

# Феромониторинг жуков-усачей рода *Monochamus* в различных особо охраняемых природных территориях Республики Карелии

С.Н. ЛЯБЗИНА<sup>1,4</sup>, А.А. ЧАЛКИН<sup>2</sup>, Е.В. СИНИЦЫНА<sup>3</sup>,  
О.В. СИНКЕВИЧ<sup>4</sup>, О.А. ДОНСКОЙ<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

<sup>2,3,5</sup> ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия

<sup>1,4</sup> Карельский филиал ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

<sup>1</sup> ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petrsu.ru

<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru

<sup>3</sup> ORCID 0000-0002-6314-3151,

e-mail: katesinitsyna@gmail.com

<sup>4</sup> ovbio@mail.ru

<sup>5</sup> dos20343@gmail.com

## АННОТАЦИЯ

Представлены результаты 4-летних (2018–2021 гг.) исследований усачей рода *Monochamus* Dejean, 1821 в биоценозах пяти основных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Карелии: заповедников «Кивач» и «Костомукшский», национальных парков «Водлозерский», «Паанаярви» и «Ладожские шхеры». Отлов жуков проводили с помощью феромонных ловушек производства ФГБУ «ВНИИКР». Для синтеза агрегационного феромона использовали смесь, состоящую из следующих компонентов: 2-ундецилоксиэтан-1-ол (I) (монохамол), ипсенол (II), ипсдиенол (III), 2-метил-3-бутен-1-ол (IV), альфа-пинен (V) и вербенон (VI). Черные усачи рода *Monochamus* обнаружены во всех изученных ООПТ. К широко распространенным видам относятся *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) и *M. galloprovincialis* (Olivier, 1795), которые обильно встречаются по всей республике, включая Крайний Север. Выявлено преобладание взрослых особей *M. sartor urussovii* (Fischer von Waldheim, 1806) и *M. sutor* в хвойных насаждениях, а *M. galloprovincialis* в лиственных лесах. Наибольшее количество личинок усачей рода *Monochamus* отмечено в сосняке зеленомошном. Все обнаружения зафиксированы на поваленных хвойных деревьях – сосне (*Pinus sylvestris*) и ели (*Picea abies*), где они наиболее часто локализовались в комлевой части. Лёт жуков начинается с конца мая и заканчивается в сентябре. Пик их активности отмечен с середины июля.

**Ключевые слова.** Феромоны насекомых, жуки-усачи рода *Monochamus*, защита леса, карантинный объект, фитосанитарное состояние, ООПТ.

# Pheromonitoring of longhorn beetles of the genus *Monochamus* in various specially protected natural territories of the Republic of Karelia

S.N. LYABZINA<sup>1,4</sup>, A.A. CHALKIN<sup>2</sup>, E.V. SINITSYNA<sup>3</sup>,  
O.V. SINKEVICH<sup>4</sup>, O.A. DONSKOY<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

<sup>2,3,5</sup> FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia

<sup>1,4</sup> Karelian branch of FGBU "VNIICR", Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

<sup>1</sup> ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petrsu.ru

<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru

<sup>3</sup> ORCID 0000-0002-6314-3151,

e-mail: katesinitsyna@gmail.com

<sup>4</sup> ovbio@mail.ru

<sup>5</sup> dos20343@gmail.com

## ABSTRACT

The results of 4-year (2018–2021) studies of *Monochamus* Dejean, 1821 longhorn beetles in the biocenoses of five main specially protected natural areas (SPNA) of Republic of Karelia are presented: reserves "Kivach" and "Kostomukshsky", national parks "Vodlozersky", "Paanayarvi" and "Ladoga skerries". Beetles were caught using pheromone traps manufactured by FGBU "VNIICR". To synthesize the aggregation pheromone, a mixture consisting of the following components was used: 2-undecyloxyethane-1-ol (I) (monochamol), ipsenol (II), ipsdienol (III), 2-methyl-3-butene-1-ol (IV), alpha-pinene (V) and verbenone (VI). Beetles of the genus *Monochamus* were found in all studied protected areas. Widespread species include *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) and *M. galloprovincialis* (Olivier, 1795), which are abundant throughout the republic, including the Far North. The predominance of adult individuals of *M. sartor urussovii* (Fischer von Waldheim, 1806) and *M. sutor* in coniferous plantations, and *M. galloprovincialis* in deciduous forests was revealed. The largest number of *Monochamus* larvae was observed in the green moss pine forest. All detections were recorded on fallen coniferous trees – pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*), where they were most often localized in the butt end. The beetle flight is from late May till September. The peak of their activity has been marked since mid-July.

**Key words.** Insect pheromones, longhorn beetles of the genus *Monochamus*, forest protection, quarantine pest, phytosanitary situation, protected areas.

## ВВЕДЕНИЕ



ерные усачи рода *Monochamus* наряду с другими ксилобионтами имеют особое значение для лесного хозяйства, являясь вредителями древесины. Например, в последние годы они причастны к деградациям еловых насаждений на юге Красноярского края (Tatarintsev et al., 2021). Этот род жуков относится к объектам внутреннего карантина на территории РФ, являясь переносчиком сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 (Кулинич и др., 2017). Родиной нематоды считается Северная Америка, откуда она была занесена в Азию, а затем и в Португалию, где патоген обнаружили в 1999 г. (Mota et al., 1999), позже *B. xylophilus* выявили в Испании (Abelleira et al., 2011), где патоген вызывал массовую гибель сосновых древостоев (de la Fuente et al., 2018).

