

УДК 630\*453+595.768.24(571.1/.5)

## СОЮЗНЫЙ КОРОЕД – НОВЫЙ ВЫЗОВ ДЛЯ ЛЕСОЗАЩИТЫ В СИБИРИ

С. А. Кривец<sup>1</sup>, И. А. Керчев<sup>1</sup>, Э. М. Бисирова<sup>1,2</sup>, Н. А. Смирнов<sup>1</sup>, Е. Н. Пац<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН  
634055, Томск, просп. Академический, 10/3

<sup>2</sup> Томский филиал Всероссийского центра карантина растений  
634069, Томск, просп. Фрунзе, 109А

E-mail: krivec\_sa@mail.ru, ivankerchev@gmail.com, bissirovaem@mail.ru,  
niknov918@gmail.com, patz\_imces@mail.ru

Поступила в редакцию 12.07.2022 г.

Приведен обзор проблем в защите кедровых лесов Сибири, возникших в связи с недавней инвазией европейского вселенца – союзного короледа (*Ips amitinus* (Eichh.)), сформировавшего очаги массового размножения на территории Томской и Кемеровской областей. По результатам собственных исследований обсуждены сложности индикации и раннего выявления вида, оценки состояния древостоев и популяций короледа в очагах размножения, проведения мероприятий, направленных на предотвращение распространения агрессивного чужеродного вида. Показаны объективные причины неэффективности защиты лесов от этого насекомого на современном этапе: отсутствие информационного и научно-методического ее обеспечения с учетом особенностей биологии и экологии нового вредителя; отсутствие разработанной технологии практического применения защитных мероприятий в условиях специфического ведения хозяйства в кедровых лесах; законодательные коллизии. В связи с особенностями инвазионной ситуации предложен для рассмотрения ряд нововведений в организацию и проведение лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований в кедровых лесах Сибири. Обоснована необходимость конкретизации шкалы категорий состояния деревьев, поврежденных союзным короеледом, с учетом особенностей взаимоотношений вредителя и кормовой породы, показаны возможности и перспективность проведения дистанционных наблюдений за очагами союзного короледа и его распространением с помощью беспилотных летательных аппаратов. Дана критическая оценка разрешенных нормативными документами мероприятий по ограничению распространения вредителей в лесах и их возможностей для решения проблемы деградации кедровников в очагах массового размножения союзного короледа. Сформулированы предложения для оптимизации технологии защиты сибирских кедровых лесов от нового инвазивного вредителя.

**Ключевые слова:** инвазия, вспышка массового размножения, проблемы защиты кедровых лесов.

DOI: 10.15372/SJFS20230105

### ВВЕДЕНИЕ

В первые десятилетия XXI в. в темнохвойных лесах Сибири были обнаружены 2 чужеродных вида стволовых насекомых – дальневосточный по происхождению уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) и европейский вселенец союзный короледа (*Ips amitinus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)).

Уникальность данных событий состоит в том, что это первые установленные инвазии короледов на территории региона. Оба вида во

вторичном ареале проявили себя как агрессивные вредители местных лесообразователей: уссурийский полиграф – пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), союзный короледа – сосны кедровой сибирской (кедра сибирского) (*Pinus sibirica* Du Tour) (Баранчиков и др., 2011; Керчев и др., 2019). Вызывая в насаждениях массовое усыхание деревьев, эти короледы имеют большое лесопатологическое и биогеоэкологическое значение, приводя к существенной трансформации лесных экосистем в регионах инвазии (Кривец и др., 2015).

Союзный короед – исходно представитель фауны центральноевропейских горных хвойных лесов, к настоящему времени широко распространившийся во многих странах Европы и быстро расширяющий свой первичный ареал (Ижевский и др., 2005; Cognato, 2015). Особую тревогу вызвала активная экспансия союзного короеда в последние десятилетия в страны Северной Европы, причинами которой считают глобальные климатические изменения и их влияние на лесные экосистемы (Økland et al., 2019).

По-видимому, нельзя исключать значение случайного завоза в распространении союзного короеда в Европе: неоднократно он обнаруживался карантинными службами на импортируемой древесине и упаковочных материалах в Норвегии (Økland, Skarpaas, 2008), Швеции (Lindelöw, 2013), США (Haack, 2001) и Новой Зеландии (Brockhoff et al., 2006).

В первичном ареале в Европе союзный короед обитает в зоне темнохвойных лесов от низменных до высокогорных районов (до высоты 2250 м над ур. м.). По трофической специализации и размерам жуков ранее выделялось две расы вида: *Ips amitinus* (на ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Н. Karst.)), и *I. amitinus* var. *montana* (Fuchs, 1913), специализирующейся на кедре европейском (*Pinus cembra* L.) и сосне горной (*P. mugo* Turra), позднее в результате молекулярно-генетических исследований сведенная в синонимы (Stauffer, Zuber, 1998). Также союзный короед развивается на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и других видах из родов сосны (*Pinus* L.) и ели (*Picea* A. Dietr.), есть единичные упоминания о питании на лиственнице европейской (*Larix decidua* Mill.) и пихте европейской (*Abies alba* Mill.) (Jeger et al., 2017).

В Европе союзный короед не имеет высокой экономической значимости. Часто он поселяется совместно с короедом-типографом (*Ips typographus* (L.)), обыкновенным гравером (*Pityogenes chalcographus* (L.)) и другими стволовыми дендрофагами, развивающимися на ели. В литературе отмечено участие союзного короеда во вспышках короедов в Центральной, Юго-Восточной и Южной Европе (Postner, 1974; Zach et al., 2010; Holuša et al., 2012), которые способны привести к гибели целые насаждения. В качестве самостоятельного очага массового размножения союзного короеда из наиболее значимых для Европы указаны лишь насаждения кедра европейского на площади 25 га в Альпийском регионе Словении (Jugc, Vojović, 2006).

В России союзный короед (второе его название – короед многоходый) является обычным

видом в северо-западных регионах европейской части, куда проник в результате стремительного расселения по Фенноскандии во второй половине XX – начале XXI вв. (Mandelshtam, 1999; Voorma et al., 2004; Økland et al., 2019; Musolin et al., 2022). Здесь он найден на сосне обыкновенной и ели европейской и не причиняет особого вреда (Мандельштам, Селиховкин, 2020).

В 2019 г. союзный короед впервые был идентифицирован на юго-востоке Западной Сибири как новый вредитель кедра сибирского, вызвавший массовое усыхание деревьев по вершинному типу в ценных темнохвойных насаждениях близ населенных пунктов – припоселковых кедровниках (Керчев и др., 2019).

По-видимому, на новую территорию, удаленную на 3 тыс. км от его местонахождений в европейской части страны, короед попал именно с Северо-Запада России (Мандельштам, Селиховкин, 2020) при случайном завозе с древесными материалами по Транссибирской железнодорожной магистрали. Сначала инвайдер обосновался в расположенных вблизи нее кедровых лесах Яшкинского района Кемеровской области, где и были обнаружены наиболее ранние и крупные очаги усыхания деревьев.

По данным Томского филиала ФГУ «Российский центр защиты леса», площадь выявленных в 2019 г. очагов массового размножения союзного короеда составляла 237 га в Томской области и 1033 га в Кемеровской. В конце 2021 г. она оценивалась уже в 1491.7 га в Томской и 1584 га в Кемеровской области, с реальной перспективой дальнейшего увеличения (Опасный вредитель..., 2022).

В результате позднего обнаружения очагов размножения инвайдера, сложной лесопатологической обстановки в насаждениях, в том числе из-за вспышки массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov) 2016–2018 гг., новых законодательных ограничений в проведении лесохозяйственных мероприятий в кедровниках (Федеральный закон..., 2018), предпринятые лесозащитные меры не были эффективными. Немаловажное значение в этом имело и отсутствие сведений об особенностях биологии и экологии союзного короеда в Сибири, характере его связей с новой кормовой породой и специфике мониторинга популяций агрессивного чужеродного дендрофага и повреждаемых им насаждений.

На сегодняшний день проблема союзного короеда в Сибири приобрела большое экономическое, экологическое и социальное значение. Развитие очагов инвазивного вредителя в

припоселковых кедровниках представляет реальную угрозу утраты их функций защитных лесов, объектов орехопромысла и генетических резерватов кедра сибирского, природоохранного значения как особо охраняемых природных территорий, приводит к ухудшению условий среды обитания местного населения и риску возникновения пожаров в непосредственной близости к населенным пунктам.

Инвазии союзного короеда в Сибири изучаются нами с момента ее обнаружения. За 4 года исследований не только накоплен солидный объем научных данных о вредителе, но и сформировалось представление о «болевых точках» в решении задачи защиты лесов от нового вселенца. Цель данного сообщения – дать обзор проблем, связанных с оценкой вредоносности, организацией лесопатологического мониторинга и способами ограничения численности союзного короеда в инвазивном ареале, и предложить свое видение технологии защиты от него сибирских кедровых лесов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Не касаясь ресурсных проблем, заключающихся в ограниченности материально-технической базы и нехватки специалистов для проведения больших объемов лесозащитных работ в нужном количестве, что характерно для всего лесного хозяйства России, можно выделить несколько основных типов «вызовов», с которыми столкнулась лесозащита при инвазии союзного короеда, в том числе:

– отсутствие информационного и научно-методического обеспечения защиты от него кедровых лесов с учетом особенностей биологии и экологии нового вредителя и повреждаемой породы;

– отсутствие технологии практического применения защитных мероприятий, в том числе в условиях специфического ведения хозяйства в кедровых лесах;

– законодательные коллизии.

Основываясь на собственном опыте многолетней работы в сибирских лесах, попытаемся разобраться в том, какие конкретно проблемы привнес в защиту леса чужеродный вид и какие можно наметить подходы к их решению.

**1. Идентификация нового инвазивного вредителя.** Эта проблема обусловлена не столько сложностью видовой идентификации, но и слабой информированностью и недостатком

квалифицированных кадров, готовых к встрече на практике с видом, не свойственным данному региону.

Как, на наш взгляд, она может решаться? Прежде всего, оперативным изданием материалов, содержащих основную информацию о вредителе. Примером может служить подготовка коллективом сибирских исследователей под руководством Ю. Н. Баранчикова плаката «Уссурийский полиграф», изданного тиражом 1000 экз. Институтом леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Этот плакат сейчас присутствует на информационных стендах не только центров защиты леса сибирских регионов, в которых обнаружен вредитель, но и в лесничествах и их участковых подразделениях. Были изданы и другие методические пособия по уссурийскому полиграфу (рис. 1).

Почему бы Федеральному агентству лесного хозяйства в связи с большим значением новой инвазии союзного короеда в Сибири не изыскать возможность для выделения средств на создание подобных пособий по союзному короеду сибирскими учеными, которые не понаслышке знают проблему? Это было бы еще одним хорошим примером не только участия академической науки в решении насущных проблем лесного хозяйства, но и гарантом достоверных сведений о вредителе, пресекающим распространение мифов и ложной информации.

Было бы крайне полезно проведение в очагах союзного короеда полевой тренировки для сибирских лесопатологов, как это сделано в Томске в 2012 г. по уссурийскому полиграфу с участием сотрудников ИМКЭС СО РАН. Пока же мы лишь в частном порядке передаем устную информацию о союзном короде практическим работникам во время полевых семинаров, консультаций, совместных выездов в очаги.

**2. Выявление вредителя на ранних этапах заселения насаждений.** В поврежденных насаждениях присутствие инвайдера достаточно легко определяется в ходе наземных обследований по комплексу признаков: усыханию деревьев по вершинному типу, наличию буровой муки в подкороновой зоне, на корневых лапах, листьях кустарниковых и травянистых растений; наличию поселений короеда на буреломных, ветровальных деревьях, снеголомных и ветроломных ветках. При этом главным показателем является обнаружение под корою жуков с характерными для союзного короеда морфологическими признаками (Ижевский и др., 2005; Керчев и др., 2019).

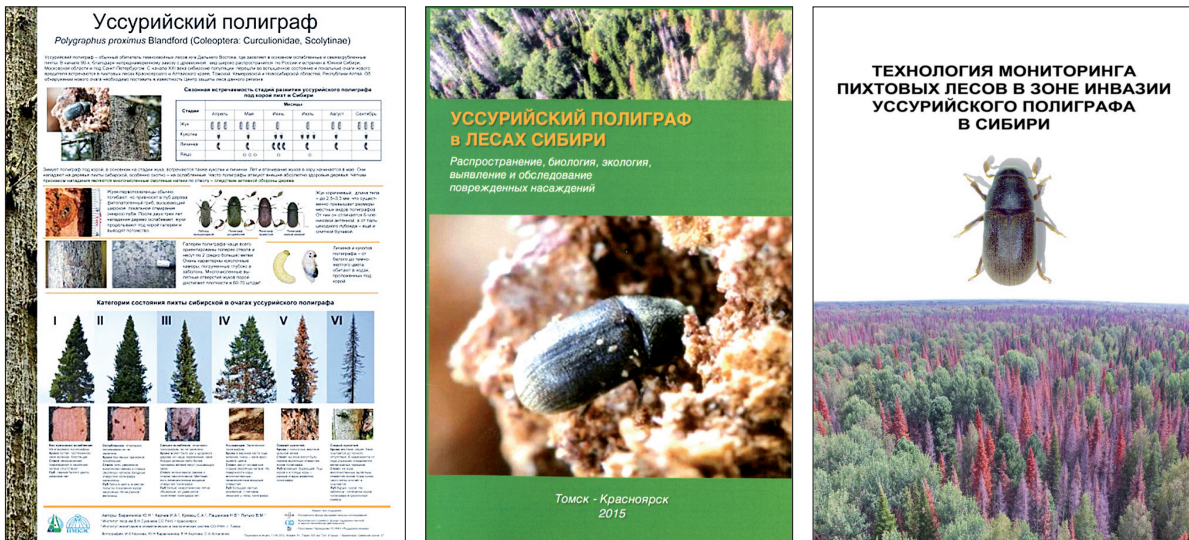


Рис. 1. Информационно-методические пособия, изданные ИЛ СО РАН и ИМКЭС СО РАН в помощь работникам защиты леса.

Сложность выявления союзного короеда возникает в разреженных популяциях до момента образования очага с очевидными признаками текущего повреждения насаждения. Знание кормовых предпочтений короеда в районах инва-

зии и характер повреждения деревьев позволяет планировать систему дистанционного лесопатологического мониторинга по космическим снимкам по границам регионов, где он распространен и где может еще появиться (рис. 2).

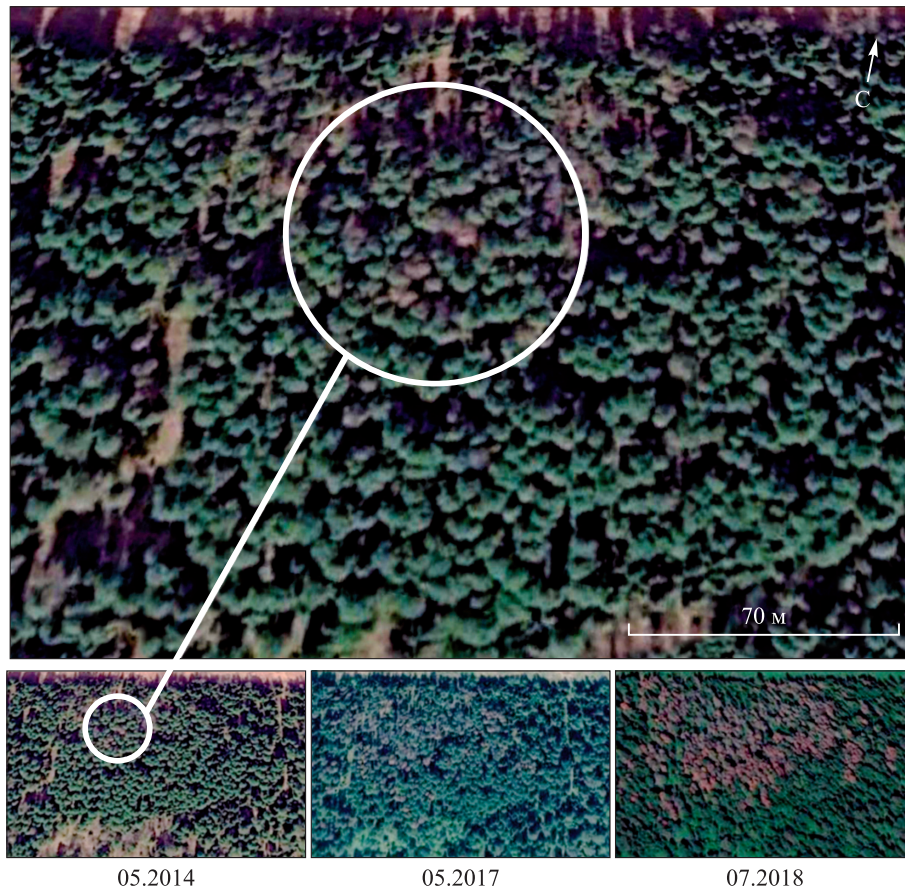


Рис. 2. Космический снимок с признаками раннего повреждения кедровых древостоев союзным короедом в 2014 г. и динамикой развития очага до 2018 г. (окрестности дер. Нижнеяшино Яшкинского района Кемеровской области).

Такие функции уже есть у региональных филиалов Рослесозащиты, и ими нужно пользоваться, чтобы не только выявлять самое начало повреждений в древостое, но и следить за расширением нарушенного участка, а в идеале также иметь возможность локализовать его на ранней стадии повреждения, тем самым ограничивая распространение вредителя в сопредельные здоровые древостои.

Второй аспект данной проблемы – отсутствие в настоящее время в арсенале средств отечественной лесозащиты аналога агрегационного феромона союзного короеда, использование которого позволило бы проводить раннее выявление вредителя и мониторинг его распространения.

Состав феромона союзного короеда установлен и представляет собой смесь из 12 соединений, в том числе специфичной для самцов этого вида триады терпеновых спиртов: R-(–)-ипсидиенола, S-(+)-ипсенола и амитинола (Francke et al., 1980; Kohnle et al., 1988). Синтетический аналог феромона производится рядом европейских фирм против союзного короеда на ели. Его эффективность относительно союзного короеда на кедре сибирском нуждается в экспериментальном подтверждении. Создание и испытание отечественного препарата потребует нескольких лет, так что в ближайшие годы рассчитывать на него не приходится.

**3. Оценка состояния деревьев, поврежденных союзным короедом.** Правильное определение индивидуального состояния деревьев в насаждении – необходимое условие объективной интегральной оценки состояния насаждения и обоснования назначения санитарно-оздоровительных мероприятий.

В РФ при государственном мониторинге лесов и лесопатологических обследованиях применяется универсальная 6-балльная шкала категорий состояния деревьев, – итог многолетней работы ученых и практиков лесного хозяйства. В последней редакции «Правил санитарной безопасности в лесах» (2020б) определены следующие категории состояния стоящих деревьев: 1 – здоровые (без признаков ослабления); 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – погибшие, с выделением среди них категорий 5(а) – свежий сухостой и 5(г) – старый сухостой.

Отнесение деревьев кедра сибирского в очагах союзного короеда к категориям 1–3 (жизнеспособные, не проявляющие признаков усыхания и не заселенные стволовыми насеко-

мыми деревья) по приведенным в «Правилах...» (2020б) визуальным признакам, диагностируемым в разных частях дерева (в кроне, на стволе и корневых лапах), не вызывает затруднения, так же как к категории 5(г).

Однако определение 4-й и 5(а)-й категорий не так-то просто.

Согласно «Правилам...» (2020б), к 4-й категории относятся «деревья, поврежденные в сильной степени с максимальной вероятностью их усыхания в текущем вегетационном периоде, ... крона сильно ажурная, изреженная, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, ... на стволе и ветвях выражены явные признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, смолотечение, смоляные воронки, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине).

Категория 5(а) трактуется следующим образом: «деревья, усохшие в течение текущего вегетационного периода, ... хвоя серая, желтая или красно-бурая, ... на стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия».

Деревья 4-й и 5(а)-й категорий в совокупности образуют так называемый текущий отпад, повышенные размеры которого свидетельствуют о наличии патологического процесса в насаждении, характер и интенсивность которого определяется эпизодическим или хроническим, а временами и тем, и другим, действием факторов ослабления древостоев.

В современных припоселковых кедровниках деревья хронически ослаблены в основном в результате распространения грибных инфекций и механических повреждений стволов при прежних варварских методах орехосбора. В комплексе факторов ослабления древостоев также имеют значение экстремальные погодные явления (засухи, сильные ветры и снегопады), участвовавшие в последние десятилетия в связи с изменением климата.

Сильно ослабленные деревья подвергаются нападению агрессивных физиологических стволовых вредителей, среди которых первопоселенцем и наиболее многочисленным видом является шестизубчатый короед (*Ips sexdentatus* (Börner)). Накопившийся в насаждениях текущий отпад приводит к образованию очагов усыхания и ликвидируется в ходе выборочных санитарных рубок, что, приводит к изменению лесной среды, фрагментации насаждений и дальнейшей их хронической деградации. На этот процесс накладываются эпизодически про-



**Рис. 3.** Типичный вид поврежденных кедровых деревьев.

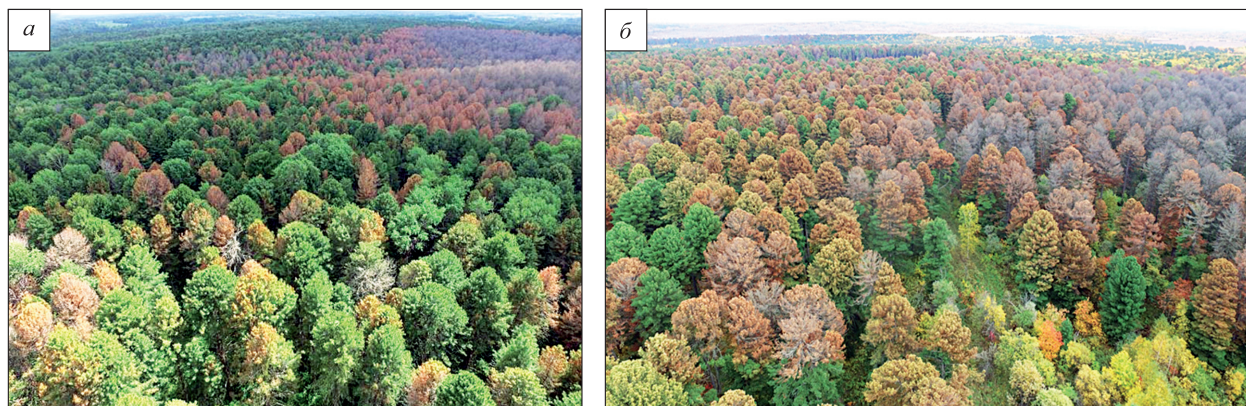
Слева – начало заселения союзного короеда, справа – верхняя часть отработанной кроны.

исходящие вспышки массового размножения хвоегрызущих насекомых – рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* (Geoffroy)) и сибирского шелкопряда, после которых следует размножение стволовых вредителей.

Появление в томских кедровниках союзного короеда как нового фактора их деградации обусловлено естественным расселением инвайдера из ближайших поврежденных кедровых насаждений в Кемеровской области. Вселение короеда в томские леса, по-видимому, произошло в 2012–2014 гг., еще до вспышки сибирского шелкопряда 2016–2018 гг.

Именно с повреждением кедров сибирским шелкопрядом связано появление в 2018 г. наиболее интенсивного и стремительно развивающегося дефолиационного очага нового стволового вредителя с необычным усыханием деревьев по вершинному типу в Лучановском кедровнике в Томском районе (рис. 3, 4, а, б).

В припоселковых кедровниках как в Томской, так и в Кемеровской области очаги массового размножения союзного короеда возникли и в неповрежденных сибирским шелкопрядом древостоях из-за их общего неудовлетворительного санитарного состояния.



**Рис. 4.** Усыхание деревьев в очаге союзного короеда в Лучановском кедровнике Томского района Томской области, снимок с беспилотного летательного аппарата.

а – 2019 г.; б – тот же участок, 2020 г.

В связи с проявлением высокой агрессивности союзного короеда в районах инвазии следует признать, что наличие деревьев 4-й и 5-й категорий в заселенных инвайдером кедровых насаждениях в настоящее время в большинстве случаев обусловлено именно его деятельностью.

Сложности в определении категории состояния у кедров, поврежденного союзным короедом, обусловлены несколькими причинами.

Так, свежеселенные деревья в первое время сохраняют темно-зеленую окраску хвои. При этом выбрасываемая короедами буровая мука, образующаяся при прокладке ходов под корой, нередко рассеивается в подкрановом пространстве, разносится ветром между деревьями, и возникает вопрос, на каком конкретно дереве заселились короеды. Это первое, что может затруднить раннюю диагностику состояния дерева.

В дальнейшем, поскольку для союзного короеда свойственно поэтапное заселение ветвей на дереве, которое начинается с самой вершины, дехромация хвои сначала проявляется в верхней части кроны, в то время как на нижних незаселенных ветках она остается зеленой. Это маскирует повреждение и при осмотре дерева с земли также может приводить к ошибкам в оценке состояния дерева, вплоть до отнесения его к 1-й категории.

Сложность оценки деревьев в очагах союзного короеда также может быть обусловлена многовершинностью кедров, которая является следствием гибели осевого побега на ранних этапах роста под действием таких факторов, как обильный снег, сильный ветер, повреждение при сборе шишек, воздействие низких зимних температур и т. д. (Бех, 1974). В очагах союзного короеда в припоселковых кедровниках присутствует значительное количество деревьев с двумя и более вершинами, при этом жуки весной иногда заселяют одну из вершин, в то время как другие еще какое-то время остаются неповрежденными. В дальнейшем жуки сестринского и (или) второго поколения заселяют остальные вершины, обычно в этот же год. Но иногда окончательное заселение таких многовершинных деревьев происходит перезимовавшими жуками только следующей весной, т. е. процесс освоения кроны занимает 2 года.

Замедленное отмирание поврежденного дерева может быть обусловлено не только многовершинностью и поэтапным заселением кроны, особенно выраженным на деревьях с протяженной и густой первичной кроной, но и наличием у дерева вторичной кроны. Она типична для

кедров на поздних этапах онтогенеза и до некоторой степени компенсирует утраченную часть первичной кроны (Скороходов, 1992). И таких деревьев в насаждении бывает довольно много. Наличие вторичной кроны, ветви которой редко заселяются союзным короедом, видимо, способствует поддержанию физиологических процессов на протяжении 1–2 лет после полного усыхания первичной кроны. Возможно, именно этим объясняется, что дальнейшее заселение ствола местными видами короедов и усачей (Cerambycidae) может происходить на 2-й и даже 3-й год после отмирания первичной кроны.

Довольно редко короед заселяет только вершины (около  $\frac{1}{4}$  часть кроны), и дальнейшего его расселения по тому же дереву не происходит. В результате наблюдается только суховершинность, остальная часть кроны остается живой в течение всего периода наблюдений. Вероятно, большая устойчивость такого дерева к заселению короедами обусловлена лучшим первоначальным его состоянием, которое определяется индивидуальными особенностями таких физиологических параметров, как фотосинтез, транспирация, дыхание.

В целом в момент обследования древостоя в очаге союзного короеда может наблюдаться большое разнообразие деревьев по жизненному состоянию, что требует адаптации существующей универсальной шкалы категорий состояния к данному вредителю и повреждаемому виду растений. Ранее это было определено в «Методических рекомендациях...» (2006, с. 35): «Шкала конкретизируется в различных очагах вредителей, болезней, иных повреждений с учетом особенностей причин ослабления и устойчивости древесной породы».

Предлагаем для использования такую модифицированную шкалу категорий состояний в части категорий 4 и 5(а), учитывающую особенности взаимоотношений союзного короеда и кедров сибирского (табл. 1).

Поскольку в кедровниках особенно сложно диагностировать категорию дерева в начальный период развития на нем союзного короеда, когда процессы, происходящие в верхней части кроны, трудноуловимы при наземном лесопатологическом обследовании, подтвердить присутствие короеда на том или ином дереве практически невозможно без валки дерева или поднятия в крону. Отчасти проблему выявления первичных признаков усыхания вершины дерева, вызванного союзным короедом, можно решить с

**Таблица 1.** Признаки 4-й и 5(а)-й категорий состояния деревьев кедров сибирского, поврежденных союзным короедом

Категория состояния	Признаки в кроне и на стволе, обнаруживаемые при наземном лесопатологическом обследовании
4 – усыхающие	На начальных этапах освоения дерева союзным короедом крона может быть густой или в разной степени изреженной, ажурной, с признаками дехромации в верхней заселенной части кроны (хвоя бледно-зеленая или желто-зеленая). На нижних незаселенных ветках хвоя может оставаться зеленой. У многовершинных кедров дехромация может наблюдаться на одной вершине, позднее происходят полное усыхание верхней части кроны (хвоя приобретает желтый, затем рыже-бурый цвет), дехромация срединной и частично нижней части кроны, однако сохраняется часть жизнеспособных ветвей (в том числе вторичная крона). Процесс усыхания кроны, заселенной союзным короедом, с учетом многовершинности, может происходить в течение 2 лет. Под кронами деревьев может быть мелкая буровая мука союзного короеда. Признаки заселения стволовых насекомых в доступной для наблюдения нижней части дерева отсутствуют или имеют местный характер.
5(а) – свежий сухостой	Деревья, полностью утратившие жизнеспособность. Хвоя серая, желтая или рыже-бурая, крона часто сильно изрежена. Вторичная крона с выраженными признаками дехромации и усыхания (хвоя бледно-зеленая, желтеющая, желтая, рыжая или рыже-бурая), жизнеспособные ветви отсутствуют. Возможны признаки заселения деревьев местными стволовыми вредителями, видимые в нижней части ствола и на корневых лапах (буровая мука, насечки усачей, насекомые под корой и в древесине, в конце сезона – вылетные отверстия насекомых).

помощью применения в обследовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

На основании результатов визуального анализа ортофотосъемки крон деревьев кедров сибирского, поврежденных союзным короедом, и сопоставления с данными наземных обследований наиболее четко выделяется пять условных классов (рис. 5):

I – «жизнеспособное дерево»: имеет ярко-зеленую крону без признаков дехромации;

II – «свежезаселенное дерево»: крона зеленая, но верхние ветви начинают приобретать бледный зелено-желтый оттенок. На этом этапе летом под корой жуки завершают свое развитие; в весенний и позднесенний периоды жуки находятся в подстилке и частично в ветвях;

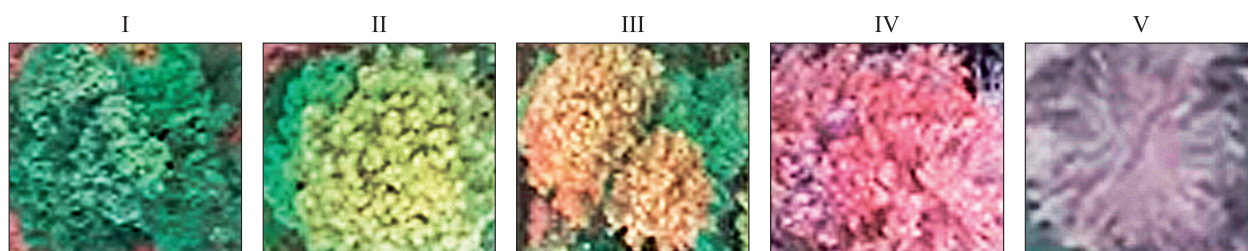
III – «деревья с усохшей вершиной»: верхушка имеет выраженный желто-бурый оттенок, нижняя часть кроны темно- или бледно-зеленая. Ствол этих деревьев может осваиваться сопутствующими видами вредителей; в позднесен-

ний и ранневесенний периоды в подстилке в проекции кроны обнаруживаются зимующие жуки;

IV – «свежий сухостой»: вся крона буро-рыжего цвета, в верхней части могут быть ветки без хвои; дерево покинуто союзным короедом, нижняя часть ствола заселена шестизубчатым короедом или усачами;

V – «старый сухостой»: крона не несет хвои или имеются остатки неосыпавшейся рыже-бурой хвои на самых нижних ветках; союзный короед покинул дерево в предыдущем вегетационном сезоне, в древесине могут сохраняться личинки усачей.

Существует ряд сложностей относительно сопоставления выделяемых классов с категориями состояния. Так, здоровые деревья (1-я категория состояния) и ослабленные в разной степени (2–3-я категории) в результате различных факторов (околоты ствола, обдиры корневых лап, гнили), не повлиявших на внешний облик кроны, на



**Рис. 5.** Классы крон деревьев кедров сибирского, поврежденных союзным короедом, выделяемые при визуальном анализе ортофотоснимков.



ортофотоснимках неразличимы и объединены в I класс – «жизнеспособные». Вызывающая наибольшие трудности для выявления при наземных обследованиях 4-я категория состояния на ортофотоснимках довольно четко делится на два класса. Время трансформации внешнего вида кроны из II в III класс составляет от 1 до 3 мес. Деревья этих двух классов несут наиболее характерные признаки повреждения и важны для раннего выявления формирования очагов инвазионного короеда. Суммарное количество деревьев с признаками II–IV классов дают значение текущего отпада в анализируемом древостое.

Развитие автоматизированных подходов дешифрирования снимков на основе алгоритмов машинного зрения способно значительно повысить точность и эффективность оценки состояния деревьев и целых лесных насаждений. Разработанная шкала классов уже показала свой высокий потенциал для дешифрирования снимков поврежденных насаждений с использованием ряда моделей глубокого обучения (Керчев и др., 2021; Марков и др., 2022). Внедрение этих перспективных методик может значительно повысить скорость выявления зарождающихся очагов массового размножения вредителя, оперативность и адресность лесозащитных мероприятий.

Несмотря на значительные плюсы и возможности современных технологий, значительной проблемой остается непроработанная нормативно-правовая основа использования БПЛА для мониторинга лесных насаждений.

Весь процесс согласования полетов БПЛА над покрытыми лесом территориями осуществляется по общим правилам с соблюдением требований Федеральных правил использования воздушного пространства (Постановление..., 2020, ст. 57, подпункт «б», изменен с 12 февраля 2020 г.).

Возможность осуществления лесопатологических обследований дистанционным методом с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) регламентирована в Приказе Минприроды России № 910 от 09.11.2020 (2020). При этом остро стоит проблема отсутствия утвержденной методической и программно-аппаратной базы, которая позволила бы унифицировано подходить к проведению съемки, дешифрированию и интерпретации снимков.

**4. Определение популяционных показателей союзного короеда в районах инвазии.** Раньше определение состояния популяций стволовых вредителей было неотъемлемой частью

лесопатологических обследований в очагах стволовых вредителей, и для этого существовала хорошо разработанная методика (Мозолевская и др., 1984; Катаев, Поповичев, 2001; Методические рекомендации..., 2006). В настоящее время из актов лесопатологических обследований исключена ведомость анализа модельного дерева, и лесопатологическое состояние насаждений выявляется по факту наличия очага и степени повреждения деревьев в древостое, что, конечно, облегчает и ускоряет обследование, но при этом сильно обедняет информацию об очаге и сформировавшем его вредителе.

Несмотря на то что определением популяционных показателей короедов в очагах их массового размножения теперь занимаются исключительно исследователи для решения своих научных задач, их опыт работы и полученные данные могут представлять интерес и пользу для практики.

Прежде всего следует отметить, что из-за существующих ограничений на вырубку деревьев в качестве моделей число возможных для определения параметров популяции сокращается, а сама методика их определения приобретает специфический характер, особенно у союзного короеда, совершенного не изученного в этом отношении в российских лесах.

Так, из показателей, характеризующих распространение союзного короеда в насаждении, более или менее точно можно определить при перечеде деревьев в ходе наземной лесопатологической таксации самый поверхностный популяционный показатель – встречаемость (процент деревьев IV–V категорий со следами поселения вида).

Показатели численности популяции, например короедный запас, короедный прирост, в исходном содержании этих понятий вообще не могут быть определены для союзного короеда, поскольку рассчитываются в штуках на гектар, а это требует анализа достаточного количества модельных деревьев.

Наибольшее число популяционных показателей союзного короеда можно получить для характеристики состояния родительского поколения (плотность поселения, коэффициент полигамности, длина маточного хода, плодовитость), изменив существующую методику их определения, предполагающую учеты насекомых на стволе. У союзного короеда, хотя экологическим районом его поселения является верхняя часть ствола, большая часть особей концентрируется на ветках кедра, и учеты по стандартной методи-

ке для такого «веточного вида» дают значения, очень отдаленно характеризующие реальные численные параметры популяций союзного кородея.

Практическое решение данной проблемы возможно следующим образом. Определение показателей родительского поколения во всех генерациях (первой, сестринской, второй) осуществляется на доступном материале (ветках свежесваленных деревьев и лежащем на земле «ветколоме», образовавшемся при сильном ветре или обильном снегопаде и сохранившем зеленую хвою), с которого берутся учетные единицы – отрезки протяженностью 30–50 см.

На этих учетных единицах можно достаточно легко на внутренней поверхности кольцевого участка коры (палетке) и по отпечаткам на лубе определить вышеперечисленные показатели родительского поколения, которые характеризуют данную микропопуляцию. Методика анализа таких учетных единиц подробно изложена в пособии О. А. Катаева и Б. Г. Поповичева (2001). Осреднение результатов анализа микропопуляций даст приблизительное представление о состоянии населения вредителя в конкретном очаге, позволит проследить его сезонную и погодичную динамику и провести сравнение в разных очагах.

На таких же отрезках можно проводить определение продукции – показателя, характеризующего численность молодого поколения. Для этого обычно рассчитывают число вылетных отверстий короедов, приходящихся на 1 дм<sup>2</sup> боковой поверхности учетной единицы, что дает удовлетворительные, хотя не вполне точные значения из-за использования молодыми жуками одних и тех же отверстий при выходе из коры.

Установленная по данной методике на большом числе микропопуляций (более 300 учетных единиц) плотность поселения семей союзного кородея в припоселковых кедровниках Томской области варьировала от 0.2 до 14.4 шт./дм<sup>2</sup>, экологическая плотность родительского поколения (общее число заселившихся жуков, самцов и самок) – от 2.6 до 58.1 шт./дм<sup>2</sup>, коэффициент полигамности (число самок в семье) – от 2.3 до 3.6, плодовитость самки – от 8.9 до 42.2 яиц; продукция (количество жуков нового поколения) – от 5.2 до 40.9 шт./дм<sup>2</sup>. Такая изменчивость популяционных параметров союзного кородея прежде всего обусловлена фазой развития очага.

В Томской области максимальная средняя плотность поселения союзного кородея на ветках кедра сибирского составляла  $6 \pm 1.9$  семей/

дм<sup>2</sup>. Это значение на 2 порядка превышает максимальный показатель в первичном ареале вида на ели в низменных районах Чехии и Польши –  $0.08 \pm 0.3$  и  $0.04 \pm 0.6$  семей/дм<sup>2</sup> (Holuša et al., 2012).

Из известных в лесах России короедо-вредителей хвойных пород ближе всего к союзному короеду по размерам жуков и экологии – короед-двойник (*Ips duplicatus* (Sahlb.)). Критерием для оценки плотности его поселения как высокой считается нижний порог 4.6 семей/дм<sup>2</sup>, а продукции – 20.1 шт./дм<sup>2</sup> (Методические рекомендации..., 2006). Эти же значения можно принять для инвайдера.

Плотность поселения является базовой характеристикой популяции, в значительной степени определяющей прочие показатели. По нашим многочисленным наблюдениям в припоселковых кедровниках Томской области, максимальная плотность поселений союзного кородея на кедре сибирском наблюдается на отрезках веток диаметром  $4.6 \pm 1.9$  см, который можно взять как отправную точку для выделения стандартных популяционных характеристик и пользоваться ими как ориентиром для мониторинга вредителя.

**5. Применение мероприятий по защите кедровых лесов от союзного кородея.** Согласно статье 54 Лесного кодекса РФ (2006), «...защита лесов направлена на выявление в лесах вредных организмов... и предупреждение их распространения, а в случае возникновения очагов вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам, – на их локализацию и ликвидацию».

Союзный короед пока официально не внесен в список карантинных объектов на территории России и вопрос о локализации и ликвидации его очагов не стоит. Что касается проблем, связанных с предупреждением распространения инвайдера, то они оказались самыми сложными для решения в сложившейся ситуации и не решены до сих пор. Мало того, что защитные мероприятия начали применяться с запозданием, когда очаги союзного кородея охватили значительные площади кедровых лесов, но и предпринятые меры оказались неэффективными из-за законодательных ограничений.

В нормативном документе, определяющем эту сферу лесозащиты (Правила..., 2020a), к мероприятиям по предупреждению распространения вредных организмов отнесены профилактические и санитарно-оздоровительные.

Санитарно-оздоровительные мероприятия, в том числе рубки погибших и поврежденных

**Таблица 2.** Количество жуков короеда-типографа, пойманных в феромонные ловушки в насаждениях разного породного состава в Яшкинском лесничестве Кемеровской области

Число лесотаксационных выделов с ловушками	Площадь, га	Число ловушек	Отловлено жуков, шт.	Среднее количество пойманных жуков	
				экз./га	экз./на ловушку
Кедровые насаждения с участием ели (от 5 до 40 %)					
16	197,4	674	29188	1490	436
Кедровые насаждения без участия ели					
15	182,6	730	9274	51	13
Всего					
31	380	1404	303462	799	216

лесных насаждений, фактически оказались невозможны в связи с принятием в конце 2018 г. Федерального закона № 538-ФЗ, запрещающего заготовку древесины в орехово-промысловых лесах. Это оказалось фатальным для припоселковых кедровников юга Томской области, которые благодаря высокой доле кедра в составе древостоев и высокой орехопродуктивности в большинстве своем относятся к данной группе лесов. В Кемеровской области очаги союзного короеда оказались в эксплуатационных лесах, и эти законодательные ограничения не так сильно сказались на возможности проведения санитарных рубок.

Однако в предпринятых Рослесхозом в 2020 г. мерах по защите кедровых лесов от союзного короеда в обоих регионах упор был сделан на профилактические биотехнические мероприятия – применение феромонных ловушек для массового отлова жуков. Поскольку целевой феромон союзного короеда в арсенале средств защиты леса в России отсутствовал (и отсутствует до сих пор), для снижения численности использовали феромон короеда-типографа, который по расчетам специалистов ведомства должен был сработать и против союзного короеда.

Ловушки в большом количестве (2120 шт.) были установлены в очагах союзного короеда в кедровых лесах Томской и Кемеровской областей и экспонировались в течение месяца. Мероприятие было отлично организовано и проведено, но не имело того эффекта, на который рассчитывали. В ловушках абсолютно преобладал короед-типограф. При этом массовое развитие его на кедре сибирском не обосновано данными учетов, а среднее число жуков на ловушку за сезон по обоим регионам составило всего 147 экз., что свидетельствует об отсутствии очаговой численности данного вида в кедровниках и о его приуроченности к еловым деревьям, представлен-

ным в составе древостоев. Это подтверждается проведенным нами анализом отлова типографа в ловушки в насаждениях разного породного состава в Кемеровской области (табл. 2).

Союзный короед в ловушках составил всего 0.7 % (2208 экз., 1.6 экз. на ловушку). Это явно показатель не низкой его численности, а низкой привлекательности чужого феромона и недопустимости его использования даже для имитации мониторинга союзного короеда.

В большом количестве (в целом в обоих регионах 13 тыс. экз.) был отловлен важнейший местный облигатный хищник короедов – пестряк (*Thanasimus femoralis* (Zetterstedt)), накопившийся в очагах союзного короеда в период его предшествующего развития. Этот факт свидетельствует скорее о негативном, чем о положительном влиянии такого применения феромонного метода на естественную биологическую защиту насаждений.

Поскольку конкретные данные о численности союзного короеда в кедровниках отсутствовали, эффективность такого метода для его подавления вообще невозможно оценить. Поэтому вызывает, мягко сказать, удивление оценка экспертами результатов этого масштабного и затратного (12.1 млн руб.) эксперимента. На основании большого общего количества отловленных в Кемеровской области жуков разных видов короедов сделан вывод о том, что использование феромонных ловушек предотвратило заселение и гибель около 27 тыс. деревьев кедра (В Кузбассе..., 2021).

«Правила осуществления мероприятий...» (2020а) допускают использование феромонов в определенных случаях для истребления вредителей путем массового отлова. Однако в борьбе с союзным короедом это явно не тот случай.

К числу профилактических биотехнических мероприятий относится также использование

энтомофагов несколькими методами, которые для союзного кородея в текущий период не применимы. Метод сезонной колонизации возможен при наличии биолaborаторий для массового или хотя бы мелкосерийного разведения энтомофагов, создание биолaborаторий требует средств и времени. При доработке метода внутриарельного расселения реальное практическое применение может найти массовое переселение энтомофагов из старых очагов во вновь возникающие, где они еще не успели накопиться. Интродукция энтомофагов союзного кородея из первичного ареала не нужна, поскольку на инвайдера успешно переключаются местные паразитические и хищные насекомые, их уже выявлено 29 видов (Керчев и др., 2022) и требуется только не мешать им истреблять вредителя.

Из профилактических лесохозяйственных мероприятий предпринимаются попытки применения пестицидов способом внутриветвильного инъектирования кедровых деревьев, пока в рамках экспериментов, проводимых ВНИИЛМ. Применение этого метода в зоне инвазии союзного кородея для предотвращения появления очагов размножения может быть полезным в молодых искусственных насаждениях с ограниченным числом деревьев. Показано, что инвайдер во вторичном ареале в культурах успешно заселяет ослабленные саженцы кедра высотой от 1 м (Kerchey, Krivets, 2021). Что касается лесных кедровых массивов, этот метод не применим из-за больших материальных затрат, технических и организационных сложностей.

Это же касается биологических средств защиты леса, прежде всего препаратов на основе энтомопатогенных грибов, как существующих, так и проходящих апробацию. Пока эта работа носит экспериментальный характер, и невозможно предсказать ее результаты, а тем более реальное применение против союзного кородея в кедровниках.

Таким образом, рассмотрев различные лесозащитные мероприятия и оценив их потенциал в предупреждении распространения союзного кородея, приходится констатировать, что единственным эффективным средством даже не остановить (что нереально), а хотя бы замедлить дальнейшее естественное расселение вредителя и усыхание кедровых лесов, в настоящее время являются вовремя и качественно проведенные санитарные рубки в очагах размножения.

Это позволит предупредить преждевременный распад припоселковых кедровников, в непосредственной близости с которыми жи-

вет многотысячное население, результат труда нескольких поколений сибиряков, лучших по продуктивности орехово-промысловых насаждений, источника элитных семян кедра для искусственного лесовосстановления. В конечном счете, все портится, и ничего с этим не поделаешь, но мы должны сопротивляться до последней возможности и растянуть этот процесс на более долгий срок.

Однако проблема союзного кородея касается не только южно-таежных припоселковых кедровников и не только Западной Сибири. Инвайдер уже распространяется дальше основной зоны выявленных очагов. В Томской области возникает риск размножения союзного кородея в древостоях, ослабленных сибирским шелкопрядом в его вспышку 2016–2018 гг. (площадь очагов шелкопряда составляла более 500 тыс. га). Не исключено появление союзного кородея в ближайшие годы в сопредельных регионах. Сибирские лесозащитники должны быть готовы к этим новым вызовам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вспышка размножения союзного кородея в Западной Сибири привела к возникновению многочисленных методических, технических, законодательных и организационных проблем, для решения которых требуется большая совместная работа ученых и практиков по информационному обеспечению лесозащиты, корректировке методов выявления чужеродных видов, лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований с учетом их биологии и экологии, особенностей взаимоотношения с новой кормовой породой, а также по использованию новых технических средств. В статье содержатся конкретные предложения по данным вопросам.

Самой сложной остается проблема, связанная с мерами по ограничению численности союзного кородея и его распространению. Предлагаемые в нормативных документах профилактические мероприятия в кедровых массивах в настоящее время вряд ли будут осуществляться, в том числе из-за недостаточной научно-методической разработанности и готовности к практическому применению.

В технологии защиты кедровых лесов от союзного кородея центральное место должны занять санитарно-оздоровительные мероприятия, применение которых в условиях запрета заготовки древесины в орехово-промысловых зонах

сильно ограничено. Необходимо срочное решение вопроса о снятии этого запрета для регионов инвазии союзного короеда, а также «восстановление в правах» эффективных, но исключенных в последнее время из нормативных документов таких способов борьбы со стволовыми вредителями, как выборка свежеселенных и выкладка ловчих деревьев. Большое значение для снижения численности союзного короеда имеет своевременная уборка из леса свежего ветровала, буреломы, снеголомных веток, порубочных остатков, на них популяция сохраняется и накапливается численно, и это способствует возникновению очагов размножения. Применение данной санитарной меры тоже непросто из-за принятых законодательных норм, касающихся правил заготовки и сбора недревесных ресурсов.

Катастрофическая ситуация, сложившаяся в кедровых лесах юго-востока Западной Сибири в связи с инвазией союзного короеда, требует немедленного решения для предотвращения его распространения в другие сибирские регионы.

*Работа выполнена в рамках государственной бюджетной темы № 121031300226-5 «Динамические и эволюционные процессы в природных экосистемах Сибири: индикаторы, мониторинг, прогноз» и при частичной поддержке РФФИ (грант № 20-04-00587).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранчиков Ю. Н., Петько В. М., Астапенко С. А., Акулов Е. Н., Кривец С. А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Лесн. вестн. 2011. Вып. 4. С. 78–81.
- Бех И. А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 211 с.
- В Кузбассе начали вырубать столетние кедры. Кемерово, 2021. <https://sibdepo.ru/news/v-kuzbasse-nachali-massovo-vyrubat-stoletnie-kedry.html>
- Ижевский С. С., Никитский Н. Б., Волков О. Г., Долгин М. М. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации. Тула: Гриф и К, 2005. 220 с.
- Катаев О. А., Поповичев Б. Г. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях: учеб. пособие по выполнению курсовых, аггестац., диплом. работ и магистр. дис. по лесной энтомологии и защите леса. СПб.: СПбГЛТА, 2001. 72 с.
- Керчев И. А., Бабенко А. С., Кривец С. А., Кривошеина М. Г., Смирнов Н. А., Целих Е. В. Материалы по фауне и биологии насекомых-энтомофагов союзного короеда *Ips amitinus* (Eichh.) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Западной Сибири // Энтومол. обозр. 2022. Т. 101. № 2. С. 252–270.
- Керчев И. А., Мандельштам М. Ю., Кривец С. А., Илинский Ю. Ю. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтومол. обозр. 2019. Т. 98. № 3. С. 592–599.
- Керчев И. А., Маслов К. А., Марков Н. Г., Токарева О. С. Семантическая сегментация поврежденных деревьев пихты на снимках с беспилотных летательных аппаратов // Современ. пробл. дистанцион. зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 116–126.
- Кривец С. А., Бисирова Э. М., Керчев И. А., Пац Е. Н., Чернова Н. А. Трансформация таежных экосистем в очагах инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Рос. журн. биол. инвазий. 2015. № 1. С. 41–63.
- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.03.2022). М., 2006.
- Мандельштам М. Ю., Селиховкин А. В. Короеды Северозапада России (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae): история изучения, состав и генезис фауны // Энтومол. обозр. 2020. Т. 99. № 3. С. 631–665.
- Марков Н. Г., Маслов К. А., Керчев И. А., Токарева О. С. Модели U-NET для семантической сегментации поврежденных деревьев сосны сибирской кедровой на снимках с БПЛА // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 1. С. 65–77.
- Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. 108 с.
- Мозолева Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
- Опасный вредитель кедровых лесов Сибири. Томск: Центр защиты леса Томской области, 2022. <https://tomsk.rcfh.ru/presscenter/novosti/opasnyu-vreditel-kedrovykh-lesov-sibiri/>
- Постановление Правительства РФ от 03.02.2020 № 74 «О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации». М.: Правительство РФ, 2020.
- Правила осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов. Утв. Приказом Минприроды России от 09.11.2020 № 912. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2020а.
- Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. Постановл. Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047. М.: Правительство РФ, 2020б.
- Приказ Минприроды России от 09.11.2020 № 910 (ред. от 31.10.2022) «Об утверждении порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования». М.: Мин-во природ. ресурсов и экологии РФ, 2020.
- Скорыходов С. Н. Некоторые экологические аспекты формирования крон кедра сибирского // Пробл. кедра. Томск. 1992. Вып. 5. С. 131–137.
- Федеральный закон «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования отноше-

- ний, связанных с обеспечением сохранения лесов на землях лесного фонда и землях иных категорий» от 27.12.2018 г. № 538-ФЗ.
- Brockerhoff E. G., Bain J., Kimberley M., Knizek M. Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide // Can. J. For. Res. 2006. V. 36. N. 2. P. 289–298.
- Cognato A. I. Biology, systematics, and evolution of *Ips* // Bark beetles. Biology and ecology of native and invasive species. Oxford: Acad. Press Elsevier, 2015. P. 351–370.
- Haack R. A. Intercepted Scolytidae (Coleoptera) at US ports of entry: 1985–2000 // Integr. Pest Manag. Rev. 2001. N. 6. P. 253–282.
- Holuša J., Resnerová K., Grodzki W., Kula E., Matoušek P. Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) abundant in wide range of altitudes? // Acta Zool. Bulgar. 2012. V. 64. N. 3. P. 219–228.
- Francke W., Sauerwein P., Vité J. P., Klimetzek D. The pheromone bouquet of *Ips amitinus* // Naturwissenschaften. 1980. N. 67. P. 147–148.
- Fuchs G. Forstzoologische Ergebnisse einer Sommerreise ins Engadin // Naturw. Z. Land-u. Forstwirtschaft. 1913. N. 11. P. 65–86.
- Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Anton J., Miret J., MacLeod A., Navarro M. N., Niere B., Parnell S., Pottting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Bruggen A. van, Van der Werf W., West J., Winter S., Kertesz V., Aukhojee M., Gregoire J-C. Pest categorisation of *Ips amitinus* // EFSA J. 2017. V. 15. N. 10. P. 1–26.
- Jurc M., Bojović S. Bark beetle outbreaks during the last decade with special regard to the eight-toothed bark beetle (*Ips amitinus* Eichh.) outbreak in the Alpine region of Slovenia // Biotic Damage in Forests. Proc. IUFRO (WP7.03.10) Symp., Mátrafüred, Hungary / G. Csyka, A. Hirka, A. Koltay (Eds.). Hungary, 12–16 Sept., 2004. Hungary: Hungarian For. Res. Inst., 2006. P. 85–95.
- Kohnle U., Vité J. P., Erbacher C. Aggregation response of European engraver beetles of the genus *Ips* mediated by terpenoid pheromones // Entomol. Exp. Appl. 1988. V. 49. P. 43–53.
- Kerchov I. A., Krivets S. A. An attack of *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on arboretum in West Siberia: new host of invasive bark beetle among exotic conifers // J. Asia-Pacific Entomol. 2021. V. 24. N. 3. P. 148–152.
- Lindelöw Å. Vantadbarkborrefunnen i Sverige fyndav *Ips amitinus* (Coleoptera, Scolytinae). (*Ips amitinus* (Coleoptera, Scolytinae) expected and found in Sweden) // Entomol. Tidskrift. 2013. N. 134. P. 203–206.
- Mandelsham M. Yu. Current status of *Ips amitinus* Eichh. (Coleoptera, Scolytidae) in North-West Russia // Entomol. Fenn. 1999. V. 10. N. 1. P. 29–34.
- Musolin D. L., Kirichenko N. I., Karpun N. N., Aksenenko E. V., Golub V. B., Kerchov I. A., Mandelsham M. Y., Vasaitis R., Volkovitsh M. G., Zhuravleva E. N., Selikhovkin A. V. Invasive insect pests of forests and urban trees in Russia: origin, pathways, damage, and management // Forests. 2022. V. 13. N. 521. P. 1–60.
- Økland B., Skarpaas O. Draft pest risk assessment report on the small spruce bark beetle, *Ips amitinus* // Commissioned Rep. Norwegian For. & Landscape Inst., 2008. 25 p.
- Økland B., Flø D., Schroeder M., Zach P., Cocos D., Martikainen P., Siitonen J., Mandelsham M. Y., Musolin D. L., Neuvonen S., Vakula J., Nikolov C., Lindelöw Å., Voolma K. Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus*: a newcomer in northern Europe // Agr. & For. Entomol. 2019. V. 21. N. 3. P. 286–298.
- Postner M. Scolytidae (Ipidae), Borkenkäfer. Die Forstschädlinge Europas / W. Schwenke (Ed.). Berlin: Parey Verlag, 1974. V. 2. P. 334–482.
- Stauffer C., Zuber M. *Ips amitinus* var. *montana* (Coleoptera, Scolytidae) is synonymous to *Ips amitinus*: a morphological, behavioral, and genetic re-examination // Biochem. System. & Ecol. 1998. N. 26. P. 171–183.
- Voolma K., Mandelsham M. Yu., Shcherbakov A. N., Yakovlev E. B., Ounap H., Suda I., Popovichev B. G., Sharapa T. V., Galasjeva T. V., Khairtdinov R. R., Lipatkin V. A., Mozolevskaya E. G. Distribution and spread of bark-beetles (Coleoptera: Scolytidae) around the Gulf of Finland: A comparative study with note on rare species of Estonia, Finland and North-Western Russia // Entomol. Fenn. 2004. V. 15. N. 4. P. 198–210.
- Zach P., Kršiak B., Kulfan J., Holecová M. Attraction of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to Norway spruce in timberline forest in Tatra Mountains, West Carpathians // Lesnícky Časopis (For. J.). 2010. V. 56. N. 3. P. 285–293.

## SMALL SPRUCE BARK BEETLE AS A NEW CHALLENGE FOR FOREST PROTECTION IN SIBERIA

S. A. Krivets<sup>1</sup>, I. A. Kerchev<sup>1</sup>, E. M. Bisirova<sup>1,2</sup>, N. A. Smirnov<sup>1</sup>, E. N. Pats<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch*

*Prospekt Akademicheskij, 10/3, Tomsk, 634055 Russian Federation*

<sup>2</sup> *Tomsk Branch of the All-Russian Plant Quarantine Center*

*Prospekt Frunze, 109A, Tomsk, 634069 Russian Federation*

---

E-mail: krivec\_sa@mail.ru, ivankerchev@gmail.com, bissirovaem@mail.ru, niknov918@gmail.com, patz\_imces@mail.ru

The problems of protection of Siberian pine forests, that have arisen in connection with the recent invasion of the European pest - the small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichh.), which formed the outbreak foci on the territory of the Tomsk and Kemerovo regions, are considered. The complexity of indication and early detection of the species, the assessment of the forest stands state, bark beetle populations indexes in foci, and the implementation of measures aimed at curbing the spread of an aggressive alien species were discussed based on the results of our research. The objective reasons for the ineffectiveness of protecting forests from the alien bark beetle at the present stage are shown: the lack of information and scientific and methodological support for it, taking into account the characteristics of the biology and ecology of the new pest; lack of a developed technology for the practical application of protective measures in the conditions of specific management in Siberian pine forests and legislative conflicts. In connection with the specifics of the invasive situation, a number of innovations in the organization and conduct of forest health monitoring and forest pathological surveys in the Siberian pine forests are proposed for consideration. The necessity of clarifying the scale of damaged trees condition categories by the small spruce bark beetle is substantiated, taking into account the peculiarities of the relationship between the pest and its new host-tree species. The possibilities and prospects of conducting remote observations of the alien bark beetle foci and its distribution with using of unmanned aerial vehicles are shown. A critical assessment is given of measures to curb the spread of pests in forests, permitted by regulatory documents, and their possibilities for solving the problem of Siberian pine forests degradation in the outbreak foci of the small spruce bark beetle. The proposals for effective protection technologies against new invasive pest in Siberian pine forests are formulated.

**Keywords:** *invasion, outbreak foci, problems of the Siberian stone pine forests protection.*

**How to cite:** *Krivets S. A., Kerchev I. A., Bisirova E. M., Smirnov N. A., Pats E. N. Small spruce bark beetle as a new challenge for forest protection in Siberia // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2023. N. 1. P. 43–57 (in Russian with English abstract and references).*