

## ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА И СВЯЗАННОЙ С НЕЙ УГРОЗЫ ОСЛАБЛЕНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

А.А. Соболев<sup>1</sup>, У.С. Шипинская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБУ «Российский центр защиты леса», 141207, Московская обл., г. Пушкино, ул. Надсоновская, д. 13

<sup>2</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

aasobolev@live.ru

Приведены данные о развитии популяций вершинного короеда в сосновых насаждениях Центральной России за 2020 г. Зафиксировано формирование благоприятных погодных условий для развития этого вредителя в некоторых регионах, которое положительно повлияло на успешное развитие популяции насекомого в насаждениях, в частности во Псковской, Владимирской, Московской, Брянской, Липецкой, и Рязанских областях. В отдельных областях выявлена средняя и слабая угроза распространения короеда. Проанализировано влияние метеорологических условий на летнюю активность насекомого и вероятность образования очагов массового размножения от погодных особенностей 2020 г. Результаты проведенных работ легли в основу подготовки прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов. Рекомендовано использовать материалы статьи для определения оптимального периода проведения мероприятий по защите сосновых насаждений от вершинного короеда. **Ключевые слова:** вершинный короед, феромонные ловушки, очаги массового размножения, стволовые вредители, анализ погоды

**Ссылка для цитирования:** Соболев А.А., Шипинская У.С. Оценка численности популяции вершинного короеда и связанной с ней угрозы ослабления сосновых насаждений Центральной России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 6. С. 89–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-89-97

Вершинный короед *Ips acuminatus* Gyll. (*Coleoptera, Scolytidae*) — вредитель сосновых насаждений (рис. 1). Ареал распространения простирается по территории европейской России, Финляндии [1], Белоруссии и странах Европы [2]. В азиатской части России ареал распространения вредителя охватывает Сибирь, Забайкалье, Якутию, Дальний Восток в районах произрастания хвойных пород. Кроме того, вредитель встречается в лесах Китая, Северной Монголии, Кореи и Японии [3]. Насекомое повреждает главным образом хвойные рода *Pinus* [4] в редких случаях заселяет такие породы деревьев, как ель, пихта, лиственница [5]. Вредитель быстро распространяется в ослабленных насаждениях. Деревья, произрастающие в южных районах, могут подвергаться нападению двух генераций жуков [6]. Чаще всего причиной снижения устойчивости сосновых лесов и нарушением экологического равновесия выступают изменения климата [7–9] и гидрологического режима [10–12]. Дополнительным фактором ослабления лесов, расположенных вблизи крупных городов, является антропогенный фактор [13]. Усыхание сосновых лесов на территории европейской части России, причиной которого выступил вершинный короед с комплексом стволовых вредителей, началось значительно позже, чем на территории европейских стран. Первые сигналы об усыхании сосновых лесов на приграничных с Белоруссией территориях начали поступать в конце 2016 г. Во время полевого сезона 2017 г.



Рис. 1. Имаго вершинного короеда под микроскопом  
Fig. 1. Imago *Ips acuminatus* under microscope

сотрудниками Центра защиты леса Калужской области были получены первые данные о наблюдении усыхания отдельных деревьев и куртин сосны в Брянской обл. На начало формирования вспышки массового размножения насекомого также указывало наличие сухостоя текущего года. Следует отметить, что поврежденные деревья — самые высокие и хорошо освещенные в насаждении, а это указывает именно на «короедный» характер усыхания, а не на усыхание от ослабления вследствие иных болезней и последующего заселения короедами уже фактически мертвых деревьев. Кроме того, вершинный короед способен заносить под кору споры различных грибов, бактерий и других возбудителей болезней [14, 15].



**Рис. 2.** Феромонная ловушка барьерного типа: 1 — воронка; 2 — барьер; 3 — съемный стакан; 4 — диспенсер  
**Fig. 2.** The pheromone trap: 1 — funnel; 2 — barrier; 3 — removable cup; 4 — dispenser

В течение последних лет вершинный короед постепенно распространился в Центральной России. Для предотвращения возникновения новых очагов его массового размножения и в целях контроля численности популяции необходимо проведение комплексных мероприятий и осуществление мониторинга [16, 17], в частности, с помощью феромонных наблюдений. Этот способ мониторинга обеспечивает своевременную фиксацию увеличения численности насекомого и помогает выявить новые очаги. Полученную информацию можно использовать при планировании санитарно-оздоровительных мероприятий, в особенности рубки свежеселенных деревьев. Специалисты определяют этот способ борьбы с вредителем, как один из эффективных [18].

### Цель работы

Цель работы — составление прогноза распространения вершинного короеда в лесных массивах, задача — установление роста численности вредителя с использованием феромонных ловушек барьерного типа.