На территории Карелии, как и на всей территории РФ, сосновая стволовая нематода в настоящее время не отмечена, но встречается близкородственный вид *Bursaphelenchus mucronatus* (Mamiya & Enda, 1979), который периодически регистрируют в деревянной транспортировочной таре и в некоторых ООПТ (в биосферных заповедниках «Кивач» и национального парка «Водлозерский») (Зинников и др., 2010; Чалкин и др., 2021). Этот гельминт также может вызывать wilt хвойных, особенно при совместном заражении с патогенными бактериями (Рысс, Чернецкая, 2009). Нематоды локализуются в трахеях усача в большом количестве и передаются здоровому дереву при дополнительном питании жука (Schroeder, 2019).

На сегодняшний день 6 видов рода *Monochamus* включены в Единый перечень карантинных объектов как ограниченно распространенные на территории Евразийского экономического союза. Несмотря на строгие правила импорта и фитосанитарные меры, в мире ежегодно фиксируются новые места локализации патогена *B. xylophilus* с серьезными экологическими и экономическими последствиями (Kong et al., 2021). Все это обуславливает требование особого мониторинга жуков рода *Monochamus* на лесопокрываемых территориях в мире и в Российской Федерации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В течение полевых сезонов 2018–2021 гг. исследования проводили в пяти ООПТ Республики Карелии: национальных парках «Паанаярви», «Водлозерский», «Ладожские шхеры» и заповедниках «Костомукшский», «Кивач». Все исследуемые территории расположены в различных районах республики и имеют уникальные природные особенности. Национальный парк «Паанаярви» находится на Крайнем Севере вблизи Северного полярного круга и с запада граничит с финским национальным парком «Оуланка». Заповедник «Костомукшский» также совместно с национальным парком «Дружба» Финляндской Республики образует общую природоохранную территорию. Площадь национального парка «Водлозерский» включает 2 региона Северо-Запада: Республику Карелию и Архангельскую область. Природный государственный заповедник «Кивач» – одна из старейших

## INTRODUCTION

being wood pests, beetles of the genus *Monochamus*, along with other xylobionts, are of particular importance for forestry. For example, in recent years they have been involved in the degradation of spruce stands in the south of Krasnoyarsky Krai (Tatarintsev et al., 2021). This genus of beetles belongs to the objects of internal quarantine on the territory of the Russian Federation, being a carrier of the pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 (Kulinich et al., 2017). The nematode is considered to be native to North America, from where it was introduced to Asia, and then to Portugal, where the pathogen was detected in 1999 (Mota et al., 1999), later *B. xylophilus* was identified in Spain (Abelleira et al., 2011), where the pathogen caused mass death of pine stands (de la Fuente et al., 2018).

On the territory of Karelia and the entire territory of the Russian Federation, pine wood nematode is currently not registered, but there is a closely related species *Bursaphelenchus mucronatus* (Mamiya & Enda, 1979), which is periodically recorded in a wooden shipping container, and in some protected areas (community Kivach Nature Reserve and National Park “Vodlozersky”) (Sennikov et al., 2010; Chalkin etc., 2021). This helminth can also cause coniferous wilt, especially when co-infected with pathogenic bacteria (Ryss, Chernetskaya, 2009). Nematodes are localized in the trachea of the beetle in large numbers and are transmitted to a healthy tree with additional nutrition of the beetle (Schroeder, 2019).

To date, 6 species of the genus *Monochamus* are included in the Common List of Quarantine Objects as limitedly present in the territory of the Eurasian Economic Union. Despite strict import regulations and phytosanitary measures, new locations of pathogen *B. xylophilus* are recorded annually in the world with serious environmental and economic consequences (Kong et al., 2021). All this leads to the requirement of special monitoring of beetles of the genus *Monochamus* in forested areas in the world and in the Russian Federation.

## MATERIAL AND METHODS

During the 2018–2021 field seasons, studies were conducted in five protected areas of the Republic of Karelia: national parks “Paanajarvi”, “Vodlozersky”, “Ladozha skerries” and nature reserves “Kostomukshsky”, “Kivach”. All the studied territories are located in different regions of the republic and have unique natural features. The Paanajarvi National Park is located in the Far North near the Arctic Circle and borders on the Finnish Oulanka National Park from the west. The Kostomukshsky Nature Reserve also forms a common nature conservation area together with the Druzhba National Park of the Republic of Finland. The area of the Vodlozersky National Park includes 2 regions of the Northwest: the Republic of Karelia and Arkhangelsk Oblast. The Kivach Nature Reserve is one of the oldest protected areas in Karelia, it includes all the variety of landscapes characteristic of the middle taiga.

охраняемых территорий в Карелии, он включает в себя все многообразие ландшафтов, характерных для средней тайги.

