (см. табл. 2).

Проверка по критерию Манна-Уитни, проведенная для показателей развития, полученных в результате анализа модельных деревьев, взятых в Рощинском лесничестве и в ООПТ «Озеро Щучье» показала, что во всех случаях рассчитанные значения критерия больше эмпирических ($U_{эмп} > U_{кр}$). Таким образом, можно достоверно утверждать, что приведенные значения относятся к одной генеральной совокупности. На этом основании все полученные значения были объединены (табл. 2).

Корреляционных связей между плотностью поселения, энергией размножения и диаметром деревьев не выявлено.

Таблица 2

Показатели развития короеда типографа в очагах массового размножения в Рощинском лесничестве и ООПТ «Озеро Щучье»

Indicators of the development of the European bark beetle in outbreak foci in the Roshchinsky forestry and the protected area «Lake Shchuchye»

№ дерева	Диаметр дерева на высоте 1,75 м	Плотность поселения, экз./дм^2	Продукция, экз./дм^2	Энергия размножения
1	44	5,4	4,9	0,9
2	32	3,6	8,6	2,4
3	26	4,4	7,0	1,6
4	27	4,2	8,2	2
5	28	1,6	3,0	1,9
6	29	4,7	2,8	0,6
7	24	2,1	2,3	1,1
8	42	1,4	1,3	0,9
9	24	4,9	5,9	1,2
10	20	2,5	4,8	1,9
11	43	1,8	2,3	1,3
12	31	3,7	6,3	1,1
13	29	4,2	6,7	1,6
14	27	6,8	7,5	1,1
15	37	3,9	5,5	1,4
16	43	3,3	7,2	2,2
Среднее	32	3,6	5,3	1,5

Средняя площадь района поселения короеда типографа на одном дереве составляет примерно 1500–1600 дм^2. Соответственно общее количество жуков молодого поколения, вылетающее с одного заселённого дерева, около 8 тыс. Учитывая, что в очагах 2021 г. в 2022 г. заселено было только 15% деревьев исходного древостоя (80% были «отработаны» короедами в 2021 г.), короедный запас жуков, ушедших в диапаузу в конце вегетационного сезона 2022 г., составит примерно 400 тыс. на га.

В ельниках, охваченных вспышкой в 2022 г., количество заселённых деревьев существенно больше. Короедный запас здесь может достигать 1 300 тыс. особей.

На некоторых модельных деревьях было отмечено заселение третьего сестринского поколения одновременно со вторым основным поколением. Относительно светлоокрашенные особи, оставшиеся в маточных ходах, хорошо выделялись на фоне первого родительского поколения. В частности, таковыми были деревья № 2, 11, 12 и 15. Деревья № 8 и 10 были заселены исключительно вторым поколением жуков. Как было сказано выше, показатели развития на этих деревьях значимо не отличались.

При отборе модельных деревьев нередко встречались погибшие ели, на которых короед-типограф в начале вегетационного сезона проходил дополнительное питание, не формируя поселений. При этом минирные ходы жуков полностью перерезали проводящую систему луба (рис. 2).

Рис. 2. Дополнительное питание короеда-типографа первого (фото слева) и второго (фото справа) поколения в Рощинском лесничестве. На фото справа также видны кормовые площадки черных усачей *Monochamus* spp. (фото А.В. Селиховкина, октябрь 2022 г.)

Fig. 2. Additional feeding of the European spruce bark beetle of the first (left photo) and second (right photo) generation, Roshchinsky forestry. The right photo also shows feeding sites of *Monochamus* spp. (photo by A.V. Selikhovkin, October 2022)

Некоторые деревья погибли в результате дополнительного питания жуков в мае, после выхода из диапаузы, или возобновительного питания после первой откладки яиц. Крона таких деревьев в октябре была полностью усохшей, луб полностью погиб, но кора оставалась. Ходы дополнительного питания на таких деревьях были хорошо видны от основания ствола до 3–5 м в высоту. В других случаях дополнительное питание проходило в конце вегетационного сезона, в августе-сентябре. Крона частично сохранялась. Луб был свежим (рис. 2). В этом случае ходы дополнительного питания и маточные ходы встречались на палетках одновременно. Маточные ходы принадлежали жукам второго родительского поколения и, возможно, первого родительского поколения, откладывающих яйца в третий раз.