### Материалы и методы

Наблюдения с применением феромонных ловушек проводятся совместно с традиционными методами наблюдения для обнаружения опасных

видов вредителей и фиксации их активного лета [17]. Наблюдения осуществляются в рамках работ по государственному лесопатологическому мониторингу [19]. Феромонные ловушки размещаются на постоянных маршрутных ходах или пунктах наблюдений за 1–1,5 недели до начала активного лета вредителей и снимаются через неделю после его окончания. Для проведения работ были отобраны приспевающие и спелые средне- и высокополнотные насаждения, преимущественно с преобладанием высокого и среднего классов бонитета в составе сосновых насаждений. Феромонная ловушка (рис. 2) барьерного типа состоит из воронки (1), барьера (2), съемного стакана (3) и диспенсера (4). Для вершинного короеда используется диспенсер «Ипсвабол-В».

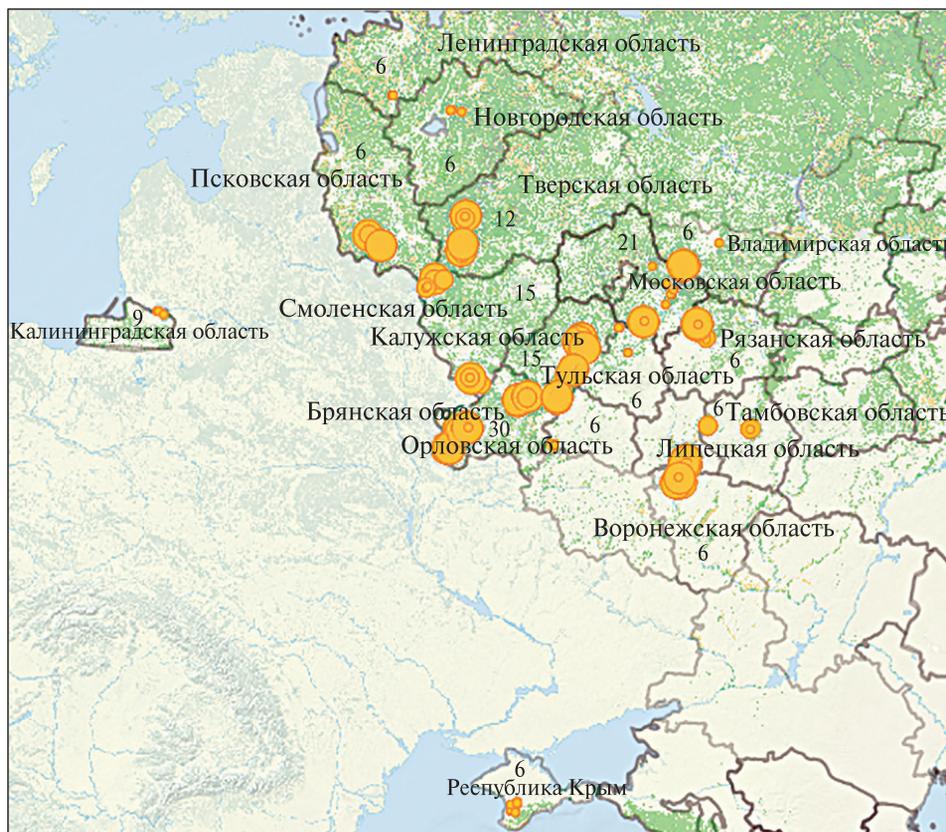
Места для размещения ловушек выбирали на основе данных лесоустройства в камеральных условиях. Так были выбраны участки, пригодные для заселения вредителя и образования резерваций и первичных очагов. Ловушки устанавливали на ветвях подлеска, усохших деревьях или наклонных кольях. Высота от ловушки до поверхности земли составляла 1,3...1,5 м, а расстояние до живых деревьев кормовой породы — не менее 6...8 м [20]. Учет «отлова» вредителей проводили каждые 5–7 дней. В периоды холодной и дождливой погоды сроки наблюдений увеличивали до 10 дней. Угрозу возникновения очагов массового размножения вершинного короеда устанавливали по количеству отловленных жуков за два периода (с апреля по июнь и с июля по август):

- до 50 шт. — незначительная угроза образования очагов;
- 50...100 шт. — слабая/средняя угроза образования очагов;
- более 100 шт. — средняя/высокая угроза образования очагов.

Перечисленные критерии были приняты едиными для всех регионов.

### Результаты и обсуждение

ФБУ Рослесозащита в 2020 г. были проведены выборочные наблюдения с использованием феромонных ловушек за вершинным короедом. Работы проводились в соответствии с методическими указаниями, разработанными ВНИИЛМ [20]. Основной задачей проведенных работ была оценка угрозы возникновения очагов вредителей. Наблюдения проводились в 17 субъектах европейской части России: во Владимирской, Воронежской, Брянской, Калужской, Смоленской, Тверской, Московской, Тульской, Липецкой, Орловской, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Калининградской, Рязанской, Тамбовской областях и Республике Крым. Общее количество ловушек, размещенных в субъектах РФ указаны на карте-схеме (рис. 3).



