

Сравнительная оценка эффективности ловушек для мониторинга короеда *Polygraphus proximus* Blandford

* ФОМИН Д.С.¹, АРБУЗОВА Е.Н.², ФОМИН ДМ.С.³, ЧАЛКИН А.А.⁴, ДОНСКОЙ О.А.⁵, ЛЯБЗИНА С.Н.⁶, НЕГАНОВ А.П.⁷

^{1,3} Пермский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), дер. Песьянка, Пермский м. о., Пермский край, Россия, 614513

^{1,3} ПФИЦ УрО РАН, с. Лобаново, Пермский м. о., Пермский край, Россия, 614532

^{2,4,5} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), пгт Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

⁶ Североморский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185003

⁶ ФГБУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185035

⁷ Отдел фитосанитарного надзора Управления Россельхознадзора по Кировской области, Удмуртской Республике и Пермскому краю, дер. Песьянка, Пермский м. о., Пермский край, Россия, 614513

¹ ORCID: 0000-0001-8261-7191;
e-mail: akvilonag@mail.ru

² ORCID: 0000-0002-0547-2547;
e-mail: e.n.arbuzova@mail.ru

³ ORCID: 0000-0003-0718-7632;
e-mail: prm.fomin.d@gmail.com

⁴ ORCID: 0000-0002-7937-4667;
e-mail: chalkin10@ya.ru

⁵ ORCID: 0009-0001-1654-7620;
e-mail: dos343@yandex.ru

⁶ ORCID: 0000-0003-3386-5724;
e-mail: slyabzina@petrsu.ru

⁷ ORCID: 0009-0007-1888-654X;
e-mail: nega.sp@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты мониторинга распространения инвазивного вредителя пихты сибирской – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford – на территории Пермского края. В ходе исследований проведена сравнительная оценка эффективности барьерно-вороночных феромонных ловушек прозрачного и черного исполнения с использованием аттрактанта на основе (2Z)-2-(3,3-диметилциклогексиден) этанола. Целевой вид выявлен во всех семи обследованных муниципальных округах, что подтверждает его дальнейшую экспансию на север региона. Установлено,

Comparative evaluation of the traps effectiveness for monitoring the spread of *Polygraphus proximus* Blandford

* DENIS S. FOMIN¹, ELENA N. ARBUZOVA², DMITRY S. FOMIN³, ANDREY A. CHALKIN⁴, OLEG A. DONSKOY⁵, SVETLANA N. LYABZINA⁶, ALEKSANDR P. NEGANOV⁷

^{1,3} Perm Branch of All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNI IKR”), Pesyanka, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia, 614513

^{1,3} Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lobanovo, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia 614532

^{2,4,5} All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNI IKR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

⁶ Severomorsk branch of All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNI IKR”), Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, 185003

⁶ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia, 185035

⁷ Phytosanitary Surveillance Department of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance for Kirov Oblast, the Udmurt Republic, and Perm Krai, Pesyanka, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia, 614513

¹ ORCID 0000-0001-8261-7191,
e-mail: akvilonag@mail.ru

² ORCID 0000-0002-0547-2547,
e-mail: e.n.arbuzova@mail.ru

³ ORCID 0000-0003-0718-7632,
e-mail: prm.fomin.d@gmail.com

⁴ ORCID 0000-0002-7937-4667,
e-mail: chalkin10@ya.ru

⁵ ORCID 0009-0001-1654-7620,
e-mail: dos343@yandex.ru

⁶ ORCID 0000-0003-3386-5724,
e-mail: slyabzina@petrsu.ru

⁷ ORCID 0009-0007-1888-654X,
e-mail: nega.sp@mail.ru

ABSTRACT

The paper presents the results of monitoring the spread of the invasive pest of Siberian fir, *Polygraphus proximus* Blandford, in the Perm Krai. The study compared the effectiveness of transparent and black barrier funnel pheromone traps using an attractant based on (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol.

что прозрачные ловушки показали более высокую общую уловистость *P. proximus* (187 экземпляров против 108 в черных), однако эффективность каждого типа зависела от освещенности под пологом леса. Зафиксирован массовый отлов аборигенного вида *Polygraphus subopacus* Thomson, 1871 (2301 экземпляр), что указывает на перекрестную аттрактивность используемой феромонной композиции и требует ее оптимизации для повышения селективности мониторинга.

Ключевые слова: феромонная ловушка, аттрактант, уссурийский полиграф, *Polygraphus proximus*, вторичный ареал, Пермский край, мониторинг.



ВВЕДЕНИЕ

Пермский край расположен на северо-востоке Восточно-Европейской равнины и на западных склонах Урала, где преобладают темнохвойные породы из ели обыкновенной *Picea abies* (L.) H. Karst. и ели сибирской *Picea obovata* Ledeb., а также пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. (Чертов и др., 2025). Представители рода *Abies* Hill. отличаются наибольшей требовательностью к условиям произрастания и недостаточной устойчивостью к различным возбудителям болезней и насекомым-вредителям. В настоящее время происходит массовое усыхание *A. sibirica*, причиной которого стало широкое распространение опасного вредителя – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford, 1894, включенного в перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза¹.

В естественном ареале на Дальнем Востоке России (Приморский и Хабаровский края) уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford заселяет преимущественно пихту, реже – ель и кедр сибирский (Куренцов, 1950; Ижевский и др., 2005). Ситуация изменилась с ростом антропогенной нагрузки (вырубка, транспортировка зараженной древесины), что способствовало расселению вида за пределы его исходного ареала и проявлению инвазивного потенциала.

Первые случаи обнаружения *P. proximus* за пределами Дальнего Востока отмечены в конце XX века, что послужило началом изучения его инвазивного потенциала в Ленинградской и Московской областях, а также в Сибири, куда уссурийский полиграф, вероятно, попал с зараженной древесиной (Мандельштам, Поповичев, 2000; Петров, Никитский, 2001). Предпосылками для расселения стали биологическая устойчивость вида к низким температурам и антропогенное воздействие

The target species was detected in all seven surveyed municipal districts, confirming its further expansion to the north of the region. It was found that transparent traps demonstrated a higher overall catchability of *P. proximus* (187 individuals versus 108 in black traps), but the effectiveness of each type depended on the illumination under the forest canopy. A mass capture of the native species *Polygraphus subopacus* (2,301 individuals) was recorded, indicating the cross-attractiveness of the pheromone composition used and requiring its optimization to improve the monitoring selectivity.

Key words: pheromone trap, attractant, Japanese silver-fir bark beetle, *Polygraphus proximus*, secondary range, Perm Krai, monitoring

INTRODUCTION

Perm Krai is located in the northeast of the East European Plain and on the western slopes of the Urals, where predominate dark coniferous trees *Picea abies* (L.) H. Karst. *Picea obovata* Ledeb., and *Abies sibirica* Ledeb. (Chertov et al., 2025). Representatives of the *Abies* Hill genus are distinguished by their greatest demands on growing conditions and insufficient resistance to various pathogens and insect pests. Currently, there is a massive drying out of *A. sibirica*, caused by the widespread spread of a serious pest – *Polygraphus proximus* Blandford, included in the Quarantine Pest List of the Eurasian Economic Union¹.

In its natural range in the Russian Far East (Primorsky Krai and Khabarovsk Krai), *Polygraphus proximus* Blandford inhabits primarily fir trees, less commonly spruce and cedar (Kurentsov, 1950; Izhevsky et al., 2005). The situation changed with increasing anthropogenic pressure (logging, transportation of infected wood), which contributed to the spread of the species beyond its original range and the manifestation of invasive potential.