Для первого случая (дополнительное питание жуков первого родительского поколения) на двух деревьях было подсчитано количество лётных отверстий (диаметр каждого дерева на середине палетки – 36 см). Плотность жуков первого поколения, прошедших дополнительное питание составляло 2,5 и 5,2 экз./дм^2.

В ходах, образованных первым родительским поколением, встречались муравьежуки *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758), личинки паразитических двукрылых и личинки верблюдок (сем. Raphidiidae) (рис. 3). Часто встречались личинки усачей не менее, чем трёх видов – *Tetropium* spp., *Monochamus* spp. и *Ragium* spp.

Рис. 3. Личинка верблюдки (сем. Raphidiidae) под корой в Рощинском лесничестве (фото А.В. Селиховкина, октябрь 2023 г.)

Fig. 3. Snakefly larva (f. Raphidiidae) under the bark, Roshinsky forestry (photo by A.V. Selikhovkin, October 2023)

Анализ данных, полученных с помощью феромонных ловушек, показал, что динамика заполнения всех ловушек была однородной, так как для 22 исходных значений все рассчитанные парные коэффициенты корреляции выше критического значения 0,423 при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Первые жуки были зафиксированы в двух из шести ловушек только 8 мая 2022 г. 22 мая начался массовый лёт жуков (рис. 4).

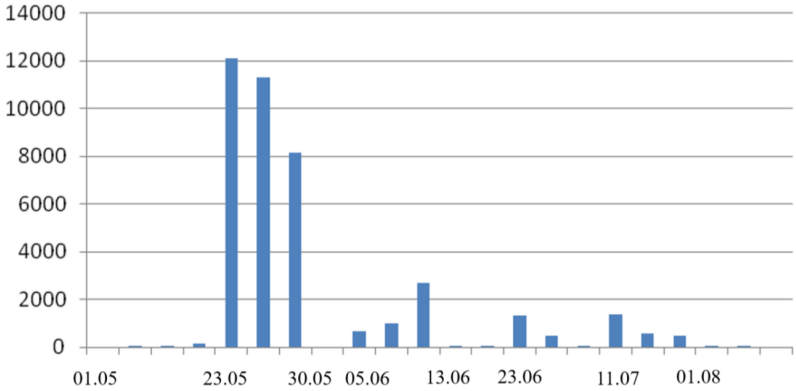

Рис. 4. Количество отловленных жуков короеда-типографа в феромонные ловушки (Рощинское лесничество, 2022 г.)

Fig. 4. Number of the European spruce bark beetles caught in pheromone traps (Roshchinsky forestry 2022)

За весь период наблюдений можно выделить два статистически достоверных цикла увеличения количества жуков, попадавших в ловушки: 17.05–02.06 и 08.07–10.08 (рис. 5). Указанные циклы выявлены при построении автокорреляционной функции по всей выборке суммарных наблюдений. Однако при проведении анализа данных по каждой ловушке, для четырёх из шести ловушек можно выделить три цикла лёта:

(1) 22.05–30.05, 02.06–13.06, 24.07–10.08;
(2) 22.05–30.05, 02.06–13.06, 03.07–01.08;
(3) 15.05–30.05, 02.06–13.06, 08.07–10.08;
(4) 23.05–30.05, 23.06–24.07, 25.07–10.08.

При визуальном анализе видно, что третий выделенный период имеет нестабильную протяжённость. В первый период в одну ловушку собиралось в среднем от 450 до 1000 жуков в сутки, а во второй – от 40 до 110 экз. Затем 11–24.07, вновь произошла небольшая активизация лёта. Последнее усиление лёта произошло 01.08. Полностью лёт короедов прекратился 06.09.