**Рис. 3.** Расположение ловушек в субъектах РФ с обозначением степени угрозы образования очагов

**Fig. 3.** Location of traps in the territorial entities of the Russian Federation, indicating the degree that the forest is affected by depredators

В 2020 г. в большинстве исследуемых регионов сформировались благоприятные условия для развития вершинного короеда. Особенное влияние оказали положительные температуры воздуха [21–24].

Проведенные исследования позволили прийти к некоторым заключениям.

Высокая угроза образования очагов отмечена в Псковской, Владимирской, Московской, Брянской, Липецкой и Рязанской областях. Следует отметить, в Брянской, Воронежской и Московской областях количество вредителя на ловушку уменьшилось по сравнению с 2019 г., однако угроза формирования очагов массового размножения осталась высокой. В Калужской, Владимирской, Тамбовской, Псковской, Тверской и Рязанской областях максимальная уловистость ловушек была близка к среднему количеству отловленных жуков, что свидетельствовало о равномерном распределении вредителя в насаждениях (рис. 4).

Также было отмечено резкое увеличение численности вредителя по сравнению с 2019 г., в насаждениях Тверской, Липецкой и Псковской областей. Исходя из полученных данных, можно предположить, что на территории данных субъ-

ектов при благоприятных погодных условиях в апреле–мае 2021 г. возможно формирование очагов вредителя в период 2021–2022 гг.

Средняя угроза формирования очагов сохранилась в Смоленской, Калужской, Владимирской областях. Здесь количество жуков вершинного короеда не превышало 60 шт. на ловушку.

Фоновая численность вершинного короеда со слабой угрозой формирования очагов сохранилась в Тульской, Ленинградской, Новгородской и Тамбовской областях. Вредитель не выявлен в ловушках, размещенных в Орловской, Калининградской областях и в Республике Крым.

Для составления прогноза развития вершинного короеда в 2021 г. был проведен сравнительный анализ погодных условий в Московской, Брянской, Смоленской и Тверской областях за 2020 г. и результатов феромонных наблюдений. В итоге была установлена взаимосвязь увеличения численности вредителя с достижением оптимальных условий для его развития. При анализе погодных условий использовали сумму активных температур выше 10 °С и гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. Сумма активных температур отражает зависимость скорости роста насекомых от температуры [25].

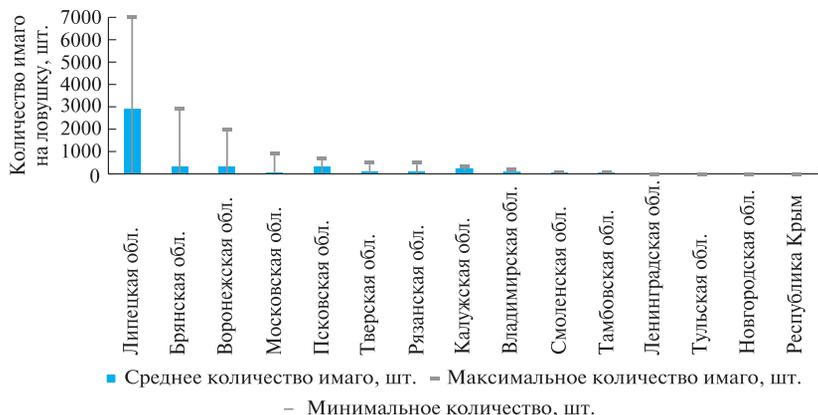


Рис. 4. Результаты отлова вершинного короеда феромонными ловушками за период наблюдений

Fig. 4. *Ips acuminatus* caught by pheromone traps during the observation period

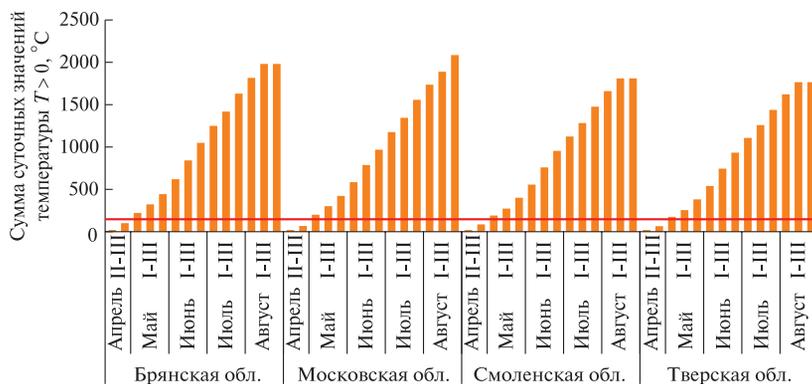


Рис. 5. Сумма активных температур за период апреля (II декада) — августа (III декада)