The first detections of *P. proximus* outside the Far East were noted at the end of the 20th century, which initiated the study of its invasive potential in Leningrad Oblast and Moscow Oblast, as well as in Siberia, where *P. proximus* was likely to be introduced with infected wood (Mandelstam and Popovich, 2000; Petrov and Nikitsky, 2001). In Siberia, this invasive species started actively infecting fir forests, causing mass mortality and significant ecological and economic consequences, including reduced biodiversity, forest ecosystems deterioration, and forestry damage (Barranchikov et al., 2024; Krivets et al., 2015). To date, *P. proximus* has already been registered in 18 regions

¹ EEC Council Decision of November 30, 2016 No. 158 “On approval of a Common List of Quarantine Pests of the Eurasian Economic Union”

¹ Решение Совета ЕЭК от 30.11.2016 № 158 «Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза»

на леса (вырубка, транспортировка зараженной древесины), способствовавшие выходу вида за пределы нативного ареала (Акулов и др., 2011; Керчев, 2014; Кобзарь и др., 2023; Фомин и др., 2024). Однако ключевым фактором является симбиоз *P. proximus* с фитопатогенным грибом *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka. Жуки переносят споры гриба, инокулируя их в лубяные ткани при заселении дерева. Развиваясь в проводящей системе, грибок вызывает некроз луба и блокирует водный обмен, что приводит к гибели растения-хозяина (Баранчиков и др., 2024; Баранчиков и др., 2023). В Сибири этот инвазивный вид начал активно поражать пихтовые леса, вызывая массовую гибель, что привело к значительным экологическим и экономическим последствиям, включая снижение биоразнообразия, ухудшение состояния лесных экосистем и ущерб лесному хозяйству (Баранчиков и др., 2024; Кривец и др., 2015). К настоящему времени уссурийский полиграф зарегистрирован уже в 18 регионах России (Кривец и др., 2024), и многочисленные сообщения о распространении инвазивного вида опубликованы более чем в 300 работах (Кривец, Баранчиков, 2024).

Массовая гибель пихтовых лесов создает серьезную угрозу утраты уникальных природных комплексов, играющих ключевую роль в поддержании экологического баланса. Учитывая эту проблему, данная работа направлена на улучшение качества мониторинга и контроля за распространением уссурийского полиграфа на примере елово-пихтовых лесов Пермского края с использованием ловушек.

Цель работы – оценить влияние цвета барьерно-вороночной феромонной ловушки на уловистость *P. proximus* в различных лесорастительных условиях Пермского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сравнительную оценку эффективности ловушек проводили в период с июня по август 2025 г. в семи муниципальных округах Пермского края: Большесосновском, Юсьвинском, Соликамском, Суксунском, Пермском, Кудинском и Губахинском (см. рис. 1). Выбор мест исследования обусловлен изучением расширения территории распространения вредителя в лесных насаждениях Пермского края. Общая площадь исследуемых участков составила около 35 тыс. га. На каждом участке установили по 2–4 места учета, в зависимости от площади и структуры лесных массивов, что позволило обеспечить репрезентативность выборки. Всего поставили 21 ловушку, равномерно распределив по типам леса (сосновые, еловые, смешанные). Координаты всех мест фиксировали с использованием высокоточного GNSS-приемника Trimble i90, точность позиционирования составила в плане 3–5 см, по высоте – 6–8 см.

Выборка охватывает типичные для Пермского края участки леса, сформировавшиеся в условиях антропогенной фрагментации ландшафта (дороги, сельхозугодья, вырубки). Участки выбрали с целью сравнения биоразнообразия в различных типах местообитаний: от темнохвойных лесов до лиственных (см. табл. 1). Большинство исследуемых локалитетов (Соликамский, Юсьвинский, Суксунский

of Russia (Krivets et al., 2024) and numerous reports on the invasive species spread have been published in more than 300 papers (Krivets, Baranchikov, 2024).

The expansion of *P. proximus* range in Russia is due to a combination of factors. The species' biological resistance to low temperatures and anthropogenic impacts on forests (infected wood logging and transportation) contributed to its expansion beyond its native range (Akulov et al., 2011; Kerchev, 2014; Kobzar et al., 2023; Fomin et al., 2024). However, a key factor is the symbiosis of *P. proximus* with the phytopathogenic fungus *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka. The beetles transfer fungal spores, inoculating them into the bast tissues of the tree upon colonization. Developing in the vascular system, the fungus causes the phloem necrosis and blocks water exchange, which leads to the host plant death (Baranchikov et al., 2024; Baranchikov et al., 2023).

The widespread loss of fir forests poses a serious threat of losing unique natural complexes that play a key role in maintaining ecological balance. Given this problem, this study aims to improve the quality of monitoring and control of the spread of *P. proximus* using traps in spruce-fir forests in Perm Krai.

The aim of the work is to evaluate the influence of the color of a barrier funnel pheromone trap on the catchability of *Polygraphus proximus* in various forest growth conditions of Perm Krai.

MATERIALS AND METHODS

A comparative assessment of trap effectiveness was conducted from June to August 2025 in seven municipal districts of Perm Krai: Bolshesosnovsky, Yusvinsky, Solikamsky, Suksunsky, Permsky, Kuedinsky, and Gubakhinsky (Fig. 1). The sites were selected to study the expansion of the pest's distribution area in forest stands of Perm Krai, taking into account the non-overlapping of quarantine phytosanitary zones. The total area of the study sites was approximately 35,000 hectares. Two to four survey sites were installed in each site, depending on the area and structure of the forest stands, which ensured a representative sample. A total of 21 trap locations were set, evenly distributed across forest types (pine, spruce, and mixed). The coordinates of all sites were recorded using a high-precision Trimble i90 GNSS receiver; the positioning accuracy was 3–5 cm horizontally and 6–8 cm vertically.

The sample covers forests typical of Perm Krai, formed under conditions of anthropogenic landscape fragmentation (roads, farmland, clearings). The sites were selected to compare biodiversity across different habitat types—from dark coniferous forests to deciduous forests (Table 1). Most of the studied localities (Solikamsky, Yusvinsky, Suksunsky, and Kuedinsky municipal districts) are characterized by flat terrain and relatively dry soils. Coniferous species predominate in five of the seven localities—primarily *Picea abies* and *Pinus sylvestris*, which corresponds to the forest structure typical of the taiga zone of Perm Krai. Despite the general similarity of the forest stands, a clear north-

и Куединский муниципальные округа) характеризуются ровным рельефом и относительно сухими почвами. В пяти из семи локалитетов доминируют хвойные породы: преимущественно ель обыкновенная (*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), – что соответствует типичной для таежной зоны структуре лесов Пермского края. Несмотря на общую схожесть древостоев, прослеживается четкая северо-южная градиентная тенденция: в северных участках (Соликамский м. о.) преобладают хвойные породы, характерные для таежной зоны, в южных участках (Суксунский и Куединский м. о.) наблюдается увеличение доли лиственных пород как в древостое, так и особенно в подросте, что может указывать на постепенный переход к широколиственной зоне (Егоров и др., 2018).

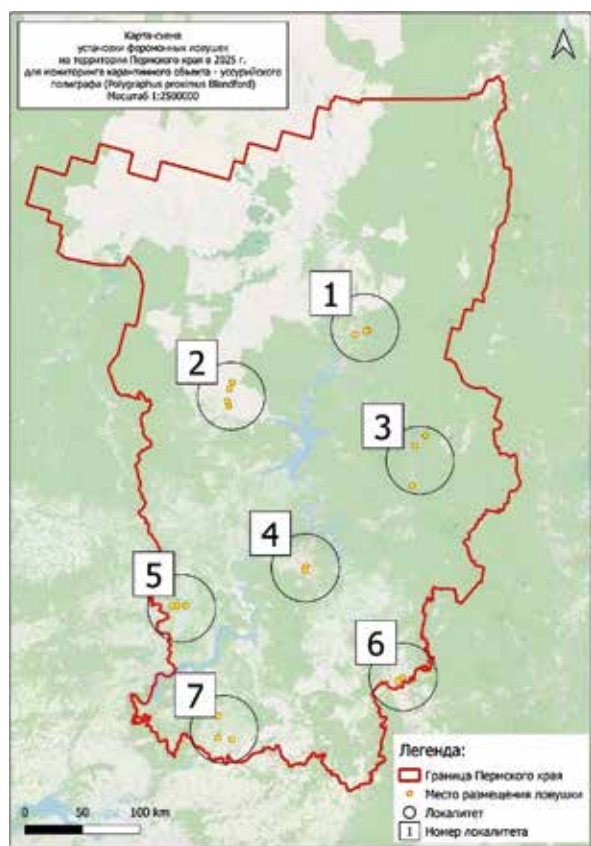


Рис. 1. Схема размещения феромонных ловушек на территории Пермского края в 2025 г.: 1 – Соликамский м. о.; 2 – Юсьвинский м. о.; 3 – Губахинский м. о.; 4 – Пермский м. о.; 5 – Большесосновский м. о.; 6 – Суксунский м. о.; 7 – Куединский м. о.