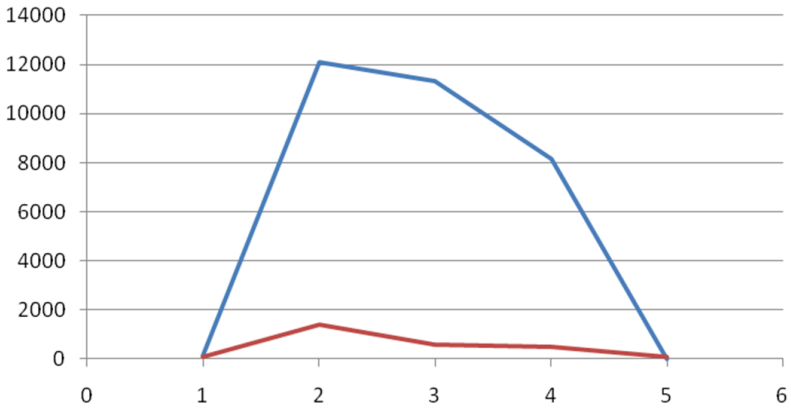

Рис. 5. Статистически значимые увеличения интенсивности лёта короеда-типографа по результатам учёта в феромонные ловушки для периода пяти наблюдений (Рощинское лесничество, 2022 г.)

Fig. 5. Statistically significant increases in the flight intensity of the European spruce bark beetle based on the results of counting in pheromone traps for a period of five observations (Roshchinskoye forestry, 2022)

Обсуждение. Показатели развития короеда-типографа по сравнению с 2021 г. существенно снизились. Если в 2021 г. энергия размножения составляла 6,0 для первого и 4,7 для совмещённых поколений, а для второго – 1,3 [Селиховкин и др., 2022], то в 2022 г. среднее значение – 1,5, а максимальное – 2,4. Снизился короедный запас. Плотность поселения в 2022 г., напротив, была существенно выше. Изменение этих показателей показывает, что вспышка размножения короеда-типографа завершается.

В 2021 г. на вторую генерацию ушло больше половины отродившихся жуков [Селиховкин и др., 2022]. Вегетационный сезон 2022 г. был существенно холоднее, чем в предыдущем году (табл. 3). Тем не менее, и в этом случае у части популяции сформировалось полноценное второе поколение. Авторам не удалось оценить, какая часть молодых жуков дала вторую генерацию, так как обследование проводилось только один раз в начале октября, а на палетках одновременно встречались жуки первого и второго родительских поколений. В феромонных ловушках во второй половине июля также встречались жуки двух поколений. Кроме того, по результатам отлова в феромонные ловушки выделить цикл позднего лёта, характерный для второго поколения, также не удалось.

Май 2022 г. был чрезвычайно холодным (табл. 3). Среднесуточные температуры только 23 мая устойчиво перешли 10°С [www.pogodaiklimat.ru/history/26063.htm], и массовый лёт начался поздно, 21–23 мая. Это вполне соответствует известным фактам о начале лёта короеда-типографа при температуре выше 10 °С [Wermelinger, 2004; Маслов, 2010].

Тем не менее, несмотря на то, что вегетационный сезон был существенно холоднее предыдущего, второе поколение формировалось вполне успешно. Это говорит о том, что популяции этого вида устойчиво перешла к комбинированному типу развития, сочетающему моновольтинный и бивольтинный варианты. Переход к бивольтинной модели развития короеда-типографа в Ленинградской области соответствует такому же процессу в Скандинавии [Jönsson et al., 2009; Öhrn, 2012].

Таблица 3

Средняя температура воздуха в Санкт-Петербурге, °С [www.pogodaiklimat.ru/history/26063.htm]

Average air temperature in St. Petersburg, °С [www.pogodaiklimat.ru/history/26063.htm]

Год	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее за V–IX месяцы
2022	4,3	10,0	17,6	19,9	20,6	10,3	8,1	15,7
2021	5,6	12,1	21,4	23,1	16,9	10,2	8,0	16,7
норма	5,2	11,5	16,1	19,1	17,4	12,4	6,2	15,3

Примечание: норма среднемесячной температуры рассчитана за период 1743–2022 гг.