Fig. 5. Degree days from April (II decade) to August (III decade)

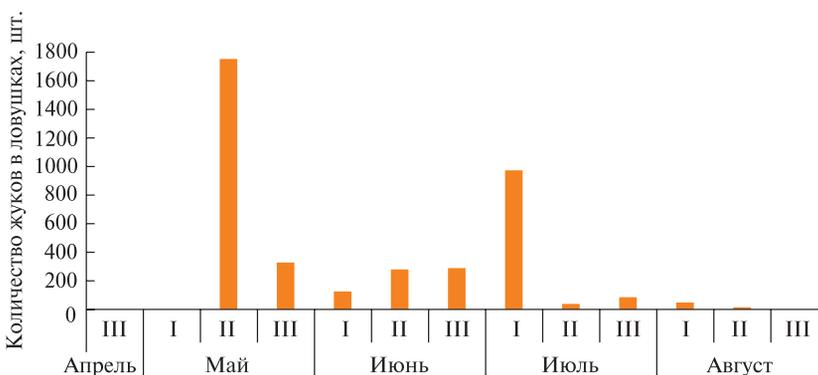


Рис. 6. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Брянской обл.

Fig. 6. Maximum number of insect per trap from April to August in the Bryansk region

Оптимальными условиями для активного лета вершинного короеда считаются максимальная дневная температура воздуха от +16 °C и сумма среднесуточных положительных температур в пределах 160...165 °C [20].

В исследуемых областях благоприятные погодные условия для активного лета имаго первого поколения вредителя сформировались в I–II декадах мая (рис. 5).

В Брянской обл. летная активность первого поколения происходила в I–II декадах мая, что подтверждает анализ температуры за этот период. За весь период наблюдений (апрель — май) среднее количество жуков вершинного короеда на ловушку составило 301 шт. В первый пик летной активности максимальное количество жуков на ловушку составило 1751 шт. (данные по Брянскому лесничеству). Второй пик летной активно-

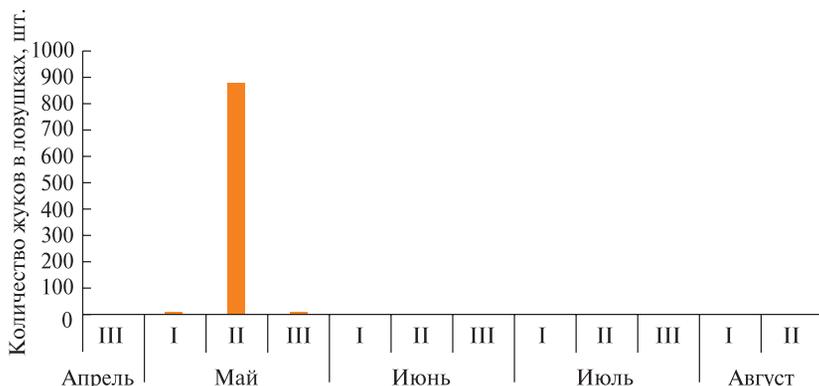


Рис. 7. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Московской обл.

Fig. 7. Maximum number of insect per trap from April to August in the Moscow region

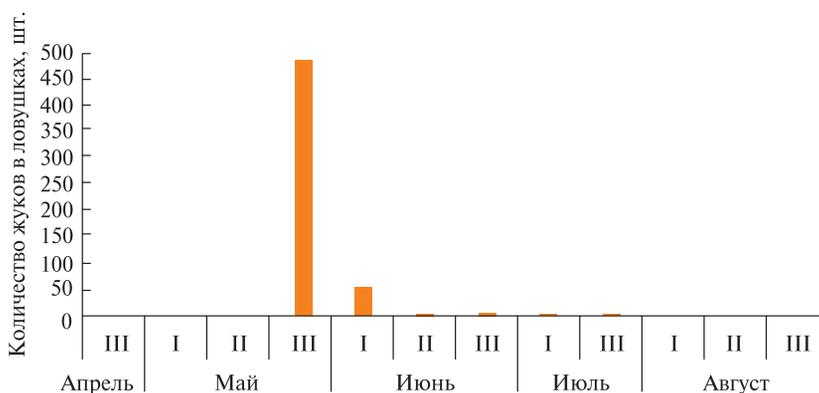


Рис. 8. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Тверской области

Fig. 8. Maximum number of insect per trap from April to August in the Tver region