Отлов имаго жуков производился с помощью феромонных ловушек барьерно-вороночного типа с использованием комплектов с синтетическим агрегационным феромоном производства ФГБУ «ВНИИКР», личинок под корой усыхающих деревьев собирали вручную. Барьерно-вороночные ловушки размещали в смешанном (березняк разнотравный) и хвойных лесах двух типов (сосняк зеленомошный, ельник черничный) в соответствии с инструкцией применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», из расчета 1 ловушка на 1 га.

В качестве синтетического агрегационного феромона использовали смесь, состоящую из следующих шести химических компонентов (рис. 1): 2-ундецилоксиэтан-1-ол (I) (монохамол), ипсенол (II), ипсдиенол (III), 2-метил-3-бутен-1-ол (IV), альфа-пинен (V) и вербенон (VI).

Полученную смесь применяли в диспенсере, представляющем собой пакет из буфлена размером 8 × 5 см, разделенный на 2 части термосварочным швом. Нижняя и верхняя части диспенсеров соединены хлопковой нитью. В нижней части диспенсера находится носитель из фильтровальной бумаги, пропитанный смесью и обернутый хлопковой нитью, а также отверстие для крепления диспенсера. В верхней части диспенсера находится свободный конец хлопковой нити и линия отреза.

Изучение сезонной активности и фенологических особенностей усачей проводили в заповеднике «Кивач», для этого ловушки выставляли с мая по сентябрь в трех различных биотопах заповедника (рис. 2). Биотоп ельник черничный (ЕЧ), расположенный на северной границе поселка Кивач, отличается наличием локального ветровала возрастом 4–6 лет, где находятся как сложенные, так и вываленные ели обыкновенные (*Picea abies*) и сибирские (*P. obovata*) возрастом 100–150 лет. Березняк разнотравный (БР) представлен ненарушенным участком леса площадью 1,7 га с преобладанием березы 90–100 лет. Сосняк зеленомошный (СЗ) – бор возрастом около 150 лет, через который проходит линия электропередачи, где в 2020 г. проводились мероприятия

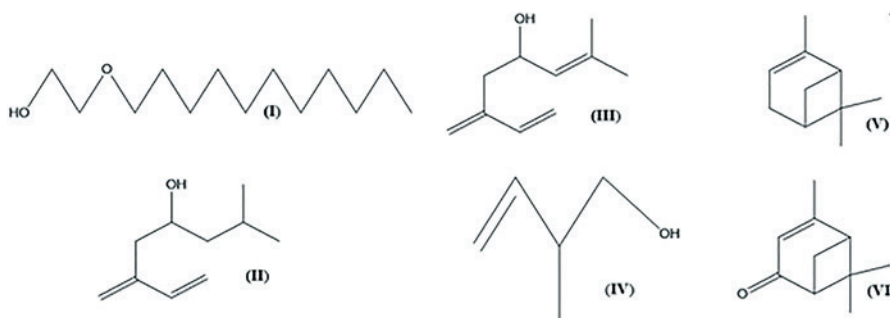


Рис. 1. Компоненты агрегационного феромона жуков-усачей рода *Monochamus* производства ФГБУ «ВНИИКР»: 2-ундецилоксиэтан-1-ол (I) (монохамол), ипсенол (II), ипсдиенол (III), 2-метил-3-бутен-1-ол (IV), альфа-пинен (V), вербенон (VI) (ориг.)

Fig. 1. Components of the aggregation pheromone of the longhorn beetles of the genus *Monochamus* of FGBU «VNIICR»: 2-undecyloxyethane-1-ol (I) (monochamol), ipsenol (II), ipsdienol (III), 2-methyl-3-butene-1-ol (IV), alpha-pinene (V), verbenone (VI) (orig.)

Имаго жуков были пойманы с помощью барьерно-ворончатых феромонных ловушек с использованием комплектов с синтетическим агрегационным феромоном, произведенным ФГБУ «ВНИИКР», личинок собирали вручную под корой усыхающих деревьев. Барьерно-ворончатые ловушки размещали в смешанных (березняк разнотравный) и хвойных лесах двух типов (сосняк зеленомошный, ельник черничный) в соответствии с инструкцией по применению феромонов ФГБУ «ВНИИКР», в соотношении 1 ловушка на 1 га.

Смесь, состоящую из следующих шести химических компонентов, использовали в качестве синтетического агрегационного феромона (рис. 1): 2-ундецилоксиэтан-1-ол (I)

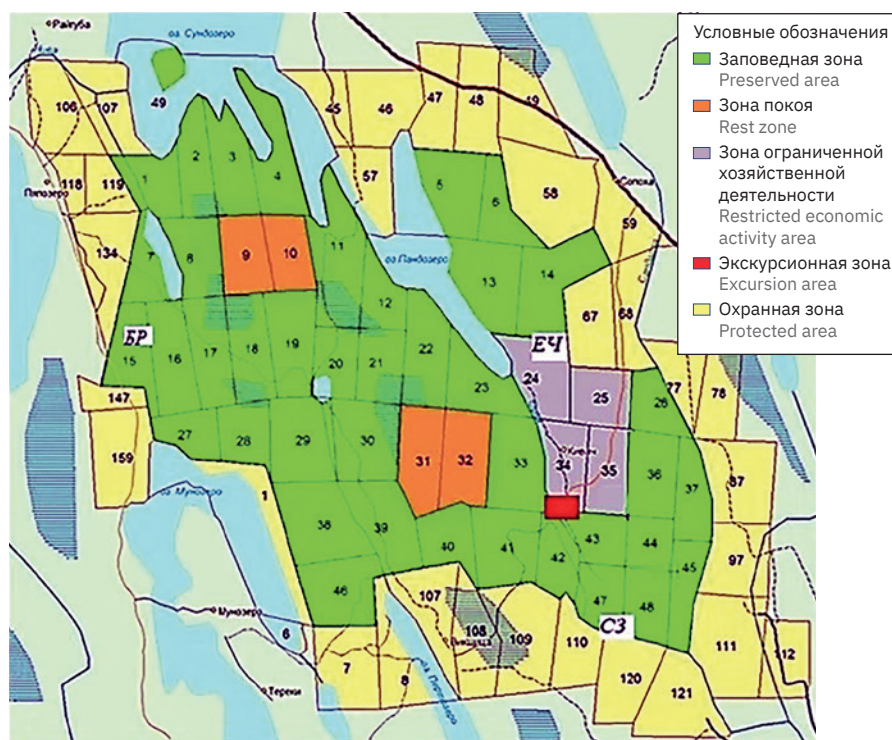


Рис. 2. Места установки феромонных ловушек на территории заповедника «Кивач» (оригинал схемы: <https://zapkivach.ru>)

Fig. 2. Places with exposed pheromone traps on the territory of the Kivach Nature Reserve (original scheme: <https://zapkivach.ru>)





Рис. 3. Самка большого черного елового усача *Monochamus sartor urussovii* (фото А.А. Чалкина)

Fig. 3. Female of *Monochamus sartor urussovii* (photo by A.A. Chalkin)

по расчистке, в связи с чем в течение сезона в непосредственной близости к ловушке находились порубочные остатки хвойных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследуемых охраняемых территориях Карелии зарегистрировано 3 вида черных усачей рода *Monochamus*: черный сосновый *M. galloprovincialis*, малый черный еловый *M. sutor* и большой черный еловый *M. sartor urussovii*. Все они относятся к транспалеарктическим видам (Schroeder, 2019).

Жуки рода *Monochamus* имеют крупные размеры и схожи друг с другом (рис. 3). Основным отличием является наличие опушения срединной полосы на щитке.

Самое широкое распространение в Карелии имеют 2 вида – малый черный еловый (*M. sutor*) и черный сосновый (*M. galloprovincialis*) усачи, которые обильно встречаются по всей республике, включая Крайний Север (рис. 4). Встречаемость большого черного елового усача (*M. sartor urussovii*) в республике невысокая. Известно, что во многих регионах его низкая численность объясняется отсутствием сухостоев и своевременными рубками ухода (Исаев и др., 1988).

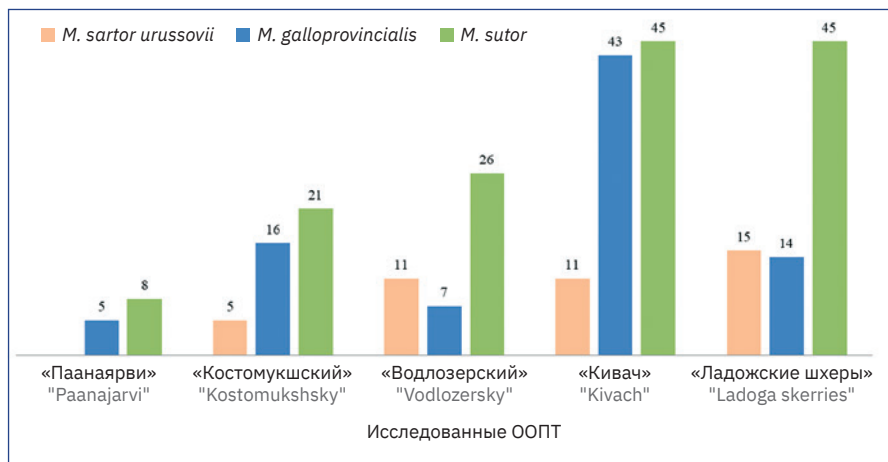


Рис. 4. Количество имаго усачей рода *Monochamus*, отловленных в исследуемых ООПТ Республики Карелии, шт.

Fig. 4. The number of imagoes of the genus *Monochamus* caught in the studied protected areas of the Republic of Karelia, pcs.

(monochamol), ipsenol (II), ipsdienol (III), 2-methyl-3-butene-1-ol (IV), alpha-pinene (V) and verbenone (VI).