В предыдущей публикации [Селиховкин и др., 2022] высказывалось предположение, что «… данная вспышка массового размножения короеда-типографа будет стремительно развиваться, а в ближайшем будущем можно ожидать ее повторения». Действительно, произошло некоторое расширение территории очагов, однако отнюдь не стремительное развитие. Энергия размножения резко снизилась. Активизировалась деятельность паразитоидов и хищников (при анализе модельных деревьев в 2021 г. они практически не отмечались). Кормовая база использована далеко не полностью. Большие площади ельников, примыкающие к очагам, оказались не затронуты. Вероятно, если в 2023 г. не произойдёт каких-либо природных катаклизмов (ветровалы, резкое повышение температуры и др.), то можно ожидать прекращение расширения очагов и снижение как

плотности популяции, так и численности короеда-типографа на Карельском перешейке. Однако при этом, так же, как и в случае предыдущей вспышки массового размножения в Ленинградской области в 2014–2015 гг., авторы предполагают распространение стволовых вредителей – усачей *Monochamus* spp. и *Tetropium* spp. Кроме того, очевидно, также как и раньше, будут появляться куртины елей, заселённые короедом-типографом. Значимый короедный запас сохранится и, при благоприятных обстоятельствах, вспышка может повториться через короткий промежуток времени. Факторы, способствующие возникновению вспышек размножения короеда-типографа в Ленинградской области, рассматривались ранее [Селиховкин, 2022; Селиховкин и др., 2016, 2018, 2022].

Заключение. Показатели развития короеда-типографа в очагах размножения существенно снизились. Несмотря на некоторое расширение площади очагов и сохранение значительного короедного запаса, можно предполагать завершение вспышки в 2023 г.

Продолжение или повторение вспышки через короткий промежуток времени вероятно при повышении температуры в первой половине вегетационного периода, образовании ветровалов и интенсивном воздействии антропогенных факторов.

В популяции короеда-типографа на Карельском перешейке сформировался комбинированный тип развития, при котором часть популяции развивается по бивольтинному типу, а часть – по моновольтинному. Ранее такое явление в этой географической зоне не наблюдалось. Появление бивольтинности повышает вероятность возникновения масштабных вспышек размножения этого вредителя в ельниках Санкт-Петербурга, Ленинградской области, южной и центральной Карелии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-16-00065, https://rscf.ru/project/21-16-00065/

Библиографический список

Катаев О.А., *Голутвина Л.С.*, *Калинин А.С.* Ветровал в ельниках как среда, способствующая массовому размножению короедов // Экология и защита леса. 1984. Л.: ЛТА. С.4–8.

Катаев О.А., *Осетров А.В.*, *Поповичев Б.Г. и Селиховкин А.В.* Динамика плотности популяций короедов (Coleoptera, Scolytidae) в древостоях, ослабленных природными и антропогенными факторами // Чтения памяти Николая Александровича Холодковского / Ред. С.Ю. Синев. СПб.: Русское энтомологическое общество. 2001. Вып. 54. 82 с.

Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. 2010. Пушкино: ВНИИЛМ. 138 с.

Маслов А.Д., *Матусевич Л.С.* Хроника и основные закономерности массовых размножений короеда-типографа // Лесной вестник. 2023. № 2. С. 47–54.

Селиховкин А.В., *Глебов Р.Н.*, *Магдеев Н.Г.*, *Ахматович Н.А.*, *Поповичев Б.Г.* Оценка роли насекомых и дендропатогенных организмов в усыхании древостоев Ленинградской области и Республики Татарстан // Лесоведение. 2016. № 2. С. 83–95.