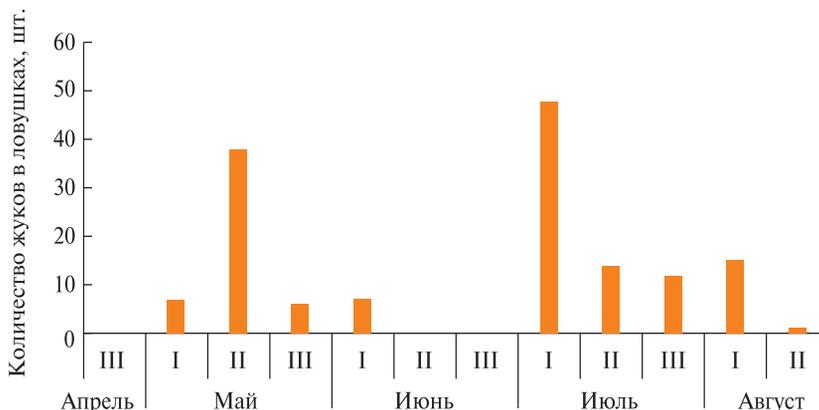


Рис. 9. Максимальное отловленное количество жуков на ловушку за период апрель — август в Смоленской обл.

Fig. 9. Maximum number of insect per trap from April to August in the Smolensk region

сти наблюдался с 25 мая по 3 июня. Максимальное количество отловленных жуков на ловушку составило 977 шт. Также на территории Брянской обл. специалисты зафиксировали летную активность сестринского поколения вредителя (рис. 6).

В Московской обл. летная активность первого поколения вершинного короеда проходила в начале мая (рис. 7). Благоприятные условия для нее были сформированы в первой декаде мая. Средняя уло-

вистость ловушек за период наблюдений составила 43 шт. Максимальное количество отловленных жуков на ловушку составило 927 шт. (по данным отлова в лесничестве «Русский лес»). Летная активность второго поколения не наблюдалась.

В Тверской обл. феромонные ловушки были вывешены только во II декаде мая (рис. 8). Установить фактическое начало летной активности по результатам отлова невозможно. Согласно

**Расчетный гидротермический коэффициент для метеостанций, ближайших к району размещения феромонных ловушек, в период наблюдений с апреля по август**  
**Estimated hydrothermic coefficient for meteorology stations near to the location of pheromone trap during the observation from April to August**

Субъект	Апрель		Май			Июнь			Июль			Август		
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Брянская обл.	–	–	5,7	4,7	8,5	6,1	4,7	5,6	4,9	5,1	4,5	4,1	3,8	0,0
Московская обл.	–	–	2,1	1,7	5,1	5,1	4,1	3,7	3,7	3,6	3,3	2,9	2,9	2,7
Тверская обл.	–	–	3,6	3,8	2,2	1,8	4,1	4,0	4,0	4,9	5,0	4,7	4,3	0,0
Смоленская обл.	–	–	2,3	8,6	7,2	5,0	4,5	4,0	3,9	4,5	4,4	3,9	3,8	0,0

*Примечание.* Численные значения гидротермического коэффициента означают: 2,0 — избыточное увлажнение, 1,5 — хорошее, 1,0 — на грани засухи, 0,5 — сильная засуха, 0 — полное бездождье [17]

метеорологическим данным, благоприятные погодные условия сформировались в начале мая. Гипотетически можно предположить, что летная активность происходила в данный период. Среднее количество жуков вершинного короеда на одну ловушку за период работ составило 115 шт. Максимальное количество жуков на одну ловушку 440 шт. (по данным отлова в Торопецком лесничестве). Во время второго периода наблюдений (июль — август) среднее количество жуков не превышало 3 шт. на ловушку.

В Смоленской обл. летная активность первого поколения вредителя была в I декаде мая (рис. 9). Благоприятные погодные условия для нее также были сформированы в начале мая. Средняя уловистость ловушек за период наблюдений составила 28 шт. Максимальное количество жуков на одну ловушку составило 38 шт. (по данным отлова в Велижском лесничестве). Летная активность второго поколения началась в I декаду июля и закончилась во II декаду августа. За второй период наблюдений максимальное количество жуков в ловушке составило 48 шт.

В Московской и Тверской областях летная активность второго поколения не зафиксирована, в ловушках встречались отдельные особи жука. На территории этих субъектов в предполагаемый период летной активности второго поколения были зафиксированы обильные осадки, что препятствовало распространению насекомого. В таблице отражены расчеты ГТК по некоторым метеостанциям, расположенным наиболее близко к лесным насаждениям с размещенными ловушками.

## Выводы

По результатам проведенных работ установлено, что в отдельных регионах существует высокая угроза формирования очагов массового размножения вершинного короеда. В связи с этим феромонные наблюдения были продолжены в 2021 г.