Fig. 1. Pheromone traps in Perm Krai in 2025 1 – Solikamsk Municipal District; 2 – Yusvinsky Municipal District; 3 – Gubakhinsky Municipal District; 4 – Permsky Municipal District; 5 – Bolshesosnovsky Municipal District; 6 – Suksunsky Municipal District; 7 – Kuedinsky Municipal District.

В работе использовали стандартные барьерно-вороночные ловушки, состоящие из трех основных компонентов: крестовины (каркас, удерживающий воронку на нужной высоте), воронки (конусообразные элементы, направляющие насекомых вниз) и накопительной емкости (стакан с жидкостью для фиксации и сохранения пойманных особей).

south gradient trend can be observed: in the northern areas (Solikamsky municipal district), coniferous species characteristic of the taiga zone predominate, while in the southern areas (Suksunsky and Kuedinsky municipal districts), an increase in the proportion of deciduous species is observed both in the forest stand and especially in the undergrowth, which may indicate a gradual transition to a broad-leaved zone (Egorov et al., 2018).

The study involved standard barrier funnel traps consisting of three main components: a cross (a frame that holds the funnel at the desired height), a funnel (a cone-shaped element that directs insects downward), and a storage chamber (a glass containing liquid for fixing and preserving captured individuals). To assess the impact of the traps visual appeal on capture efficiency in various forest canopy conditions (from open forest edges to dense, shaded stands), two trap variants were used, identical in design but differing in the color of the frame and funnel: transparent traps – made of transparent plastic, imitating the natural transparency of air and minimizing visual contrast with the background; black traps – made of opaque black plastic, providing high contrast against the background of coniferous crowns and soil, which can enhance the visual attraction of insects oriented toward contrasting objects.

The captured insects were placed in a collection chamber – a standard 500 ml glass filled with water or soapy water. Collections were made at regular intervals (every 7–10 days), after which the contents of the containers were recorded, labeled, and taxonomically analyzed in the laboratory.

Each site consisted of two traps with dispensers placed 200–300 meters apart to minimize cross-contamination and ensure independent sampling. The traps were suspended 1.5–2.0 meters above the ground, within 10–15 meters of the forest edge, to minimize edge effects. This distance corresponds to recommendations for barrier funnel traps, which aim to prevent the attraction of insects from adjacent sites and reduce correlation between replicates.

To increase trapping efficiency and enhance the traps attractiveness for target insect groups, a pheromone dispenser manufactured by the All-Russian Plant Quarantine Center (VNIKRC) was added to each trap. The use of pheromones not only increased the overall capture volume but also improved the representativeness of the target taxa, enabling a more accurate assessment of their spatial distribution and sensitivity to visual factors (trap color). All pheromone dispensers were replaced every 14 days according to the manufacturer’s instructions to maintain a stable attractant concentration.

The dispensers are heat-sealed bags measuring 8 (±2) x 5 (±1) cm, divided into two halves by a heat-sealed seam. The lower and upper halves of the dispenser are connected by a cotton thread running through the heat-sealed seam. The lower part of the dispenser contains a filter paper carrier coated with a mixture of active ingredients, one end of the cotton thread, and a 1 mm diameter hole for attaching the

Табл. 1. Характеристика биоразнообразия в местах установки ловушек на территории Пермского края

Table 1. Biodiversity characteristics in places where traps were installed in Perm Krai.

Рельеф Relief	Тип древостоя, геоботаническое описание (Е – ель, Б – береза, Ос – осина, С – сосна) Type of tree stand, geobotanical description (S – spruce, B – birch, As – aspen, P – pine)	Географические координаты (WGS-84, десятичные градусы) Geographic coordinates (WGS-84, decimal degrees)	Характеристика древостоя Forest stand characteristics	Подлесок и подрост Undergrowth and young growth
СОЛИКАМСКИЙ М. О. SOLIKAMSK MUNICIPAL DISTRICT				
Участок ровный, сухой. Рядом дорога с асфальтовым покрытием The area is level and dry. There's a paved road nearby	Смешанный, хвойно-лиственный, разновозрастный, с преобладанием хвойных. 7Е 3В + Ос Mixed, coniferous- deciduous, of varying ages, with a predominance of conifers. 7S 3B + As	N59.702191, E57.189995 N59.694433, E57.158112 N59.667393, E56.990411	Высота 20–25 м, диаметр стволов небольшой и средний (возможно, вторичный лес или лес после рубок). Сомкнутость крон средняя, освещение под пологом достаточное Height 20–25 m, trunk diameter small to medium (possibly secondary forest or forest after logging). Canopy density is average, with adequate lighting under the canopy.	Развит умеренно: подрост ели и березы; кустарники выражены слабо или средне Moderately developed: spruce and birch undergrowth; shrubs are weakly or moderately developed.
ЮСЬВИНСКИЙ М. О. YUSVINSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок ровный, сухой. Окружен сельхозугодьями The area is flat and dry. Surrounded by agricultural land.	Смешанный, хвойный, разновозрастный, с преобладанием хвойных. 8Е 2В + Ос Mixed, coniferous, of varying ages, with a predominance of conifers. 8S 2B + As	N59.093166, E55.074729 N59.133320, E55.047413 N59.075957, E55.007242 N59.229397, E55.078256	Высота более 25 м, диаметр стволов большой и средний. Сомкнутость крон средняя, освещение достаточное Height over 25 m, trunk diameters are large to medium. Canopy density is average, and light levels are adequate.	Развит умеренно: подрост ели и пихты; кустарники выражены слабо Moderately developed: spruce and fir undergrowth; shrubs are weakly expressed.
ГУБАХИНСКИЙ М. О. GUBAKHINSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок у грунтовой дороги, сухой, уклон 3° The area is near a dirt road, dry, with a slope of 3°.	Смешанный, хвойно-лиственный, разновозрастный, с преобладанием хвойных. 7Е 3В + Ос Mixed, coniferous- deciduous, of varying ages, with a predominance of conifers. 7S 3B + As	N58.878218, E58.045087 N58.798945, E57.886967 N58.485445, E57.840992	Высота 20–25 м, диаметр стволов небольшой и средний. Сомкнутость крон средняя, освещение достаточное Height: 20–25 m, trunk diameter: small to medium. Canopy density: moderate, adequate lighting.	Развит умеренно: подрост ели, пихты, березы, осины; кустарники выражены средне Moderately developed: undergrowth of spruce, fir, birch, aspen; shrubs are moderately developed.

Табл. 1. Характеристика биоразнообразия в местах установки ловушек на территории Пермского края

Table 1. Biodiversity characteristics in places where traps were installed in Perm Krai.