Селиховкин А.В., *Ахматович Н.А.*, *Варенцова Е.Ю.*, *Поповичев Б.Г.* Размножение короеда-типографа и других дендропатогенных организмов на Карельском перешейке // Лесоведение. 2018. № 6. С. 426–433.

Селиховкин А.В. Вспышкам массового размножения короедов в лесах России быть! // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: матер. Третьей Всерос. конф. с междунар. участием / под. ред. Ю.Н. Баранчикова. Москва, 11–15 апреля 2022 г. Москва–Красноярск: ИЛ СО РАН. 2022. С. 124–125. DOI: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49576354

Селиховкин А.В., *Мамаев Н.А.*, *Мартирова М.Б.*, *Меркурьев А.С.*, *Поповичев Б.Г.* Новая вспышка массового размножения короеда-типографа в Ленинградской области и её особенности // Энтомологическое обозрение. 2022. № 2. С. 239–251.

Селиховкин А.В., *Меркурьев С.А.*, *Мандельштам М.Ю.*, *Поповичев Б.Г.* Роль вредителей в изменении состояния лесов на северо-западе европейской части России // Лесоведение. 2023. № 3 (в печати).

Шевырёв И.Я. Опустошительное размножение короедов в средней России с 1882 г. по 1894 г. и попытки борьбы с ними // Сельское хозяйство и лесоводство. 1896. № 10. С. 523–545.

Jönsson A.M., *Appelberg G.*, *Harding S.*, *Bärring L.* Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle // Ips typographus. Global Change Biology, 2009. Vol. 15. P. 486–499.

Öhrn P. The spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate – Effects of weather conditions on the biology of *Ips typographus* // Introductory Research Essay. 2012, No. 18. 27 p.

Rudinsky J.A. Ecology of Scolytidae // Annual Review of Entomology. 1962. No. 7. P. 327–348.

Schebeck M., *Dobart N.*, *Ragland G.J.*, *Schopf A.*, *Staufer C.* Facultative and obligate diapause phenotypes in populations of the European spruce bark beetle *Ips typographus* // Journal of Pest Science. 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s10340-021-01416-w

Vité J.P. The European struggle to control *Ips typographus:* Past, Present and Future // Holarctic Ecology. 1989. Vol. 12, no. 4. P. 520–525. DOI: http://www.jstor.org/stable/3682064

Wermelinger B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research // Forest Ecology and Management. 2004. No. 202. P. 67–82.

References

Kataev O.A., *Golutvina L.S*., *Kalinin A.S.* Windfall in spruce forests as an environment conducive to mass reproduction of bark beetles. *Ecology and forest protection*. L.: LTA, 1984, pp. 4–8. (In Russ.)

Kataev O.A., *Osetrov A.V*., *Popovichev B.G. and Selikhovkin A.V*. Population density dynamics of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in forest stands weakened by natural and anthropogenic factors. *Readings in memory of Nikolai Alexandrovich Kholodkovsky*. Ed. S.Yu. Sinev. St. Petersburg: Russian Entomological Society, 2001. Iss. 54. 82 p. (In Russ.)

Maslov A.D. Typographic bark beetle and the drying up of spruce forests. Pushkino: VNIILM, 2010, 138 p. (In Russ.)

Maslov A.D., *Matusevich L.S*. Chronicle and main patterns of mass reproduction of the bark beetle typographer. *Forest Bulletin*, 2023, no. 2, pp. 47–54. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., *Glebov R.N*., *Magdeev N.G*., *Akhmatovich N.A*., *Popovichev B.G.* Assessment of the role of insects and dendropathogenic organisms in the drying of forest stands in the Leningrad region and the Republic of Tatarstan. *Forest science*, 2016, no. 2, pp. 83–95. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., *Akhmatovich N.A*., *Varentsova E.Yu*., *Popovichev B.G.* Reproduction of typographer bark beetle and other dendropathogenic organisms on the Karelian Isthmus. *Forest science*, 2018, no. 6, pp. 426–433. (In Russ.)