Своевременные профилактические и санитарно-оздоровительные мероприятия способствуют

ограничению распространения вредителя, что хорошо видно на примере Брянской обл. Здесь увеличение площади очагов в 2020 г. по сравнению с 2019 г. не произошло благодаря своевременным выборочным рубкам и выборке заселенных деревьев. Кроме того, можно сделать вывод о том, что на основе краткосрочного прогнозирования по условиям погоды и знаниям индивидуальных особенностей развития вредителя в регионе можно спрогнозировать начало летной активности первого и второго поколений вредителя. Эту информацию можно использовать при проведении мероприятий по защите леса и прогнозе развития вредителя впоследствии.

## Список литературы

- [1] Siitonen J. Ips acuminatus kills pines in southern Finland // *Silva Fennica*, 2014, v. 48, no. 4, article 1145, 7 p.
- [2] Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems. Eds. Paine T., Lieutier F., Springer International Publishing, 2016, 888 p.
- [3] Старк В.Н. Короеды. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. XXXI. М.; Л.: Изд-во. АН СССР, 1952. 462 с.
- [4] Guérard N., Dreyer E., Lieutier F. Interactions between Scots pine, Ips acuminatus (Gyll.) and Ophiostoma brunneo-ciliatum (Math.): estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem // *Annals of Forest Science*, 2000, v. 57, p. 681–690.
- [5] Маслов А.Д. Кутеев Ф.С., Прибылова М. В. Стволовые вредители. М.: Лесная пром-сть, 1973. 144 с.
- [6] Сазонов А.А., Кухта В.Н., Тапчевская В.А. Вспышка массового размножения вершинного короеда (Ips acuminatus (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) в лесах Белорусского Полесья // *Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: Сб. статей II Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. О.И. Бородина, В.А. Цинкевича, А.Н. Варакина. Минск, Сентябрь 6–8, 2017. Минск: Беларусь, 2017. С. 366–378.*
- [7] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Venetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests // *For. Ecol. Manag.*, 2010, v. 259, pp. 660–684.
- [8] Young D.J.N., Stevens J.T., Earles J.M., Moore J., Ellis A., Jirka A.L., Latimer A.M. Long-term climate and competition explain forest mortality patterns under extreme drought // *Ecol. Lett.*, 2017, v. 20, pp. 78–86.

- [9] Маслов А.Д. Влияние температуры и влажности на стволовых вредителей леса. Пушкино: Изд-во ФГУ ВНИИЛМ, 2008. 26 с.
- [10] Усень В.В., Блинова Н.С. Оценка численности вершинного (*Ips acuminatus* Gyll.) и шестизубчатого (*Ips sexdentatus* Voern.) короедов в сосновых насаждениях с применением феромонных препаратов // Тр. БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2019. № 1 (216). С. 84–88.
- [11] Wermelinger B., Rigling A., Schneider Mathis D., Kenis M., Gossner M.M. Climate Change Effects on Trophic Interactions of Bark Beetles in Inner Alpine Scots Pine Forests // *Forests*, 2021, v. 12, p. 136. URL: <https://doi.org/10.3390/f12020136> (дата обращения 27.04.2021)
- [12] Воронцов А.И. Лесная энтомология. М.: Экология, 1995. 352 с
- [13] Francke-Grosmann H. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Stockholm: Predecessors to SLU, 1952, v. 41, p. 6.
- [14] Moon M.-J., Kim H., Park J.-G., Choi W.-I. Mouthparts of the bark beetle (*Ips acuminatus*) as a possible carrier of pathogenic microorganisms // *J. of Asia-Pacific Entomology*, 2014, v. 17(4), pp. 829–836.
- [15] Paine T.D., Raffa K.F., Harrington T.C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers // *Annu. Rev. Entomol.*, 1997, v. 42, pp. 179–206.
- [16] Лебедев А.В., Иванова Э.А. Патология ели в древостоях разного состава // ИВУЗ Лесной журнал, 2001. № 3. С. 47–50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patologiya-eli-v-drevostoyah-raznogo-sostava> (дата обращения 27.04.2021).
- [17] Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под ред. В.К. Тузова. М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
- [18] Вендило Н.В., Плетнев В.А., Комарова И.А., Баранчиков Ю.Н. Исследования феромона вершинного короеда – *Ips acuminatus* // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Матер. Второй Всерос. конф. с международным участием. Москва, 22–26 апреля 2019 г. Москва; Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2019. С. 47–48
- [19] Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_219272/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_219272/) (дата обращения 10.03.2021)
- [20] Применение феромонов вершинного и шестизубчатого короедов и черных усачей — соснового и малого елового. Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2014. 24 с.
- [21] Peltonen M., Heliövaara K.. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge, 1999, v. 1(4), pp. 237–242. DOI:10.1046/j.1461-9563.1999.00033.x
- [22] Bjorkman C., Niemela P. Climate change and insect pests. CABI, 2015. 267 p.
- [23] Anderegg W.R.L., Hicke J.A., Fisher R.A., Allen C.D., Aukema J., Bentz B., Hood S., Lichstein J.W., Macalady A.K., McDowell N. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate // *New Phytol.*, 2015, v. 208, pp. 674–683.
- [24] Forrest J.R.K. Complex responses of insect phenology to climate change // *Current opinion in insect science*, 2016, v. 17, pp. 49–54. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.07.002> (дата обращения 23.04.2021)
- [25] Саулич А.Х. Правило суммы эффективных температур: недостатки и возможности использования // *Энтомологическое обозрение*, 1999. Т. 78. № 2. С. 257–274.