The resulting mixture was used in a dispenser, which is an 8 × 5 cm buff bag, divided into 2 parts by a heat-welding seam. The lower and upper parts of the dispensers are connected by cotton thread. At the bottom of the dispenser there is a carrier made of filter paper soaked with a mixture and wrapped with cotton

**Таблица 1**

**Встречаемость имаго усачей рода *Monochamus* в исследуемых биотопах заповедника «Кивач» на 1 га, шт.**

**Table 1**

**The occurrence of imagoes of the genus *Monochamus* in the studied biotopes of the Kivach Nature Reserve on 1 ha, pcs.**

Вид Species	Биотопы исследования Studied biotopes		
	Сосняк зеленомошный (СЗ) Green moss pine forest (PM)	Ельник черничный (ЕЧ) Blueberry spruce forest (BS)	Березняк разнотравный (БР) Mixed-grass birch forest (MB)
<i>M. galloprovincialis</i>	6	5	15
<i>M. sartor urussovii</i>	4	2	1
<i>M. sutor</i>	15	19	4
Всего Total	25	26	20

**Таблица 2**

**Встречаемость личинок усачей рода *Monochamus* под корой хвойных пород деревьев в исследуемых биотопах заповедника «Кивач», шт.**

**Table 2**

**The occurrence of *Monochamus* larvae under the bark of coniferous trees in the studied biotopes of the Kivach Nature Reserve, pcs.**

Вид Species	Биотопы исследования Biotopes research		
	Сосняк зеленомошный (СЗ) Green moss pine forest (PM)	Ельник черничный (ЕЧ) Blueberry spruce forest (BS)	Березняк разнотравный (БР) Mixed-grass birch forest (MB)
<i>M. galloprovincialis</i>	25	14	4
<i>M. sartor urussovii</i>	6	5	0
<i>M. sutor</i>	20	24	1
Всего Total	51	43	5

Усачи обнаружены во всех исследуемых биотопах, но с разной плотностью. В сосняке и ельнике количество отловленных усачей было выше, т. к. здесь сосредоточено наибольшее количество ослабленных ветровалом деревьев. В смешанном лесу на площади 1 га отмечена наибольшая плотность черного соснового усача (*M. galloprovincialis*) (табл. 1). Встречаемость этого усача в березняке значительно отличается от сосняка (и тем более от ельника): ( $\chi^2 > 3,9$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,02$ ). Вероятно, присутствие этого вида в таких биотопах связано с дополнительным питанием и активным расселением. Напротив, малый черный еловый усач (*M. sutor*) чаще попадался в ловушки, размещенные в сосновом лесу ( $\chi^2 > 6,4$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,006$ ), чем в смешанном. Наибольшая его плотность на 1 га отмечена в ельнике черничном.

Личинки *Monochamus* были отмечены под корой хвойных деревьев во всех исследованных биотопах (табл. 2). Чаще всего их обнаруживали

thread, as well as a hole for attaching the dispenser. At the top of the dispenser is the free end of the cotton thread and the cut line.

The study of seasonal activity and phenological features of beetles was carried out in the Kivach Nature Reserve, for this purpose traps were exposed from May to September in three different biotopes of the reserve (Fig. 2). The biotope blueberry spruce forest (BS), located on the northern border of the village of Kivach, is distinguished by the presence of a local wind age of 4–6 years, where there are both broken and fallen common spruce (*Picea abies*) and Siberian (*P. obovata*) aged 100–150 years. The mixed-grass birch forest (MB) is represented by an undisturbed forest area of 1.7 hectares with a predominance of birch 90–100 years old. The green moss pine forest (PM) is a forest about 150 years old, through which the power line passes, where clearing measures were carried out in 2020, and therefore, during the season, the felling remains of coniferous pine trees (*Pinus sylvestris*) were in close proximity to the trap.

## RESULTS AND DISCUSSION

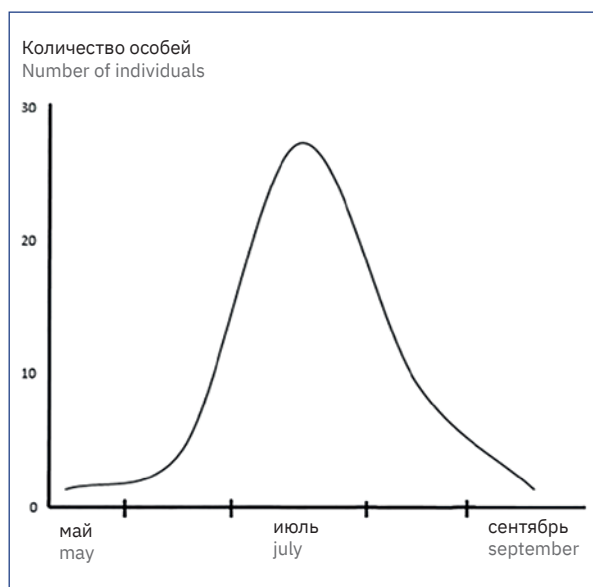
Three *Monochamus* species have been registered in the studied protected areas of Karelia: *M. galloprovincialis*, *M. sutor* and *M. sartor urussovii*. All of them belong to transpalearctic species (Schroeder, 2019).

Beetles of the genus *Monochamus* are large and similar to each other (Fig. 3). The main external difference is the presence

of pubescence of the median strip on the shield.

The most widespread in Karelia are 2 species – *M. sutor* and *M. galloprovincialis*, which are abundant throughout the republic, including the Far North (Fig. 4). The occurrence of *M. sartor urussovii* in the republic is low. It is known that in many regions its low number is explained by the lack of dead wood and timely logging of care (Isaev et al., 1988).

Longhorn beetles were detected in all the studied biotopes, but with different densities. In the pine and spruce forests, the number of caught beetles was higher, because the largest number of trees weakened by windfall is concentrated here. In a mixed forest on an area of 1 ha, the highest density of *M. galloprovincialis*



**Рис. 5. Динамика активности лёта имаго *Monochamus sutor* в заповеднике «Кивач»**  
**Fig. 5. Dynamics of summer activity of the imago *Monochamus sutor* in the Kivach Nature Reserve**

в нижней трети дерева. Продолжительность развития личинок черных усачей под корой в естественных условиях составляет от одного до трех лет, однако обычно занимает 2 года (Исаев и др., 1988). На зимовку они залегают непосредственно под корой или уходят в древесину не глубже 5 мм (Павлов, 2009).

Развиваясь в древесине, личинки черных усачей являются опасными техническими вредителями и могут повреждать лесоматериалы хвойных пород деревьев в период заготовки и хранения. В Северо-Западном регионе плотность поселения личинок в лесу невысокая – от 0,375 до 0,089 шт/дм<sup>3</sup>; участвуя в разложении древесины, они перерабатывают около 6% от общего объема (Павлов, 2009).

Весной вылет жуков рода *Monochamus* в заповеднике «Кивач» происходит в 3-ю декаду мая, а заканчивается их лёт в конце сентября (рис. 5). В северных районах Карелии лёт начинается на 2 недели позже.

Пик активности приходится на теплый период лета – 2-ю и 3-ю декады июля. Аналогичные сроки активности имаго усачей отмечают в различных регионах (Исаев и др., 1988; Шаповалов, 2012). Потенциальная продолжительность жизни имаго – около трех с половиной месяцев, однако в естественных условиях в большинстве случаев она составляет не более 57 дней (Исаев и др., 1988). Температура воздуха и количество осадков могут существенно влиять на лёт и развитие жуков. Отмечено, что в дождливое и прохладное лето заселение древесины усачами рода *Monochamus* происходит гораздо хуже, чем в засушливые годы, а в период пожаров, наоборот, наблюдаются их вспышки (Середич и др., 2020). Дожди и похолодание задерживают выход жуков из кукольных колыбелек и резко снижают активность уже вышедших особей. Наибольшая их активность наблюдается при температуре 22–27 °C, а свыше 28 °C лёт прекращается (Павлов, 2009).

was noted (Table 1). The occurrence of this beetle in birch significantly differs from pine (and even more so from spruce): ( $\chi^2 > 3,9$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,02$ ). Probably, the presence of this species in such biotopes is associated with additional nutrition and active settlement. On the contrary, *M. sutor* was more often caught in traps placed in a pine forest ( $\chi^2 > 6,4$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,006$ ) than in a mixed forest. Its greatest density per 1 ha is noted in the blueberry spruce forest.

*Monochamus* larvae have been observed under the bark of coniferous trees in all studied biotopes (Table 2). Most often they were found in the lower third of the tree. The duration of development of *Monochamus* larvae under the bark under natural conditions ranges from one to three years, but usually takes 2 years (Isaev et al., 1988). For the winter, they lie directly under the bark or go into the wood no deeper than 5 mm (Pavlov, 2009).

Developing in wood, *Monochamus* larvae are dangerous technical pests and can damage coniferous wood during harvesting and storage. In the North-Western region, the density of larvae settlement in the forest is low – from 0.375 to 0.089 pcs/dm<sup>3</sup>; participating in the decomposition of wood, they process about 6% of the total volume (Pavlov, 2009).

In spring, the flight of beetles of the genus *Monochamus* in the Kivach Nature Reserve occurs in the 3<sup>rd</sup> week of May, and their flight ends at the end of September (Fig. 5). In the northern regions of Karelia, the summer begins 2 weeks later.

The peak of activity falls on the warm period of summer – the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> weeks of July. Similar periods of activity of imagoes are noted in various regions (Isaev et al., 1988; Shapovalov, 2012). The potential life expectancy of an imago is about three and a half months, but in natural conditions in most cases it is no more than 57 days (Isaev et al., 1988). Air temperature and precipitation can significantly affect the flight and development of beetles. It is noted that in rainy and cool summers, the colonization of wood by *Monochamus* beetles occurs much worse than in dry years, and in the period of fires, on the contrary, their outbreaks are observed (Seredich et al., 2020). Rains and cold snap delay the exit of beetles from pupal cradles and sharply reduce the activity of already released individuals. Their greatest activity is observed at a temperature of 22–27 °C, and ceases over 28 °C for years (Pavlov, 2009).

## CONCLUSION

Longhorn beetles of the genus *Monochamus* are detected throughout the territory of Karelia, and their greatest number is noted in the middle and southern parts of the republic. In the studied mixed (birch) and coniferous (pine, spruce) forest biocenoses, the density of *Monochamus* beetles is different. In places with an increased concentration of weakened trees (in pine and spruce forests), a high abundance of *M. sutor* and *M. sartor urussovii* was noted. A high density of *M. galloprovincialis* was found for deciduous forests. The beetle flight is from late May till September. The peak of their activity was noted in the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> weeks of July. The largest



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усачи рода *Monochamus* встречаются по всей территории Карелии, и наибольшее их число отмечено в средней и южной частях республики. В исследуемых смешанном (березняк) и хвойных (сосновые, еловые) лесных биоценозах плотность усачей рода *Monochamus* различная. В местах с повышенной концентрацией ослабленных деревьев (в сосняке и ельнике) отмечена высокая численность *M. sutor* и *M. sartor urusovii*. Для лиственных лесов выявлена высокая плотность *M. galloprovincialis*. Лёт жуков начинается с конца мая и заканчивается в сентябре. Пик их активности отмечен в 2-й и 3-й декадах июля. Наибольшее количество личинок усачей рода *Monochamus* отмечено в сосняке зеленомошном, где они локализовались на поваленных деревьях.

Проведенное исследование подтверждает эффективность применения феромонов усачей рода *Monochamus* производства ФГБУ «ВНИИКР» для отлова этих насекомых-ксилофагов в различных лесных ценозах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зинников Д., Морозов Д., Кухарева А., 2010. Экспертиза на выявление древесных нематод в Республике Карелия. – Защита и карантин растений, № 6: 46–47.
2. Исаев А., Рожков А., Киселев В. Черный пихтовый усач *Monochamus urusovi* (Fisch.). – Новосибирск: ГУП «Академический научно-издательский производственно-полиграфический и книгораспространительский центр РАН «Издательство «Наука». Обособленное подразделение «Сибирская издательская фирма «Наука», 1988, 272 с.
3. Кулинич О., Козырева Н., Арбузова Е., 2017. Сосновая стволовая нематода как угроза хвойным насаждениям России. – Лесохозяйственная информация, № 3: 50–66.
4. Павлов В. Лесохозяйственное значение усачей рода *Monochamus* на Северо-Западе РФ / автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: Гос. лесотехн. академия им. С.М. Кирова. – СПб., 2009, 21 с.
5. Рысс А., Чернецкая А., 2009. Цикл развития *Bursaphelenchus mucronatus* (Mamiya & Enda, 1979) (Nematoda: Aphelenchida). – Паразитология, 43 (3): 206–224.
6. Середич М., Ярмолевич В., Кухта В., 2020. Скрининг биологических препаратов для защиты заготовленной древесины от усачей рода *Monochamus* Dejean, 1821 (Coleoptera: Cerambycidae) (с. 306–307). В кн.: Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева). СПб., 452 с.
7. Чалкин А., Зинников Д., Лябзина С., Синкевич О., 2021. Вредители и болезни лесных биоценозов особо охраняемых природных территорий Республики Карелии. – Фитосанитария. Карантин растений, № 2: 9–19.
8. Шаповалов А. Жуки-усачи (Coleoptera, Cerambycidae) Оренбургской области: фауна, распространение, биология. Труды Оренбургского отделения Русского энтомологического общества. Выпуск 3. – Оренбург, 2012, 221 с.
9. Abelleira A., Picoaga A., Mansilla J., Aguin O., 2011. Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, Causal Agent of Pine Wilt Disease on *Pinus pinaster* in Northwestern Spain. – Plant Disease, 95 (6): 776.
- number of *Monochamus* larvae was noted in the green moss pine forest, where they were localized on fallen trees.
- The conducted research confirms the effectiveness of the use of pheromones of *Monochamus* longhorn beetles produced by the FGBU “VNIICR” for catching these xylophagous insects in various forest cenoses.

## REFERENCES

1. Zinnikov D., Morozov D., Kukhareva A. Examination for the detection of tree nematodes in the Republic of Karelia [Ekspertiza na vyvavleniye drevesnykh nematod v Respublike Kareliya]. *Plant Health and Quarantine*, 2010; 6: 46–47 (in Russian).
2. Isaev A., Rozhkov A., Kiselev V. *Monochamus urusovi* (Fisch.). Novosibirsk: State Unitary Enterprise “Academic Research and Publishing Production, Printing and Book Distribution Center of the Russian Academy of Sciences” Publishing House “Nauka”. Separate subdivision “Siberian publishing company “Nauka”, 1988, 272 p. (in Russian).
3. Kulnich O., Kozyreva N., Arbuzova E. The Pine Wood Nematode as a Threat to Conifer Forests in Russia [Sosnovaya stvolovaya nematoda kak ugroza khvoynym nasazhdeniyam Rossii]. *Forestry Information*, 2017; 3: 50–66 (in Russian).
4. Pavlov V. Forestry value of longhorn beetles of the genus *Monochamus* in the North-West of the Russian Federation / Abstract of the thesis. ... Candidate of Agricultural Sciences: State forest engineering academy. CM. Kirov. SPb., 2009, 21 p. (in Russian).
5. Ryss A., Chernetskaya A. Development cycle of *Bursaphelenchus mucronatus* (Mamiya & Enda, 1979) (Nematoda: Aphelenchida) [Tsikl razvitiya *Bursaphelenchus mucronatus*]. *Parasitology*, 2009; 43 (3): 206–224 (in Russian).
6. Seredich M., Yarmolovich V., Kukhta V. Screening of biological preparations for the protection of harvested wood from longhorn beetles of the genus *Monochamus* Dejean, 1821 (Coleoptera: Cerambycidae) (p. 306–307) [Skrining biologicheskikh preparatov dlya zashchity zagotovlennoy drevesiny ot usachey roda *Monochamus*]. In: Dendrobiont invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems (XI Readings in memory of O.A. Kataev). SPb, 2020; 452 p. (in Russian).
7. Chalkin A.A., Zinnikov D.F., Lyabzina S.N., Sinkevich O.V. Pests and diseases of forest biocenoses of specially protected natural areas of the Republic of Karelia [Vrediteli i bolezni lesnykh biotsenozov osobokhranyayemykh prirodnikh territoriy Respubliki Karelii]. *Plant Health and Quarantine*, 2021; (2): 9–19 (in Russian).
8. Shapovalov A. Longhorn beetles (Coleoptera, Cerambycidae) of Orenburg Oblast: fauna, distribution, bionomy. Proceedings of the Orenburg branch of the Russian Entomological Society. Issue 3. Orenburg, 2012, 221 p. (in Russian).
9. Abelleira A., Picoaga A., Mansilla J., Aguin O. Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, Causal Agent of Pine Wilt Disease on *Pinus pinaster* in Northwestern Spain. *Plant Disease*, 2011; 95 (6): 776.

10. De la Fuente B., Saura S., Beck P., 2018. Predicting the spread of an invasive tree pest: the pine wood nematode in Southern Europe. – *Journal of applied ecology*, 55 (5): 2374–2385.

11. Kong Q., Ding X., Chen Y., Ye J., 2021. Comparison of Morphological Indexes and the Pathogenicity of *Bursaphelenchus xylophilus* in Northern and Southern China. – *Forests*, 12 (3): 310.

12. Mota M., Braasch H., Bravo M., Penas A., Burgermeister W., Metge K., Sousa E., 1999. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. – *Nematology*, Vol. 1: 727–734.

13. Schroeder M., 2019. Trapping strategy for *Monochamus sutor* and *Monochamus galloprovincialis*: Potential vectors of the pine wood nematode in Scandinavia. – *Agricultural and Forest Entomology*, 21 (4): 372–378.

14. Tatarintsev A., Aminev P., Mikhaylov P., Bulanova O., 2021. State of dark coniferous plantations in the southern part of the Yenisei Siberia: the role of biotic factors. – IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 677 (5): 052075.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Лябзина Светлана Николаевна**, доктор биологических наук, доцент Петрозаводского государственного университета, младший научный сотрудник Карельского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия; ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petrsu.ru.

**Чалкин Андрей Андреевич**, младший научный сотрудник отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru.

**Синицына Екатерина Витальевна**, научный сотрудник лаборатории испытания и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-6314-3151, e-mail: katesinitsyna@gmail.com.

**Синкевич Ольга Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Карельского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия; e-mail: ovbio@mail.ru.

**Донской Олег Анатольевич**, научный сотрудник лаборатории синтеза феромонов ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия; e-mail: dos20343@gmail.com.

10. De la Fuente B., Saura S., Beck P. Predicting the spread of an invasive tree pest: the pine wood nematode in Southern Europe. *Journal of applied ecology*, 2018; 55 (5): 2374–2385.

11. Kong Q., Ding X., Chen Y., Ye J. Comparison of Morphological Indexes and the Pathogenicity of *Bursaphelenchus xylophilus* in Northern and Southern China. *Forests*, 2021; 12 (3): 310.

12. Mota M., Braasch H., Bravo M., Penas A., Burgermeister W., Metge K., Sousa E. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology*, 1999; 1: 727–734.

13. Schroeder M. Trapping strategy for *Monochamus sutor* and *Monochamus galloprovincialis*: Potential vectors of the pine wood nematode in Scandinavia. *Agricultural and Forest Entomology*, 2019; 21 (4): 372–378.

14. Tatarintsev A., Aminev P., Mikhaylov P., Bulanova O., 2021. State of dark coniferous plantations in the southern part of the Yenisei Siberia: the role of biotic factors. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 677 (5): 052075.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Svetlana Lyabzina**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of Petrozavodsk State University, Junior Researcher of the Karelian branch of FGBU “VNIIEK”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia; ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petrsu.ru.

**Andrey Chalkin**, Junior Researcher, Forest Quarantine Department, FGBU “VNIIEK”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-7937-4667, e-mail: chalkin10@ya.ru.

**Ekaterina Sinitsyna**, Researcher, Pheromones Testing and Application Laboratory, FGBU “VNIIEK”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-6314-3151, e-mail: katesinitsyna@gmail.com.

**Olga Sinkevich**, PhD in Agriculture, Researcher, Karelian Branch of FGBU “VNIIEK”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia; e-mail: ovbio@mail.ru.

**Oleg Donskoy**, Researcher, Pheromones Synthesis Laboratory, FGBU “VNIIEK”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; e-mail: dos20343@gmail.com.