Selikhovkin A.V. Outbreaks of mass reproduction of bark beetles in the forests of Russia to be! *Materials of the Third All-Russian Conference with International Participation.* Under. ed. Yu.N. Baranchikov. Moscow, April 11–15, 2022. Moscow–Krasnoyarsk: IL SO RAN, 2022, pp. 124–125. DOI: https://www.elibrary.ru/item.asp ?id=49576354. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., *Mamaev N.A*., *Martirova M.B*., *Merkuriev A.S*., *Popovichev B.G.* A new outbreak of mass reproduction? of the bark beetle-typographer? in the Leningrad region and its features. *Entomological Review*, 2022, no. 2, pp. 239–251. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., *Merkuriev S.A*., *Mandelstam M.Yu*., *Popovichev B.G.* The role of pests in changing the state of forests in the north-west of the European part of Russia. *Forest science*, 2023, no. 3 (in print). (In Russ.)

Shevyrev I.Ya. Devastating reproduction of bark beetles in Central Russia from 1882 to 1894 and attempts to control them. *Agriculture and forestry*, 1896, no. 10, pp. 523–545. (In Russ.)

Jönsson A.M., *Appelberg G*., *Harding S*., *Bärring L.* Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Global Change Biology*, 2009, vol. 15, pp. 486–499.

Öhrn P. The spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate – Effects of weather conditions on the biology of *Ips typographus*. *Introductory Research Essay*, 2012, no 18. 27 p.

Rudinsky J.A. Ecology of Scolytidae. *Annual Review of Entomology*, 1962, no. 7, pp. 327–348.

Schebeck M., *Dobart N*., *Ragland G.J*., *Schopf A*., *Staufer* C. 2021. Facultative and obligate diapause phenotypes in populations of the European spruce bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Pest Science*. DOI: https://doi.org/10.1007/s10340-021-01416-w

Vité J.P. The European struggle to control *Ips typographus*: Past, Present and Future. *Holarctic Ecology*, vol. 12, no. 4, 1989, pp. 520–525. DOI: http://www.jstor.org/stable/3682064

Wermelinger B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 2004, no. 202, pp. 67–82.

Материал поступил в редакцию 24.02.2023

Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Осечкина Т.А., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Динамика состояния популяции короеда-типографа в Ленинградской области в очаге массового размножения // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 184–199. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.243.184-199

Показатели развития короеда-типографа в очагах размножения Рощинского лесничества существенно ухудшились. Средняя энергия размножения в 2022 г. составила 1,5 (в 2021 г. для разных поколений – 6,0 и 4,7). Такие же показатели были характерны для ельников, охваченных вспышкой в 2022 г. при расширении площади очагов. Плотность поселения увеличилась. Короедный запас снизился до 400 тыс. особей на 1 га в очагах 2021 г. и до 1300 тыс. на 1 га в очагах 2022 г. Некоторые модельные деревья погибли в результате исключительно дополнительного питания короеда-типографа, которое проходило по всей площади коры от основания до 5 м в высоту и, возможно, выше. На модельных деревьях отмечено заселение и успешное развитие второго поколения. В некоторых случаях развитие второго поколения происходило одновременно с третьим сестринским поколением, а в других наблюдалось развитие только второго поколения. Показатели развития разных поколений значимо не отличались. Вегетационный сезон 2022 г. был существенно холоднее, чем в предыдущем году. Тем не менее, второе поколение так же, как и в 2021 г., вполне успешно сформировалось. Популяция короеда-типографа устойчиво перешла к комбинированному типу развития, сочетающему моновольтинный и бивольтинный варианты. Ранее такое явление в этой географической зоне не наблюдалось. Переход к бивольтинной модели развития короеда-типографа в Ленинградской области соответствует такому же процессу, происходящему в Скандинавской популяции короеда-типографа. Появление бивольтинности повышает вероятность возникновения масштабных вспышек размножения этого вредителя. Несмотря на некоторое расширение площади очагов, можно предполагать завершение вспышки в 2023 г. Однако продолжение или повторение вспышки через короткий промежуток времени вероятно при повышении температуры в первой половине вегетационного периода, образовании ветровалов и интенсивном воздействии антропогенных факторов.