## Сведения об авторах

**Соболев Алексей Александрович** — заместитель начальника отдела организации Государственного лесопатологического мониторинга ФБУ «Российский центр защиты леса», [aasobolev@live.ru](mailto:aasobolev@live.ru)  
**Шипинская Ульяна Сергеевна** — студент кафедры лесоводства, экологии и защиты леса МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), [ulanashipinska@mail.ru](mailto:ulanashipinska@mail.ru)

Поступила в редакцию 01.07.2021.

Принята к публикации 27.10.2021.

## IPID BARK BEETLE POPULATION ASSESSMENT AND THREATS TO WEAKEN PINE STANDS IN CENTRAL RUSSIA

A.A. Sobolev<sup>1</sup>, U.S. Shipinskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FBU «Russian Forest Protection Center», 13, Nadsonovskaya st., 141207, Pushkino, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

aasobolev@live.ru

The data on the ipid bark beetle population growth in pine plantations of Central Russia in 2020 was recorded. The formation of favorable weather conditions for the development of this depredator in some regions was recorded, which greatly influenced the successful development of the insect population in plantations, in particular in the Pskov, Vladimir, Moscow, Bryansk, Lipetsk, and Ryazan regions. In some areas, a medium and low spread of the bark beetle was revealed. The influence of meteorological conditions on the flight activity of the insect and the probability of the mass reproduction foci formation under the 2020 weather conditions were analyzed. The results of the study formed the basis for the forecast preparation of the sanitary and forest health state. It is recommended to use the materials of the article to determine the optimal period for carrying out measures to protect pine plantations from the ipid bark beetle.

**Keywords:** ipid bark beetle, pheromone traps, foci of mass reproduction, secondary insects, weather analysis

**Suggested citation:** Sobolev A.A., Shipinskaya U.S. *Otsenka chislennosti populyatsii vershinnogo koroeda i svyazannoy s ney ugrozy oslableniya sosnovykh nasazhdeniy Tsentral'noy Rossii* [Ipid bark beetle population assessment and threats to weaken pine stands in Central Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 89–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-6-89-97

### References

- [1] Siitonen J. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 2014, v. 48, no. 4, article 1145, 7 p.
- [2] *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Eds. Paine T., Lieutier F., Springer International Publishing, 2016, 888 p.
- [3] Stark V.N. *Koroedy. Fauna SSSR. Zhestkokrylye* [Bark beetles. Fauna of the USSR. Coleoptera]. T. XXXI. Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1952, 462 p.
- [4] Guérard N., Dreyer E., Lieutier F. Interactions between Scots pine, *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Ophiostoma brunneo-ciliatum* (Math.): estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem. *Annals of Forest Science*, 2000, v. 57, p. 681–690.
- [5] Maslov A.D. Kuteev F.S., Pribylova M. V. *Stvolovye vrediteli* (Wood pests). Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1973, 144 p.
- [6] Sazonov A.A., Kukhta V.N., Tapchevskaya V.A. Vspyshka massovogo razmnozheniya vershinnogo koroeda (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) v lesakh Belorusskogo Poles'ya [Outbreak of mass reproduction of the summit bark beetle (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) in the forests of the Belarusian Polesie]. *Itogi i perspektivy razvitiya entomologii v Vostochnoy Evrope: sb. statey II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Results and prospects of the development of entomology in Eastern Europe: collection of articles. Articles II Int. scientific-practical conf.]*. Eds. O.I. Borodin, V.A. Tsinkevich, A.N. Varaksin. Sentyabr 6–8, 2017. Minsk: Belarus, 2017, pp. 366–378.
- [7] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Venetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manag.*, 2010, v. 259, pp. 660–684.
- [8] Young D.J.N., Stevens J.T., Earles J.M., Moore J., Ellis A., Jirka A.L., Latimer A.M. Long-term climate and competition explain forest mortality patterns under extreme drought. *Ecol. Lett.*, 2017, v. 20, pp. 78–86.
- [9] Usenya A.D. *Vliyaniye temperatury i vlazhnosti na stvolovyykh vreditel'nykh lesa* [Influence of temperature and humidity on the tree trunk of forest insects]. Pushkino: VNIILM, 2008, 26 p.
- [10] Usenya V.V., Blinova N.S. *Otsenka chislennosti vershinnogo (Ips acuminatus Gyll.) i shestizubchatogo (Ips sexdentatus Boern.) koroedov v sosnovykh nasazhdeniyakh s primeneniem feromonnykh preparatov* [Assessment of the number of apical *Ips acuminatus* Gyll. and *Ips sexdentatus* Boern. Bark beetles in pine plantations using pheromone preparations]. *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vobnovlyayemykh resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources], 2019, no. 1 (216), pp. 84–88.
- [11] Wermelinger B., Rigling A., Schneider Mathis D., Kenis M., Gossner M.M. Climate Change Effects on Trophic Interactions of Bark Beetles in Inner Alpine Scots Pine Forests. *Forests*, 2021, v. 12, p. 136. Available at: <https://doi.org/10.3390/f12020136> (accessed 27.04.2021).
- [12] Voroncov A.I. *Lesnaya entomologiya* [Forest entomology]. Moscow: Ekologiya, 1995, 352 p.
- [13] Francke-Grossmann H. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Stockholm: Predecessors to SLU, 1952, v. 41, p. 6.
- [14] Moon M.-J., Kim H., Park J.-G., Choi W.-I. Mouthparts of the bark beetle (*Ips acuminatus*) as a possible carrier of pathogenic microorganisms. *J. of Asia-Pacific Entomology*, 2014, v. 17(4), pp. 829–836.
- [15] Paine T.D., Raffa K.F., Harrington T.C. Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers. *Annu. Rev. Entomol.*, 1997, v. 42, pp. 179–206.
- [16] Lebedev A.V., Ivanova E.A. *Patologiya eli v drevostoyakh raznogo sostava* [Spruce Pathology in the Stands of Different Composition]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2001, no. 3, pp. 47–50. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/patologiya-eli-v-drevostoyah-raznogo-sostava> (accessed 04.06.2021).
- [17] *Metody monitoringa vreditel'nykh i bolezney lesa* [Methods for monitoring forest pests and diseases]. Ed. V.K. Tuzova. Moscow: VNIILM, 2004, 200 p.

- [18] Vendilo N.V., Pletnev V.A., Komarova I.A., Baranchikov Yu.N. *Issledovaniya feromona vershinnogo koroeda — Ips acuminatus* [Research of the pheromone of *Ips acuminatus*]. *Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'nykh i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike. Materialy Vtoroy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Monitoring and biological methods of control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Materials of the Second All-Russian Conference with International Participation]. Moskva, 22–26 April 2019. Moskva—Krasnoyarsk: IL SO RAN, 2019, pp. 47–48
- [19] *Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya gosudarstvennogo lesopatologicheskogo monitoringa* [On approval of the Procedure for the implementation of state forest pathological monitoring]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (accessed 23.04.2021).
- [20] *Primenenie feromonov vershinnogo i shestizubchatogo koroedov i chernyh usachey — sosnovogo i malogo elovogo* [The use of pheromones of the *Ips acuminatus* and *Ips sexdentatus* and *Monochamus* — *Monochamus gallopovincialis* and *Monochamus sutor*]. Pushkino: VNIILM, 2014, 24 p.
- [21] Peltonen M., Heliövaara K.. Attack density and breeding success of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) at different distances from forest-clearcut edge, 1999, v. 1(4), pp. 237–242. DOI:10.1046/j.1461-9563.1999.00033.x
- [22] Bjorkman C., Niemela P. Climate change and insect pests. CABI, 2015. 267 p.
- [23] Anderegg W.R.L., Hicke J.A., Fisher R.A., Allen C.D., Aukema J., Bentz B., Hood S., Lichstein J.W., Macalady A.K., McDowell N. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytol.*, 2015, v. 208, pp. 674–683.
- [24] Forrest J.R.K. Complex responses of insect phenology to climate change. *Current opinion in insect science*, 2016, v. 17, pp. 49–54. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.07.002> (дата обращения 23.04.2021)
- [25] Saulich A.X. *Pravilo summy effektivnykh temperatur: nedostatki i vozmozhnosti ispolzovaniya* [The rule of the sum of effective temperatures: disadvantages and possibilities of use]. *Entomologicheskoe obozrenie* [Entomological Review], 1999, t. 78, no. 2, pp. 257–274.

## Authors' information

**Sobolev Aleksey Aleksandrovich** — Deputy Head of the Department of State Forest pathology monitoring FBU «Russian Centre of Forest Health», [aasobolev@live.ru](mailto:aasobolev@live.ru)

**Shipinskaya Ulyana Sergeevna** — Student of the Department of Forestry, ecology and forest protection of the BMSTU (Mytishchi branch), [ylanashipinska@mail.ru](mailto:ylanashipinska@mail.ru)

Received 01.07.2021.

Accepted for publication 27.10.2021.