Рельеф Relief	Тип древостоя, геоботаническое описание (Е – ель, Б – береза, Ос – осина, С – сосна) Type of tree stand, geobotanical description (S – spruce, B – birch, As – aspen, P – pine)	Географические координаты (WGS-84, десятичные градусы) Geographic coordinates (WGS-84, decimal degrees)	Характеристика древостоя Forest stand characteristics	Подлесок и подрост Undergrowth and young growth
ПЕРМСКИЙ М. О. PERMSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок на склоне. Граничит с сельхозугодьями и федеральной трассой The plot is on a slope. It borders agricultural land and a federal highway.	Смешанный, хвойно-лиственный, разновозрастный, с преобладанием хвойных. 4С 4Е 2Б + Ос Mixed, coniferous-deciduous, of varying ages, with a predominance of conifers. 4P 4S 2B + As	N57.855333, E56.266774 N57.825261, E56.259419	Высота 20–25 м, диаметр стволов небольшой и средний. Сомкнутость крон средняя, освещение достаточное Height: 20–25 m, trunk diameter: small to medium. Canopy density: moderate, adequate lighting.	Подрост: ель, пихта, осина, рябина; кустарники выражены слабо или средне Undergrowth: spruce, fir, aspen, rowan; shrubs are weakly or moderately expressed.
БОЛЬШЕСОСНОВСКИЙ М. О. BOLSHESOSNOVSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок на склоне (≈ 5%), рядом грунтовая дорога. Много ветровала The plot is on a slope (approximately 5%), with a dirt road nearby. There is a lot of wind.	Разновозрастный, с преобладанием хвойных. 4С 5Е 1Б + Ос Uneven-aged, with a predominance of conifers. 4P 5S 1B + As	N57.528589, E54.534698 N57.524740, E54.412194 N57.523013, E54.336995	Высота 20–25 м, диаметр стволов большой и средний. Сомкнутость крон высокая, освещение под пологом недостаточное Height: 20–25 m, trunk diameter: large to medium. Canopy density: high, under-canopy lighting: insufficient.	Развит умеренно: подрост ели, пихты, рябины; кустарники выражены слабо или средне Moderately developed: undergrowth of spruce, fir, rowan; shrubs are weakly or moderately expressed.
СУКСУНСКИЙ М. О. SUKSUNSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок ровный, сухой. Рядом грунтовая дорога The plot is level and dry. There is a dirt road nearby.	Смешанный, хвойно-лиственный, разновозрастный, с преобладанием лиственных. 5Б 2Ос 2Е 1С Mixed, coniferous-deciduous, of varying ages, with a predominance of deciduous trees. 5B 2As 2S 1P	N56.963116, E57.597501 N56.989940, E57.669770 N56.912593, E57.580984	Высота 20–25 м, диаметр стволов небольшой и средний. Сомкнутость крон средняя, освещение достаточное Height: 20–25 m, trunk diameter: small to medium. Canopy density: average, sufficient lighting.	Развит умеренно: подрост березы, осины, рябины, ели, пихты. Кустарники выражены средне Moderately developed: young growth of birch, aspen, rowan, spruce, and fir. Shrubs are moderately developed.
КУЕДИНСКИЙ М. О. KUEDINSKY MUNICIPAL DISTRICT				
Участок ровный, невлажный. С одной стороны залежь, с другой – асфальтированная дорога The area is level and dry. On one side is a fallow land, on the other an asphalt road.	Смешанный, хвойно-лиственный, разновозрастный. 6Е 4Б + Ос Mixed, coniferous-deciduous, uneven-aged. 6S 4B + As	N56.498757, E55.251360 N56.506596, E55.055182 N56.678107, E55.048518	Высота до 20 м, диаметр стволов небольшой и средний. Сомкнутость крон средняя, освещение достаточное Height up to 20 m, trunk diameter small to medium. Canopy density is average, and light is adequate.	Развит сильно: подрост березы, рябины, осины; кустарники выражены средне Strongly developed: young growth of birch, rowan, aspen; shrubs are moderately developed.

Для влияния визуальной привлекательности ловушек на эффективность отлова в условиях различных лесных пологот (от открытых опушек до плотных затененных насаждений) применили два варианта, идентичные по конструкции, но различающиеся цветом крестовины и воронки: прозрачные ловушки – изготовлены из прозрачного пластика, имитируют естественную прозрачность воздуха и минимизируют визуальный контраст с фоном; черные ловушки – выполнены из непрозрачного черного пластика, обеспечивают высокий контраст на фоне хвойных деревьев и почвы, что может усиливать визуальное привлечение насекомых, ориентирующихся на контрастные объекты (см. рис. 2).

Отлавливаемые насекомые попадали в накопительную емкость – стандартный стакан объемом 500 мл, заполненный водой или мыльным раствором. Выемку материала проводили через равные интервалы (раз в 7–10 дней), после чего содержимое емкостей фиксировали, маркировали и подвергали таксономическому учету в лабораторных условиях.

dispenser. The other end of the cotton thread is located at the top of the dispenser. A cutting line is marked on the surface of the upper part.

The attractant is a two-component pheromone mixture of (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol and α -pinene, which is specific for capturing bark beetles. The first component is alcohol, the second (α -pinene) is an organic compound belonging to the terpenes class. It is the main component of the resin of many coniferous trees (pine, spruce) and is widespread in nature. As a semiochemical signal for bark beetles, α -pinene most often acts as a kairomone emitted by the tree, which helps the beetles find a suitable place for feeding and settling (Hunt et al., 1989). Studies also show that α -pinene can oxidize in air, turning into trans-verbenol, which is an aggregation pheromone for many bark beetle species.

The biodiversity of the localities where the traps were installed was described both based on personal observations and using a vegetation cover map of Russia based on Proba-V data (Egorov et al., 2018), taking into account the vegetation within a 5 km



Рис. 2. Барьерно-вороночные ловушки прозрачной (слева) и черной (справа) конструкции, GNSS-приемник PrinCe i90 для фиксации координат (слева)



Fig. 2. Barrier funnel traps of transparent (left) and black (right) designs, GNSS receiver PrinCe i90 for fixing coordinates (left).

Каждая точка представляла собой две ловушки с диспенсером, размещенные на расстоянии 200–300 м друг от друга для минимизации перекрестного влияния и обеспечения независимости выборов. Ловушки подвешивали на высоте 1,5–2 м от поверхности земли в пределах 10–15 м от края лесного массива, чтобы минимизировать влияние краевых эффектов. Такое расстояние соответствует рекомендациям для барьерно-вороночных ловушек, направленным на исключение привлечения насекомых из соседних участков и снижение корреляции между повторностями.

Повышение эффективности отлова и усиления привлекательности ловушек для целевых групп насекомых достигали дополнительным подвешиванием к каждой ловушке феромонного диспенсера производства ФГБУ «ВНИИКР» (Всероссийский центр карантина растений). Применение феромонов позволило не только увеличить общий объем отлова *P. proximus*, но и повысить репрезентативность выборки по целевым таксонам, обеспечив более точную оценку их пространственного распределения и чувствительности к визуальным факторам (цвету ловушки). Все феромонные диспенсеры заменяли каждые 14 дней в соответствии с инструкциями производителя для поддержания стабильной концентрации аттрактанта.

Диспенсеры представляют собой термосвариваемый пакет из буфлена размером 8 (±2) × 5 (±1) см, разделенный на две части термосварочным швом. Нижняя и верхняя части диспенсера соединены хлопковой нитью, проходящей через термосварочный шов.

Аттрактант – двухкомпонентная феромонная смесь (2Z)-2-(3,3-диметилциклогексалиден) этанола и α-пинена, являющаяся специфичной для отлова короедов. Первый компонент – спирт, второй (α-пинен) – терпен, являющийся основным компонентом живицы многих хвойных деревьев (сосна, ель). Как семиохимический сигнал для короедов α-пинен чаще всего выполняет роль кайромона, исходящего от дерева, который помогает жукам находить подходящее место для питания и заселения. Кроме того, данные исследования показывают, что α-пинен может окисляться на воздухе, превращаясь в транс-вербенол, который для многих видов короедов является агрегационным феромоном (Hunt et al., 1989).

Биоразнообразие локалитетов, в которых были установлены ловушки, описали как на основании личных наблюдений, так и с использованием карты растительного покрова России (по данным Proba-V (Егоров и др., 2018)) с учетом растительности в радиусе 5 км от места установки ловушки (см. рис. 3).

В работе проводили анализ данных с использованием критерия Пирсона χ²-теста, который позволил оценить статистическую значимость взаимосвязи между двумя категориальными переменными. Расчеты выполнили в программе R.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате обследования территорий Пермского края с использованием феромонных ловушек выявили вредителя *P. proximus* во всех семи муниципальных округах, где проводили отловы (см. табл. 2). Наибольшую численность целевого

radius from the location where the trap was installed (Fig. 3).

The data were analyzed using the Pearson χ² test, which allowed us to assess the statistical significance of the relationship between two categorical variables. Calculations were performed in the R program.

RESULTS AND DISCUSSION

During a survey of Perm Krai territories using pheromone traps, the pest *P. proximus* was detected in all seven municipal districts where trapping was conducted (Table 2). The highest numbers of the target species were recorded in Bolshesosnovsky District, with a total of 106 individuals (Table 2). This municipal district is located in the northern part of Perm Krai, indicating further expansion of *P. proximus* range in this area.

Табл. 2. Данные по численности отловленных *Polygraphus proximus* в барьерно-вороночные феромонные ловушки прозрачного и черного типов в Пермском крае в 2025 г.

Table 2 – *Polygraphus proximus* collected in transparent and black type barrier funnel pheromone traps in Perm Krai in 2025.

Место установки ловушки Trap installation place	Вид ловушки Trap type	Количество отловленных особей <i>P. proximus</i> Number of collected <i>P. proximus</i>
Большесосновский м. о. Bolshesosnovsky Municipal District	Прозрачная Transparent	88
	Черная Black	18
Юсьвинский м. о. Yusvinsky Municipal District	Прозрачная Transparent	29
	Черная Black	1
Соликамский м. о. Solikamsky Municipal District	Прозрачная Transparent	10
	Черная Black	41
Суксунский м. о. Suksunsky Municipal District	Прозрачная Transparent	8
	Черная Black	8
Пермский м. о. Permsky Municipal District	Прозрачная Transparent	5
	Черная Black	8
Куединский м. о. Kuedinsky Municipal District	Прозрачная Transparent	35
	Черная Black	27
Губахинский м. о. Gubakhinsky Municipal District	Прозрачная Transparent	12
	Черная Black	4

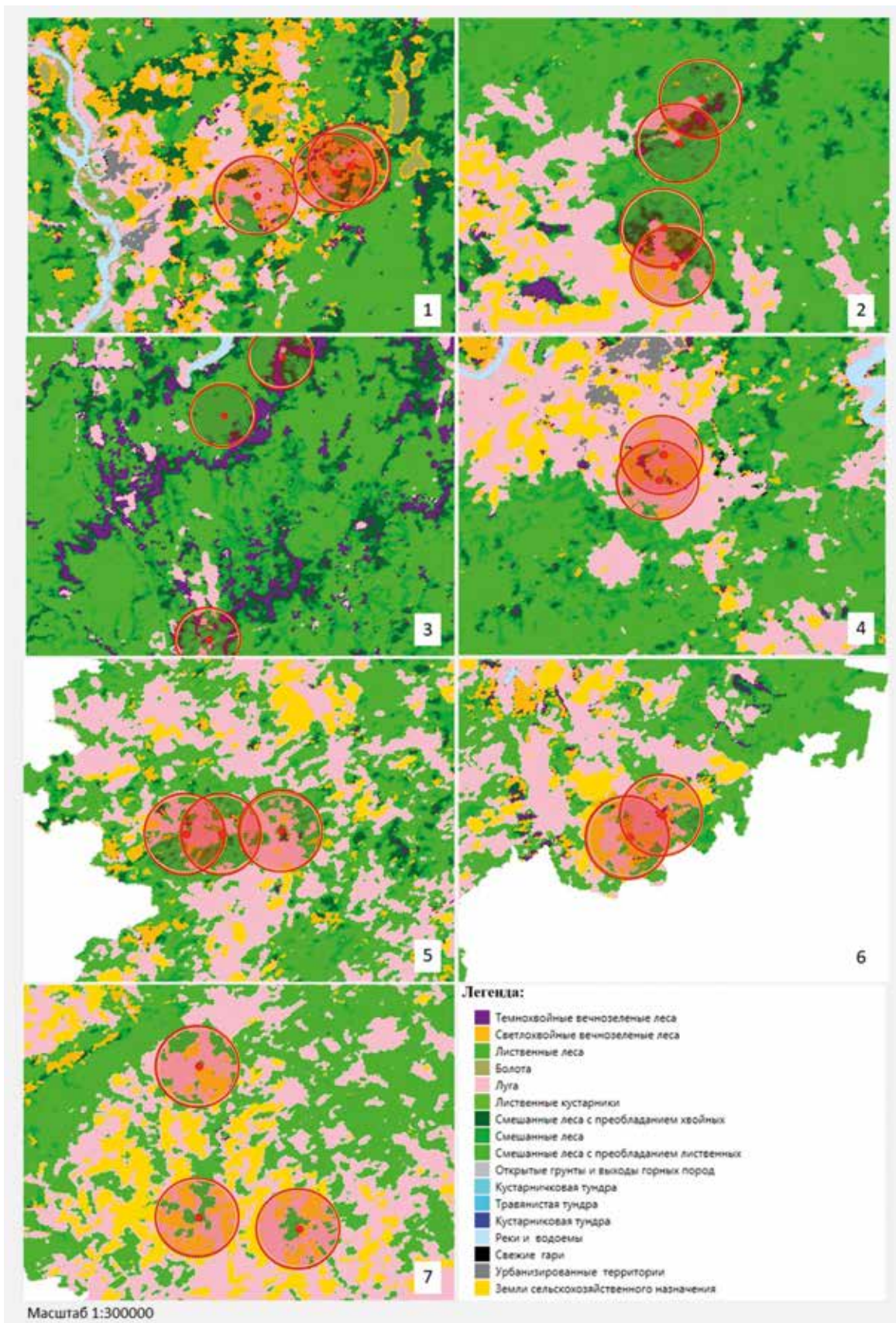


Рис. 3. Карта растительного покрова Пермского края (Егоров и др., 2018). Кругами указаны места размещения феромонных ловушек в 2025 г.: 1 – Соликамский м. о.; 2 – Юсьвинский м. о.; 3 – Губахинский м. о.; 4 – Пермский м. о.; 5 – Большесосновский м. о.; 6 – Суксунский м. о.; 7 – Куединский м. о.

Fig. 3. Perm Krai land cover map (Egorov et al., 2018). Circles indicate the locations of pheromone traps in 2025. 1 – Solikamsky Municipal District; 2 – Yusvinsky Municipal District; 3 – Gubakhinsky Municipal District; 4 – Permsky Municipal District; 5 – Bolshesosnovsky Municipal District; 6 – Suksunsky Municipal District; 7 – Kuedinsky Municipal District.

вида зафиксировали впервые в Большесосновском округе: суммарно 106 экземпляров (см. табл. 2). Данный муниципальный округ расположен в северной части Пермского края, что свидетельствует о дальнейшем расширении ареала *P. proximus* в этом направлении.

Представленные в табл. 2 данные свидетельствуют о различии в уловистости короледа *P. proximus* для исследуемых вариантов ловушек. Короед *P. proximus* попадал в прозрачные барьерно-вороночные ловушки значительно чаще, чем в черные. В течение исследовательского периода зафиксировали 187 экземпляров в прозрачных ловушках и 108 – в черных (см. рис. 4). Статистический анализ с использованием критерия Пирсона ($\chi^2 = 11,73$, $df = 1$, $p = 0,001$) подтвердил значимое преимущество прозрачных ловушек для данного вида.

Однако эффективность ловушек разного цвета оказалась неодинаковой в различных типах леса. В Большесосновском м. о. прозрачные ловушки были в пять раз эффективнее черных, тогда как в Соликамском м. о. черные ловушки показали результат по отлову в четыре раза выше прозрачных (см. табл. 2). Вероятно, большое значение имеет интенсивность проникающего света в полог леса. Отмечено, что относительная эффективность цветных ловушек зависит от сомкнутости полога леса, а именно от того, насколько солнечно или тенисто в месте установки. В более тенистом лесном ценозе (ельниках) спектр света меняется, и черный цвет может создавать более четкий, контрастный силуэт, который насекомые замечают лучше. В светлых ценозах (сосняках) прозрачные или светлые ловушки могут лучше отражать ультрафиолет, привлекая летящих насекомых.

В ходе отлова в феромонных ловушках фиксировалось также небольшое, но постоянное присутствие ксилофагов: полиграф малый еловый *Polygraphus subopacus* (Blandford, 1894), короед гладкий *Hylurgops glabratus* (Zetterstedt, 1828) и большой черный еловый усач *Monochamus urusovi* (Fischer von Waldheim, 1806). Во всех случаях доминировал короед *P. subopacus*, который составил большую часть пойманных организмов – 2301 экземпляр (см. рис. 4). Отмечено, что различие между частотами встречаемости этого жука в черной и прозрачной ловушках не является статистически значимым ($\chi^2 = 1,95$, $df = 1$, $p = 0,16$).

Значения отлова жуков *P. proximus*, зафиксированные в феромонных ловушках, отражают интенсивность лёта в конкретных локалитетах и выражаются в количестве отловленных особей. Чем выше показатель отлова, тем выше предполагаемая плотность популяции в прилегающей зоне и тем выше вероятность достижения деревьями критической плотности заселения – состояния, при котором личиночные популяции превышают физиологическую вместимость коры, что приводит к массовой гибели деревьев.

Согласно данным, полученным другими исследователями, плотность молодого поколения *P. proximus* может быть классифицирована следующим образом: низкая – ≤ 20 особей/дм² (фоновая популяция, не вызывающая угрозы массовому поражению); средняя – 21–30 особей/дм² (повышенная активность, возможны локальные очаги заселения);

The data presented in Table 2 demonstrate differences in the catchability of *P. proximus* between the studied trap types. *P. proximus* was collected significantly more often in transparent barrier funnel traps than in black traps. During the study period, 187 individuals were recorded in transparent traps and 108 in black traps (Fig. 4). Statistical analysis using the Pearson test ($\chi^2=11.73$, $df=1$, $p=0.001$) confirmed the significant advantage of transparent traps for this species.

However, the effectiveness of different colored traps proved to be inconsistent across forest types. In the Bolshesosnovskoye Municipal District, transparent traps were five times more effective than black ones, while in the Solikamskoye Municipal District, black traps demonstrated a four-fold higher capture rate than transparent ones (Table 2). The intensity of light penetrating the forest canopy likely plays a significant role. Research shows that the relative effectiveness of colored traps depends on the canopy density, specifically the degree of sun or shade at the installation site. In more shaded forest communities (spruce forests), the light spectrum changes, and black can create a sharper, more contrasting silhouette, which insects notice better. In lighter communities (pine forests), a transparent or light-colored trap can better reflect ultraviolet light, attracting flying insects.

During the capture in pheromone traps, a small but constant presence of xylophages was also recorded. Among them, three species were reported: *Polygraphus subopacus* Blandford, 1894, *Hylurgops glabratus* (Zetterstedt, 1828), and *Monochamus urusovi* (Fischer von Waldheim, 1806). In all cases, the bark beetle *P. subopacus* was dominant, accounting for the majority of the collected pests – 2301 individuals (Fig. 4). It was noted that the difference between the frequencies of occurrence of this beetle in the black and transparent traps is not statistically significant ($\chi^2 = 1.95$, $df = 1$, $p = 0.16$).

P. proximus collection rates recorded in pheromone traps reflect the flight intensity in specific locations and are expressed as the number of collected individuals. The higher the collection rate, the higher the estimated population density in the surrounding area and the greater the likelihood that trees will reach critical population density—a condition in which larval populations exceed the physiological carrying capacity of the bark, leading to mass trees mortality.

According to data obtained by other researchers, the density of the young generation of *P. proximus* can be classified as follows: low: ≤ 20 individuals/dm² – background population that does not pose a threat of mass infestation; medium: 21–30 individuals/dm² – increased activity, localized outbreaks are possible; high: >30 individuals/dm² – a threatening level indicating the outbreaks formation (Krivets et al., 2019; Bisirova et al., 2023). During the studies, the highest collection rates were recorded in the Bolshesosnovskiy Municipal District. This indicates the presence of a formed powerful outbreak, probably associated with the presence of large affected areas. The second-highest risk is the Kuedinsky Municipal District, where

высокая – > 30 особей/дм² (угрожающий уровень, свидетельствующий о формировании очагов размножения) (Кривец и др., 2019; Бисирова и др., 2023). В ходе наших исследований наиболее высокие показатели отлова зафиксировали в Большесосновском муниципальном округе, что свидетельствует о наличии сформированного мощного очага размножения, вероятно, связанного с присутствием крупных пораженных массивов. Вторым по риску является Куединский муниципальный округ, где наблюдается его стабильный отлов в ловушки барьерно-вороночного типа, что указывает на устойчиво высокую и стабильную численность жука в течение всего сезона. В других обследованных муниципальных округах зафиксировали фоновую численность, соответствующую естественному уровню распространения вида без риска эпизоотии. Такие значения характерны для непораженных или слабо пораженных участков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования направлены на совершенствование методов раннего выявления инвазивного вида – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus*, представляющего серьезную угрозу для целостности и устойчивости темнохвойных лесов Пермского края. В ходе полевых работ опробовали эффективность феромонных ловушек, оснащенных диспенсерами с синтетической смесью (2Z)-2-(3,3-диметилциклогексиден) этанола и α-пинена. Результаты подтвердили высокую привлекательность данной смеси для *P. proximus*, что позволяет рекомендовать для систем мониторинга. Однако в ходе экспериментов зафиксировали массовый лёт близкородственного вида – *P. subopacus*. Также установили значимое влияние цвета

balanced activity is observed on both pheromone and physical traps, indicating a consistently high and stable beetle population throughout the season. In other surveyed municipal districts, background populations were recorded, corresponding to the species' natural distribution level, without the risk of epiphytotics. Such values are typical for uninfested or lightly infested areas, where the *P. proximus* population exists in ecological equilibrium with the forest environment.

CONCLUSION

The research aimed to improve methods for the early detection and quantitative assessment of the spread of the invasive species *Polygraphus proximus*, which poses a serious threat to the integrity and sustainability of dark coniferous forests in Perm Krai. Fieldwork tested the effectiveness of pheromone traps equipped with dispensers containing a synthetic mixture of (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol and α-pinene. The results confirmed the high attractiveness of this mixture to *P. proximus*, allowing it to be recommended as a standardized attractant for monitoring systems in the temperate climate of the Urals. However, during monitoring, a mass flight of a closely related species, *P. subopacus*, was recorded. A significant influence of trap color and lighting conditions on their collection rate was also established. In the closed canopy of dark coniferous forests, where a complex light-shadow structure prevails, black traps demonstrate the highest efficiency: they create maximum contrast against the gaps in the sky, enhancing their visual appeal to stem pests that rely on light cues. Conversely, in open areas, deciduous and mixed forests, where the background is more uniform, transparent or light-colored traps demon-

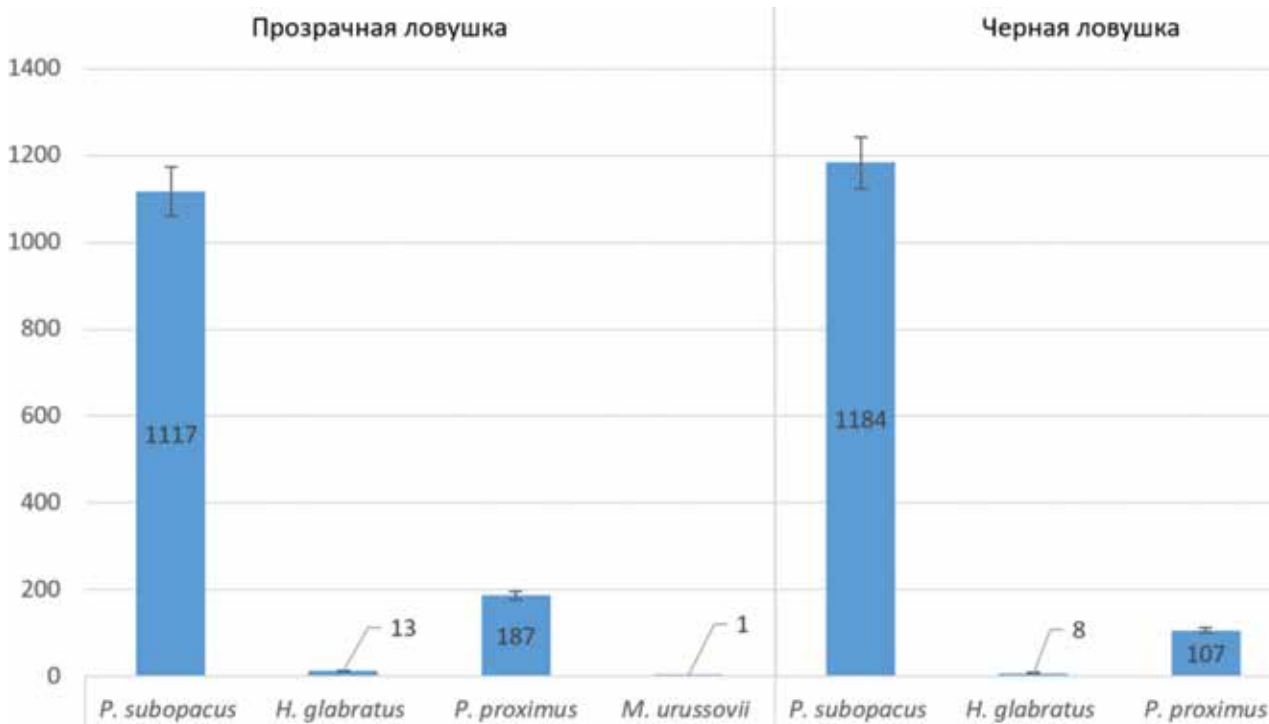


Рис. 4. Данные по численности отловленных *Polygraphus proximus*, *Polygraphus subopacus*, *Hylurgops glabratus*, *Monochamus urussovii* в барьерно-вороночные феромонные ловушки черного и прозрачного вариантов

Fig. 4. Collected *Polygraphus proximus*, *Polygraphus subopacus*, *Hylurgops glabratus*, *Monochamus urussovii* in barrier funnel pheromone traps of black and transparent versions.

ловушек и условий освещенности на их уловистость. В условиях сомкнутого полога темнохвойного леса, где преобладает сложная светотеневая структура, черные ловушки демонстрируют наивысшую эффективность: они создают максимальный контраст на фоне просветов неба, что усиливает визуальную привлекательность для стволовых вредителей, ориентирующихся на световые ориентиры. Напротив, на открытых участках, в лиственных и смешанных лесах, где фон более однородный, прозрачные или светлые ловушки показывают более высокую уловистость, поскольку менее заметны для жуков и не вызывают избегающего поведения, характерного для ярких или темных контрастов. Таким образом, для повышения репрезентативности, точности и сопоставимости данных мониторинга рекомендуется внедрить дифференцированный подход к выбору цвета ловушек, адаптированный к типу лесного массива: черные – в сомкнутых хвойных и смешанных лесах; прозрачные/светлые – на открытых участках, в лиственных насаждениях и на краях лесных массивов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулов Е.Н., Кулинич О.А., Пономарев В.Л. Полиграф уссурийский – новый инвазийный вредитель хвойных лесов России // Защита и карантин растений. 2011. № 7. С. 34–35.
2. Баранчиков Ю.Н., Пономарев В.И., Кириченко Н.И., Ефременко А.А., Пашенова Н.В. Гросмания аошимы – инвазийный фитопатоген пихт сопровождает уссурийского полиграфа на Среднем Урале // Фундаментальные и прикладные аспекты продовольственной безопасности: Сборник материалов научных трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Большие Вяземы, 21–23 ноября 2023 года. – Москва: АНО «Центр научно-технических решений», 2023. С. 38–40.
3. Баранчиков Ю.Н., Пономарев В.И., Пашенова Н.В., Ефременко А.А., Голиков Д.Ю., Клобуков Г.И., Красуцкий Б.В., Кириченко Н.И. Первые находки инвазийного тандема короед – фитопатогенный гриб в среднеуральском мегаполисе // Сибирский лесной журнал. 2024. № 1. С. 107–115. <https://doi.org/10.15372/SJFS20240112>.
4. Бисирова Э.М., Кривец С.А., Черногринов П.Н. Распространение и популяционные характеристики уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* на севере Томской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 244. С. 7–25. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.244.7-25>.
5. Егоров В.А., Барталев С.А., Колбудаев П.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А. Карта растительного покрова России, полученная по данным спутниковой системы Proba-V // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 282–286.
6. Ижевский С.С., Никитский Н.Б., Волков О.Г., Долгин М.М. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации. – Тула, изд. «Гриф и К». 2005. С. 147–148.
7. Кобзарь В.Ф., Колесова Н.И., Петрик А.А. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford,

strate higher catch rates because they are less visible to beetles and do not trigger the avoidance behavior typical of bright or dark contrasts. Thus, to improve the representativeness, accuracy and comparability of monitoring data, it is recommended to introduce a differentiated approach to the selection of trap colors, adapted to the type of forest: black – in closed coniferous and mixed forests; transparent/light – in open areas, in deciduous stands and at the edges of forests.

REFERENCES

1. Akulov E.N., Kulinich O.A., Ponomarev V.L. *Polygraphus proximus* is a new invasive pest of softwood forests of Russia // Plant Protection and Quarantine. 2011; 7:34–35.
2. Baranchikov Yu. N., Ponomarev V. I., Kirichenko N. I., Efremenko A. A., Pashenova N. V. Grosmannia aoshimae – an invasive phytopathogen of firs accompanies *Polygraphus proximus* in the Middle Urals [Grosmanniya aoshimiy – invazyinnyy fitopatogen pikhht soprovozhdayet ussuriyskogo poligrafa na Srednem Urale] // Fundamental and applied aspects of food security: Collection of materials from scientific papers of the VI All-Russian scientific and practical conference with international participation, Bolshie Vyazemy, November 21–23, 2023. – Moscow: ANO “Center for Scientific and Technical Solutions”, 2023: 38–40. (In Russ.)
3. Baranchikov Yu.N., Ponomarev V.I., Pashenova N.V., Efremenko A.A., Golikov D.Yu., Klobukov G.I., Krasutsky B.V., Kirichenko N.I. The first findings of the invasive tandem bark beetle – phytopathogenic fungus in the Middle Urals megapolis // Siberian Forest Journal. 2024; 1:107–115. <https://doi.org/10.15372/SJFS20240112> (In Russ.)
4. Bisirova E. M., Krivets S. A., Chernogriov P. N. Distribution and population characteristics of *Polygraphus proximus* in the north of Tomsk Oblast [Rasprostraneniye i populyatsionnyye kharakteristiki ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* na severe Tomskoy oblasti] // Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2023; 244: 7–25. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2023.244.7-25> (In Russ.)
5. Egorov V.A., Bartalev S.A., Kolbudaev P.A., Plotnikov D.E., Khvostikov S.A. Map of vegetation cover of Russia obtained from the Proba-V satellite system data [Karta rastitelnogo pokrova Rossii, poluchennaya po dannym sputnikovoy sistemy Proba-V] // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2018; 15(2): 282–286 (In Russ.)
6. Izhevsky S.S., Nikitsky N.B., Volkov O.G., Dolgin M.M. Illustrated reference book of xylophagous beetles – pests of forests and timber of the Russian Federation [Illyustrirovannyi spravochnik zhukov-ksilofagov – vreditel'ey lesa i lesomaterialov Rossiyskoy Federatsii]. –Tula, publishing house “Grif i K”. 2005: 147–148 (In Russ.)
7. Kobzar V.F., Kolesova N.I., Petrik A.A. *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 in fir forests of the Oзера na Snezhnaya Ecopark (Irkutsk Oblast) // Plant Health and Quarantine. 2023. (1): 59–71. <https://doi.org/10.69536/a4850-3897-3753-x> (In Russ.)

1894 в пихтарниках экопарка «Озера на Снежной» (Иркутская область) // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. (1). С. 59–71. <https://doi.org/10.69536/a4850-3897-3753-x>.

8. Кривец С.А., Баранчиков Ю.Н. Инвазия уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) в пихтовые леса Евразии. Русско-английский указатель публикаций 2000–2024 гг. Красноярск. 2024. 84 с.

9. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Волкова Е.С., Астапенко С.А., Ефременко А.А., Косилов А.Ю., Кудрявцев П.П., Кузнецова Ю.Р., Пономарев В.И., Потапкин А.Б., Тараскин Е.Г., Титова В.В., Шилоносос А.О., Баранчиков Ю.Н. Обзор современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2024. № 17 (1). С. 49–69. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-1-49-69>.

10. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Пашенова Н.В., Демидко Д.А., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений): Метод. пособие. Томск, Красноярск: Умиум, 2015. 48 с.

11. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Симонова Г.В. Состояние популяции уссурийского полиграфа и его роль в лесах северо-восточной части заповедника «Кузнецкий Алатау» (Кемеровская область) // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. № 228. С. 7. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2019.228.7-28>.

12. Куренцов А.И. Вредные насекомые хвойных пород Приморского края. – Владивосток, 1950. 256 с.

13. Манделштам М.Ю., Поповичев Б.Г. Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ленинградской области // Энтомологическое обозрение. 2000. № 79 (3). С. 599–618.

14. Петров А.В., Никитский Н.Б. Фауна короедов (Coleoptera, Scolytidae) Московской области // Энтомологическое обозрение. 2001. 80 (2). С. 353–367.

15. Фомин Д.С., Фомин Дм.С., Смирнова В.В., Графеева К.Н., Клевцова С.Е. Цифровые технологии в идентификации мест распространения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford). Фитосанитария. Карантин растений. Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин растений. Здоровые растения – здоровая нация» 10–13 декабря 2024 года. Часть вторая. 2024. (2). С. 89–90. <https://doi.org/10.69536/ FKR.2024.48.81.001>.

16. Чертов Н.В., Сбоева Я.В., Жуланов А.А., Васильева Ю.С., Наговицына В.О., Боронникова С.В. Генетические детерминанты устойчивости хвойных древесных растений Урала к воздействию абиотических и биотических факторов // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. № 9. С. 30–49. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/118/03>.

17. Hunt D.W.A., Borden J.H., Lindgren B.S., Gries G. The role of autoxidation of α -pinene in the production of pheromones of *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae) // Canadian Journal of Forest Research. 1989. Т. 19. № 10. С. 1275–1282.

8. Krivets S.A., Baranchikov Yu.N. Invasion of *Polygraphus proximus* Blandford into fir forests of Eurasia. Russian-English index of publications 2000–2024. [Invaziya ussuriyskogo poligrafa (*Polygraphus proximus* Blandford) v pikhtovyie lesa Yevrazii. Russko-angliyskiy ukazatel' publikatsiy 2000–2024 gg.] Krasnoyarsk. 2024. 84 p. (In Russ.)

9. Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Volkova E.S., Astapenko S.A., Efremenko A.A., Kosilov A.Yu., Kudryavtsev P.P., Kuznetsova Yu.R., Ponomarev V.I., Potapkin A.B., Taraskin E.G., Titova V.V., Shilonosov A.O., Baranchikov Yu.N. Review of the modern secondary range of *Polygraphus proximus* Blandford in the Russian Federation [Obzor sovremennogo vtorichnogo areala ussuriyskogo poligrafa (*Polygraphus proximus* Blandford) na territorii Rossiyskoy Federatsii] // Russian Journal of Biological Invasions. 2024. No. 17 (1). P. 49–69. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-1-49-69>. (In Russ.)

10. Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Pashenova N.V., Demidko D.A., Petko V.M., Baranchikov Yu.N. *Polygraphus proximus* in the forests of Siberia (distribution, biology, ecology, identification and examination of damaged stands): Method. manual. [Ussuriyskiy poligraf v lesakh Sibiri (rasprostraneniye, biologiya, ekologiya, vyyavleniye i obsledovaniye povrezhdennykh nasazhdeniy): Metod. posobiye.] Tomsk, Krasnoyarsk: Umium, 2015. 48 p. (In Russ.)

11. Krivets, S.A., Bisirova, E.M., Kerchev, I.A., Pats, E.N., Simonova, G.V. The state of *Polygraphus proximus* population and its role in the forests of the north-eastern part of the Kuznetsk Alatau Nature Reserve (Kemerovo Oblast) [Sostoyaniye populatsii ussuriyskogo poligrafa i yego rol v lesakh severo-vostochnoy chasti zapovednika "Kuznetskiy Alatau" (Kemerovskaya oblast)] // Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2019; 228: 7. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2019.228.7-28> (In Russ.)

12. Kurentsov A.I. Insect pests of coniferous trees in Primorsky Krai [Vrednyye nasekomye khvoynykh porod Primorskogo kraya]. – Vladivostok, 1950. 256 p. (In Russ.)

13. Mandelshtam M.Yu., Popovichev B.G. Annotated list of bark beetle species (Coleoptera, Scolytidae) of Leningrad Oblast [Annotirovannyi spisok vidov koroyedov (Coleoptera, Scolytidae) Leningradskoy oblasti] // Entomological Review. 2000; 79(3): 599–618 (In Russ.)

14. Petrov A.V., Nikitsky N.B. Fauna of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of Moscow Oblast [Fauna koroyedov (Coleoptera, Scolytidae) Moskovskoy oblasti]. // Entomological review. 2001. 80 (2). P. 353–367.

15. Fomin D. S., Fomin Dm. S., Smirnova V. V., Grafeeva K. N., Klevtsova S. E. Digital technologies in identifying the distribution sites of *Polygraphus proximus* Blandford). Plant Health and Quarantine. Proceedings of the international scientific and practical conference "Plant protection and quarantine. Healthy plants – healthy nation", December 10–13, 2024. Part two. 2024; (2): 89–90. <https://doi.org/10.69536/ FKR.2024.48.81.001> (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фомин Денис Станиславович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Пермского филиала ФГБУ «ВНИИКР»; заведующий лабораторией прецизионных технологий в с/х ПФИЦ УрО РАН, дер. Песьянка, Пермский муниципальный округ, Пермский край, Россия; с. Лобаново, Пермский муниципальный округ, Пермский край, Россия; *ORCID: 0000-0001-8261-7191; e-mail: akvilonag@mail.ru*

Арбузова Елена Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник – начальник научного отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», пгт Быково, муниципальный округ Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID: 0000-0002-0547-2547; e-mail: e.n.arbuzova@mail.ru*

Фомин Дмитрий Станиславович, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник Пермского филиала Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»); научный сотрудник лаборатории прецизионных технологий в с/х ПФИЦ УрО РАН, дер. Песьянка, Пермский муниципальный округ, Пермский край, Россия; с. Лобаново Пермский муниципальный округ, Пермский край, Россия; *ORCID: 0000-0003-0718-7632; e-mail: prm.fomin.d@gmail.com*

Чалкин Андрей Андреевич, научный сотрудник научного отдела лесного карантина ФГБУ «ВНИИКР», пгт Быково, муниципальный округ Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID: 0000-0002-7937-4667; e-mail: chalkin10@ya.ru*

Донской Олег Анатольевич, научный сотрудник научного отдела синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР», пгт Быково, муниципальный округ Раменский, Московская обл., Россия; *ORCID: 0009-0001-1654-7620; e-mail: dos343@yandex.ru*

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

Неганов Александр Павлович, государственный инспектор отдела фитосанитарного надзора Управления Россельхознадзора по Кировской области, Удмуртской Республике и Пермскому краю, дер. Песьянка, Пермский муниципальный округ, Пермский край, Россия; *ORCID: 0009-0007-1888-654X; e-mail: nega.sp@mail.ru*

16. Chertov N.V., Sboeva Ya.V., Zhulanov A.A., Vasilyeva Yu.S., Nagovitsyna V.O., Boronnikova S.V. Genetic determinants of resistance of coniferous woody plants of the Urals to the impact of abiotic and biotic factors [Geneticheskiye determinanty ustoychivosti khvoynykh drevesnykh rasteniy Urala k vozdeystviyu abioticheskikh i bioticheskikh faktorov] // Bulletin of Science and Practice. 2025; 11 (9): 30-49. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/118/03> (In Russ.)

17. Hunt D. W. A., Borden J. H., Lindgren B. S., Gries G. The role of autoxidation of α -pinene in the production of pheromones of *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae) // Canadian Journal of Forest Research. 1989; 19(10): 1275-1282.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Denis Fomin, PhD in Agriculture, Researcher, Perm branch of FGBU “VNI IKR”; Head of the Laboratory of Precision Technologies in Agriculture, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pesyanka, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia; Lobanovo, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia. *ORCID: 0000-0001-8261-7191, e-mail: akvilonag@mail.ru*

Elena Arbuzova, PhD in Biology, Senior Researcher – Head of the Forest Quarantine Research Department, FGBU “VNI IKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID: 0000-0002-0547-2547, e-mail: e.n.arbuzova@mail.ru*

Dmitry Fomin, PhD in Agriculture, Junior Researcher, Perm branch of FGBU “VNI IKR”; Head of the Laboratory of Precision Technologies in Agriculture, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pesyanka, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia; Lobanovo, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia; *ORCID 0000-0003-0718-7632 e-mail: prm.fomin.d@gmail.com*

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

Oleg Donskoy, Researcher, Pheromone Synthesis and Application Department, FGBU “VNI IKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; *ORCID 0009-0001-1654-7620, e-mail: dos343@yandex.ru*

Svetlana Lyabzina, Advanced Doctor of Biology, Associate Professor, Petrozavodsk State University; Junior Researcher, Severomorsk Branch of FGBU “VNI IKR”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia; *ORCID 0000-0003-3386-5724, e-mail: slyabzina@petrsu.ru*

Aleksander Neganov, State Inspector of the Phytosanitary Surveillance Department of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance for Kirov Oblast, the Udmurt Republic, and Perm Krai, Pesyanka, Perm Municipal District, Perm Krai, Russia; *ORCID 0009-0007-1888-654X, e-mail: nega.sp@mail.ru*