Ключевые слова: короед-типограф, вспышка массового размножения, плотность поселения, генерации.

Selikhovkin A.V., Popovichev B.G., Osechkina T.A., Mamaev N.A., Martirova M.B. Dynamics of the state of the population of the European spruce bark beetle in Leningrad region in the outbreak foci. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2023, iss. 244, pp. 184–199 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.184-199

The indicators of the development of the European spruce bark beetle in the outbreak foci of the Roshchinsky forestry have deteriorated significantly. The average energy of reproduction in 2022 was 1.5 (in 2021 for different generations – 6.0 and 4.7). The same indicators were typical for the spruce forests covered by the outbreak in 2022 with the expansion of the area of the outbreaks. The population density has increased. The bark beetle stock decreased to 400 thousand individuals/ha in the 2021 outbreaks and to 1300 thousand/ha in the 2022 outbreaks high and possibly higher. Some model trees died as a result of exclusively additional feeding of the European spruce bark beetle, which passed through the entire area of the bark from the base to 5 m in height and, possibly, higher. The colonization and successful development of the second generation are marked on the model trees. In some cases, the development of the second generation occurred simultaneously with the third sister generation, while in others only the development of the second generation was observed. The development indicators of different generations did not differ significantly. The 2022 growing season was significantly colder than the previous year. Nevertheless, the second generation, as well as in 2021, has been quite successfully formed. Populations of the European spruce bark beetle steadily switched to a development combining monovoltine and bivoltine variants. Previously, such a phenomenon in this geographical area was not observed. The transition to the bivoltine model of development of the typographic bark beetle in the Leningrad region corresponds to the same process taking place in the Scandinavian population of the European spruce bark beetle. The appearance of bivoltinity increases the likelihood of large-scale outbreaks of reproduction of this pest. Despite some expansion of the area of foci, it can be assumed that the outbreak will end in 2023. However, continuation or recurrence of the outbreak after a short period of time is likely with an increase in temperature in the first half of the growing season, the formation of windblows, and the intense impact of anthropogenic factors.

K e y w o r d s : the European spruce bark beetle, outbreak of reproduction, population density, generations.

СЕЛИХОВКИН Андрей Витимович – заведующий кафедрой защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор биологических наук, профессор. SPIN-код: 9339-4978. ORCID: 0000-0003-4227-9647.

194024, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.selikhovkin@mail.ru

SELIKHOVKIN Andrey V. – DSc (Biological), Professor, Head of the Department of Forest Protection, Timber Science and Hunting, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 9339-4978. ORCID: 0000-0003-4227-9647.
194024. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: a.selikhovkin@mail.ru

ПОПОВИЧЕВ Борис Георгиевич – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имтуb С.М. Кирова, кандидат биологических наук.
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

POPOVICHEV Boris G. – DSc (Biological), Associate Professor, St.Petersburg State Forest Technical University.
194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia.

ОСЕЧКИНА Татьяна Алексеевна – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат физико-математических наук.
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

OSECHKINA Tatyana A. – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, St. Petersburg State Forest Technical University.
194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia.

МАМАЕВ Никита Андреевич – лаборант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. ORCID: 0000-0003-2797-6348. Researcher ID: 57218377632.
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

MAMAEV Nikita A. – Laboratory assistant, St.Petersburg State Forest Technical University. ORCID: 0000-0003-2797-6348. Researcher ID: 57218377632.
194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia.

МАРТИРОВА Мария Борисовна – специалист по УМР Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. ORCID: 0000-0002-8576-5226. Researcher ID: 57869903900.
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

MARTIROVA Maria B. – Specialist in educational and methodical work. St. Petersburg State Forest Technical University. ORCID: 0000-0002-8576-5226. Researcher ID: 57869903900.
194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia.