

А.А. Ефременко, Д.А. Демидко, Н.И. Кириченко, В.И. Пономарев,  
Ю.Н. Баранчиков

**ИНВАЗИЯ ПОЛИГРАФА  
УССУРИЙСКОГО *POLYGRAPHUS PROXIMUS* BLANDFORD  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE) НА УРАЛЕ**

*Введение.* Проблема инвазий чужеродных видов насекомых не сходит с повестки дня практически в любой стране. В регионах, для которых накоплены достаточные количественные данные, количество чужеродных видов увеличивается экспоненциально [Aukema et al., 2010; Bockerhoff, Liebhold, 2017; Roques et al., 2020; López et al., 2023]. В ряде случаев вселенцы наносят во вторичном ареале существенный ущерб. Такие виды относят к категории «инвайдер» [Soto et al., 2024].

Особое значение среди групп чужеродных лесных фитофагов, выделяемых по трофической специализации, имеют ксилофаги. Значительно уступая по числу видов сосущим насекомым [Aukema et al., 2010; Roques et al., 2020], а в некоторых регионах и хвое-листогрызущим, ксилофаги включают пропорционально больше инвайдеров, чем эти две группы [Aukema et al., 2011]. Огромный ущерб лесам и древесным видам растений в населённых пунктах наносят в последние десятилетия ясеневая узкотелая изумрудная златка *Agrius planipennis* Fairmaire [Орлова-Беньковская, 2013; Aukema et al., 2011; Bradshaw et al., 2016], азиатский усач *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) [Bradshaw et al., 2016; Faccoli, Gatto, 2016], еловый тёмный дровосек *Tetropium fuscum* (Fabricius) [Bradshaw et al., 2016] и многие другие.

Лесам России с преобладанием пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. в последние десятилетия существенно вредит полиграф уссурийский *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Последствия его инвазии связаны с гибелью древостоев пихты сибирской [Кривец и др., 2015а; Кривец и др., 2019; Кобзарь и др., 2023]. На 2023 г. площадь древостоев, повреждённых им в той или иной степени, превышала 400 тыс. га [Лямцев, 2024], а на 2024 г. только в Красноярском крае превысила 500 тыс. га [Кривец и др., 2024]. При этом следует предполагать гораздо более значительные масштабы наносимого *P. proximus* ущерба: например, даже в Германии, при гораздо лучшей, чем в Сибири, доступности лесов, значительная часть повреждённых древостоев, как правило, не учитывается [Schiefer et al., 2024].

По-видимому, вектором инвазии полиграфа уссурийского послужила неокорённая древесина, перевозимая по Транссибирской магистрали [Баранчиков и др., 2011]. Дендрохронологическая датировка отмирания деревьев в очагах массового размножения этого короеда показала, что на территорию Красноярского края вид попал не позднее 1970-х гг. [Баранчиков и др., 2014], а в Томскую область – в конце 1990-х гг. [Демидко, 2014]. С тех пор вторичный ареал *P. proximus* значительно расширился. Если на 2015 г. в пределах природного ареала пихты сибирской ареал *P. proximus* был ограничен Салаирским кряжем на западе и Енисейским кряжем на востоке [Кривец и др., 2015b], то спустя всего девять лет его пределы в меридиональном направлении расширились от среднего течения Вятки до Байкала [Кривец и др., 2024].

Первые находки инвайдера на Урале, в Приуралье и Поволжье отмечены с конца 2010-х гг. В Татарстане и Удмуртии *P. proximus* был впервые обнаружен в 2019 г. [Баранчиков и др., 2020; Дедюхин, Титова, 2021], в Пермском крае и Челябинской области – в 2022 г., а в Свердловской области – в 2023 г. [Кривец и др., 2024]. По последним данным, в результате маршрутного обследования в июле 2024 г. уссурийский полиграф был обнаружен в лесных насаждениях вдоль автомобильных трасс «Екатеринбург–Серов» и «Екатеринбург–Пермь» [Пономарев и др., 2025]. В Челябинской области инвайдер выявлен на территории всех лесничеств, имеющих в составе древостоев пихту сибирскую, а также в ряде городских лесов и парков, региональных и федеральных ООПТ [Кудрявцев и др., 2024]. Инвазия в эти регионы почти наверняка произошла значительно раньше. Обнаружение популяции чужеродных видов сразу после их проникновения на новые для них территории затруднено из-за малой численности и, следовательно, отсутствия заметных признаков, подтверждающих её существование. Прохождение этого периода, называемого лаг-фазой, является общим для всех таксономических и экологических групп чужеродных организмов [Crooks, Soulé, 1999; Sakai et al., 2001], включая лесных насекомых [Liebhold, Tobin, 2006; Siegert et al., 2014].

Скорость дальнейшего расширения ареала полиграфа уссурийского в Урало-Поволжском регионе инвазии точно оценить сложно. Моделирование расширения вторичного ареала насекомых должно учитывать по меньшей мере два разных процесса [Pitt, 2008]. Локальное распространение происходит при самостоятельном перемещении особей на новые территории, зависит от их летной активности и хорошо предсказывается детерминированными моделями [Столбовая и др., 2017; Taylor, 1978; Kareiva, 1983; Lyttek et al., 2019]; перемещение на дальние расстояния происходит, как правило, при участии человека и требует применения вероятностного моделирования [Yemshanov et al., 2015; Orlova-Bienkowskaja, Bienkowski, 2018; Jones et al., 2019].

Применение моделей даёт возможность оптимизировать мероприятия по мониторингу популяций видов-инвайдеров. Но при планировании мониторинга следует учитывать и лаг-фазу. Существование промежутка между обоснованием вида на новой территории и его обнаружением неизбежно приведёт к тому, что выдаваемый моделью прогноз будет запаздывать относительно реальной картины. Учёт этого обстоятельства хорошо согласуется с разрабатываемыми подходами к уточнению актуальных границ вторичного ареала инвазионных видов [Leung et al., 2010].

Возможность оценить продолжительность лаг-фазы дают дендрохронологические методы. В литературе описаны многочисленные примеры датирования повреждения ксилофагами деревьев с помощью этого подхода [Eisenhart, Veblen, 2000; Caccianiga et al., 2008; Smith et al., 2012; Negrón, Huckaby, 2020]. Использовали его и для уточнения времени начала инвазии насекомых-ксилофагов [Баранчиков и др., 2014; Демидко, 2014; Siegert et al., 2014].

В данной работе нами выполнено датирование инвазии полиграфа уссурийского в сравнительно близко расположенных регионах Урала и Приуралья. Результаты датирования позволяют нам: а) установить время начала отмирания пихты сибирской в результате атак *P. proximus* и б) оценить, насколько запаздывает обнаружение этого вида относительно реального момента его проникновения в новую часть ареала.

*Материал и методы исследования.* Исследования проводили на территории четырёх регионов Урала и Приуралья: Республики Удмуртия, Пермского края, Свердловской и Челябинской областей. Более или менее значительная часть территории этих регионов занята среднетаёжными, южно-таёжными и горно-таёжными лесами [Леса..., 1966, 1969], одним из элементов которых является пихта сибирская. Леса с её преобладанием в перечисленных регионах занимают от 0,46% (Удмуртия) до 1,72% (Челябинская область) от общей площади лесов [Алексеев, Зимницкий, 2006], но пихта входит в состав лесов с преобладанием многих других лесообразующих пород [Крылов и др., 1986], что обеспечивает полиграфу уссурийскому значительную кормовую базу в дополнение к лесам с её доминированием. Мало того, именно в смешанных лесах наблюдается максимальный отпад пихты сибирской от полиграфа [Иванчина и др., 2025].

Материал был собран на 9 участках леса, где ранее всего в регионе были отмечены повреждённые полиграфом уссурийским деревья пихты (табл. 1). Сбор материала проводили в 2019 г. в Удмуртии и в октябре 2023 г. на остальных участках. На территории Пермского края было обследовано пять участков: участок №1 находился на окраине города Добрянка в окрестностях биатлонной трассы; участок №2 – севернее п. Полазна, вдоль берега

Камского водохранилища. Остальные три участка были расположены в городских лесах г. Пермь: №3 – окр. коттеджного поселка «Пихтовая стрелка»; №4 – экологический парк «Южный лес»; №5 – окр. микрорайона Соболи (рис. 1). В Республике Удмуртия (участок №6) сбор материала проводили в Завьяловском районе. В Свердловской области исследовали очаги массового размножения *P. proximus* на двух участках: в природном парке «Оленьи ручьи» вдоль туристических троп, в окр. п. Бажуково (участок №7) и в Ботаническом саду УрО РАН, г. Екатеринбург (участок №8), где уссурийский полиграф повредил две куртины *Abies sibirica*. В Челябинской области керны были взяты в национальном парке «Таганай» (участок №9) в пределах нижней и верхней тропы на расстоянии 1–1,5 км от центральной усадьбы национального парка (рис. 1).

Для исследований с живых и погибших деревьев провели сбор кернов или спилов. Подтверждением того, что деревья погибли в результате атак *P. proximus*, считали наличие под корой характерных отпечатков маточных и личиночных ходов с куколочными колыбельками [Кривец и др., 2015с.]. На участке «Южный лес» живых деревьев пихты не было, поэтому при датировке для построения мастер-хронологии использовали живые деревья из участка Соболи, расположенного в 4 км к юго-западу (рис. 1).

Таблица 1

**Координаты лесных участков, в которых был отобран материал  
для датирования инвазии *P. proximus***

**Coordinates of forest sites where material was collected  
for dating the *P. proximus* invasion**

| Регион               | Участок          | Широта,<br>°N | Долгота,<br>°E | Деревьев, шт.<br>(живых / погибших) |
|----------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| Пермский край        | Добрянка         | 58.451        | 56.460         | 13 / 16                             |
|                      | Пихтовая стрелка | 58.023        | 56.371         | 5 / 13                              |
|                      | Полазна          | 58.339        | 56.429         | 12 / 26                             |
|                      | Соболи           | 57.949        | 56.286         | 9 / 20                              |
|                      | Южный лес        | 57.978        | 56.323         | 0 / 43                              |
| Удмуртия             | Завьялово        | 56.67         | 53.320         | 7 / 19                              |
| Свердловская область | Бот. сад УрО РАН | 56.799        | 60.603         | 15/35                               |
|                      | Оленьи ручьи     | 56.522        | 59.240         | 10 / 27                             |
| Челябинская область  | Таганай          | 55.232        | 59.743         | 19 / 54                             |



Рис. 1 Расположение исследованных участков: в Пермском крае (1 – Добрянка, 2 – Полазна, 3 – «Пихтовая стрелка», 4 – «Южный лес», 5 – «Соболи») [Efremenko et al., 2025]; в Республике Удмуртия (6 – Завьялово); в Свердловской обл. (7 – природный парк «Оленьи ручьи», 8 – Ботанический сад УрО РАН); в Челябинской обл. (9 – национальный парк «Таганай»)

Fig. 1 Studied sites: in Perm Krai (1 – Dobryanka, 2 – Polazna, 3 – «Pikhtovaya strelka», 4 – «Yuzhny les» 5 – Soboli) [Efremenko et al., 2025]; in the Udmurtia Republic (6 – Zavyalovo); in Sverdlovsk Oblast (7 – «Olenyi ruchyi» Nature Park, 8 – Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences); in Chelyabinsk Oblast (9 – «Taganay» National Park)

*Обработка материала и измерение ширины годовичных колец.* Керны и спилы сушили, после чего для дальнейшей обработки керны наклеивали с помощью термоклей на деревянные подложки с пропиленным пазом. Подготовленный таким образом материал шлифовали наждачной бумагой с размером зерна, постепенно уменьшающимся от 240 до 600...2000 по ISO 6344. Шлифованные керны и спилы сканировали, в зависимости от ширины

годовых колец, с разрешением 2400...3600 dpi. Измерение ширины годовых колец проводили в программе CooRecorder (Cybis, Швеция) [Cybis.se..., 2024], после чего предварительно датировали их в программе CDendro (Cybis, Швеция) [Cybis.se..., 2024] методом поэлементной кросс-валидации. На этом этапе отбраковывали те образцы, коэффициент корреляции Пирсона  $r$  которых с усреднённой по остальной выборке хронологией после удаления тренда методом первых разностей был менее 0,4.

*Дендрохронологическое датирование инвазии полиграфа уссурийского.* Оценку представительности выборки и окончательное датирование проводили в среде R [R..., 2021] средствами пакета dplR 1.7.6 [Bunn, 2008]. Перед этим из древесно-кольцевых рядов (ряд – последовательность измеренной ширины годовых колец образца вдоль одного направления от периферии к сердцевине) удаляли авторегрессионную компоненту (функция `detrend` со значением `method = 'Ar'`), что позволяло сохранить в них только наиболее важные для перекрёстного датирования высокочастотные колебания [Methods..., 1990]. Для характеристики представительности выборки рассчитывали величину выраженного сигнала популяции (*expressed population signal*, EPS). Общепринято считается, что изученная выборка достаточно полно отражает закономерности, характерные для популяции деревьев, если значение  $EPS \geq 0,85$  [Methods..., 1990]. Датировку гибели дерева, заселённого полиграфом уссурийским, считали подтверждённой, если временной ряд после удаления авторегрессионной компоненты при поэлементной кросс-валидации имел  $r \geq 0,4$ . Годом гибели дерева считали год формирования последнего годовичного кольца.

*Результаты и обсуждение.* Древесно-кольцевые статистики для исследованных древостоев после удаления плохо коррелированных рядов приведены в табл. 2.

Определение даты гибели первых деревьев, освоенных уссурийским полиграфом, позволяет установить время проникновения инвайдера на территорию Урала, а также динамику его распространения во времени. Самое раннее отмирание деревьев пихты сибирской на исследованных территориях было датировано 2007 г. в национальном парке «Таганай» (Челябинская обл.) [Ефременко и др., 2024] и в природном парке «Оленьи ручьи» (Свердловская обл.) [Ponomarev et al., 2024]; 2010 г. в Завьялово (Республика Удмуртия) и 2012 г. в Ботаническом саду УрО РАН (рис. 2). Коэффициенты корреляции с основной хронологией, построенной методом исключения отдельных объектов, составили, соответственно, 0,55, 0,52, 0,72, 0,68.

Таблица 2

**Древесно-кольцевые статистические характеристики исследованных древостоев**

**Tree-ring statistics of the studied forest stands**

| Участок          | Количество<br>древесно-<br>кольцевых<br>рядов, шт. | Количе-<br>ство де-<br>ревьев,<br>шт. | Средняя<br>длина<br>древесно-<br>кольцевого<br>ряда, лет | Средняя<br>ширина<br>кольца,<br>мм | Эффек-<br>тивная<br>корреля-<br>ция | Выражен-<br>ный сигнал<br>популяции<br>(EPS) |
|------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| Добрянка         | 17                                                 | 17                                    | 66                                                       | 1,251                              | 0,231                               | 0,836                                        |
| Пихтовая Стрелка | 7                                                  | 7                                     | 51                                                       | 1,580                              | 0,261                               | 0,680                                        |
| Полазна          | 33                                                 | 22                                    | 52                                                       | 1,697                              | 0,418                               | 0,941                                        |
| Соболи           | 13                                                 | 13                                    | 63                                                       | 1,382                              | 0,311                               | 0,854                                        |
| Южный лес        | 16                                                 | 16                                    | 68                                                       | 1,321                              | 0,182                               | 0,770                                        |
| Завьялово        | 17                                                 | 17                                    | 55                                                       | 1,903                              | 0,382                               | 0,913                                        |
| Бот. сад УрО РАН | 64                                                 | 41                                    | 42                                                       | 1,580                              | 0,596                               | 0,984                                        |
| Оленьи ручьи     | 34                                                 | 28                                    | 62                                                       | 1,500                              | 0,604                               | 0,977                                        |
| Таганай          | 67                                                 | 50                                    | 84                                                       | 1,054                              | 0,315                               | 0,958                                        |

Датирование в Пермском крае показало динамику отмирания первых отработанных инвайдером деревьев на участках в следующем порядке: 2011 г. – Добрянка, 2014 г. – Полазна, 2018 г. – Соболи, 2021 г. – «Пихтовая стрелка» и 2022 г. – «Южный лес». Коэффициенты корреляции с основной хронологией, построенной методом исключения отдельных объектов, составили 0,67, 0,54, 0,73, 0,51 и 0,45 соответственно [Efremenko et al., 2025].

С помощью дендрохронологического анализа было получено графическое представление динамики гибели пихт на исследуемых территориях в результате их освоения уссурийским полиграфом. По построенным гистограммам видно, что на участках с самым ранним датированием гибели деревьев («Таганай» и «Оленьи ручьи») определенным в 2007 г., уссурийский полиграф наращивал численность достаточно долго (более 10 лет), с пиками отпада древостоев в 2019 г. на участке «Таганай» и в 2022 г. на участке «Оленьи ручьи» [Ефременко и др., 2024; Ponomarev et al., 2024]. Первое отмирание пихты в Ботаническом саду УрО РАН датировано 2012 г. Там пик гибели деревьев совпадал с участком «Оленьи ручьи» и датировался 2022 г. В Удмуртии же первое отмирание деревьев датировано 2010 г. (рис. 3).

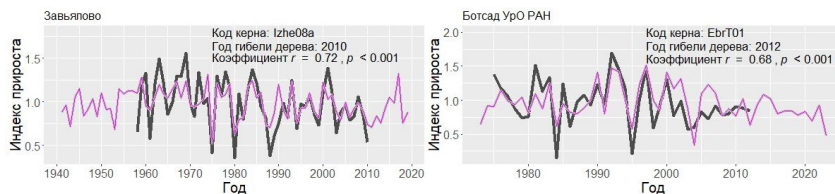


Рис. 2. Пример проверки качества датировки деревьев, ранее всего погибших из-за заселения *P. proximus* в Свердловской обл. (Бот. Сад УрО РАН) и в Республике Удмуртия (Завьялово). Мастер-хронология обозначена тонкой фиолетовой линией; проверяемые ряды показаны жирной черной линией

Fig. 2. Quality check of dating of trees which died first from *P. proximus* in Sverdlovsk Oblast (Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences) and Udmurt Republic (Zavyalovo). The master chronology is indicated by a thin purple line; the tested data are shown by a thick black line

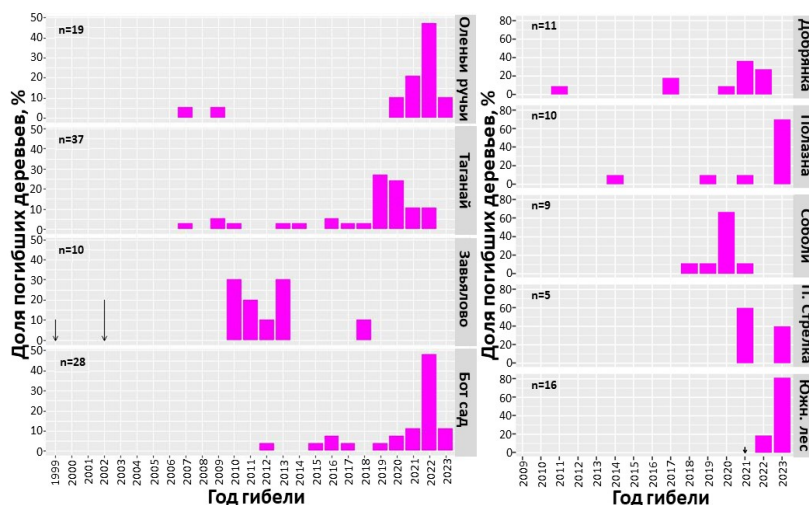


Рис. 3. Динамика гибели пихт, заселенных *P. proximus* в Челябинской, Свердловской обл., Пермском крае и Республике Удмуртия, по данным дендрохронологического анализа (n = количество успешно датированных деревьев; ↓ – доля деревьев, успешно датированных на предварительном этапе, но не прошедших поэлементную кросс-валидацию)

Fig. 3. Dynamics of mortality of firs inhabited by *P. proximus* in the Chelyabinsk and Sverdlovsk Oblast, Perm Krai and the Udmurt Republic, according to dendrochronological analysis (n = number of successfully dated trees; ↓ – proportion of trees successfully dated at the preliminary stage, but not having passed cross-validation)

В Пермском крае на участках с самым ранним датированием гибели деревьев (Добрянка – 2011 г. и Полазна – 2014 г.) уссурийский полиграф также наращивал численность более 10 лет, с пиками отпада древостоев в 2021 г. (Добрянка) и 2023 г. (Полазна), одновременно постепенно расселяясь на другие территории уже естественным путем. На исследованные участки, расположенные южнее, в городских лесах г. Пермь, инвайдер расселился позднее, о чем говорят данные отпада первых деревьев (2018 г.), полученные на участке Соболи, с максимумом отмирания в 2020 г. Затем он освоил участки «Пихтовая стрелка» и «Южный лес», где в массе повреждал деревья с 2021 по 2022 гг. [Efremenko et al., 2025] (рис. 3).

Определённый нами год отмирания первых погибших в очагах полиграфа деревьев позволил установить приблизительное время начала инвазии *P. proximus* на исследованной территории. Так как от года появления полиграфа на новой территории до гибели от него первого дерева пихты проходит минимум 2-3 года [Кривец и др., 2015], то следует учитывать этот срок при определении даты инвазии. Дендрохронологический анализ показал, что самая ранняя гибель, отмеченная для деревьев из Челябинской (Таганай) и Свердловской (Оленьи ручьи) областей, датирована 2007 г. [Ефременко и др., 2024, Ponomarev et al., 2024]. Другие исследователи датировали первое погибшее дерево в национальном парке «Таганай» 2013 г. [Агафонов и др., 2025]. Однако в последнем исследовании авторами не описана методика датировки, и в связи с этим ее качество трудно оценить. В Ботаническом саду УрО РАН отпад деревьев начался на несколько лет позже – в 2012 г. (рис. 2). На участке «Завьялово» датировка отмирания первого дерева совпадает с пиком отпада пихт и датируется 2010 г. (рис. 3). На предыдущих участках полиграф наращивал численность довольно долго (до 15 лет), после чего происходило массовое отмирание деревьев (рис. 3). Можно предположить, что гибель первых деревьев в результате их освоения полиграфом произошла гораздо раньше, в начале 2000-х гг. Также на это указывает более раннее обнаружение инвайдера в регионе [Дедюхин, Титова, 2021] и недостаточное количество надежно датированных образцов с более давней гибелью (рис. 3).

Далее можно проследить динамику распространения инвайдера в Пермском крае. Согласно результатам дендрохронологической датировки, инвазия уссурийского полиграфа в Пермском крае произошла севернее г. Пермь, вдоль Камского водохранилища. Данные на участках Добрянка и Полазна, где ранее всего была датирована гибель деревьев в результате освоения их *P. proximus* (2011 и 2014 гг.), это подтверждают. В городские леса г. Пермь, где отпад пихты на некоторых участках достигал 100%, полиграф проник позже, согласно данным, полученным на участке Соболи, где самая ранняя гибель дерева датирована 2018 г. [Efremenko et al., 2025].

Скорее всего, первичный занос вредителя произошел с «сырой» неокоренной древесиной из других регионов РФ транспортным путем. Поначалу численность вредителя была низкой, т.к. следы его поселения несут только единичные достоверно датированные деревья пихты, отмершие с 2007 г. (рис. 3). Нарастивая численность в течение 10-15 лет и постепенно расселяясь естественным путем, короед начал продвигаться на другие территории. Пути же расселения *P. proximus* требуют дополнительного изучения. На примере работ по моделированию распространения насекомых [Pitt, 2008; Yemshanov et al. 2015; Orlova-Bienkowskaja, Bieńkowski, 2018] при расселении на большие расстояния расширение их ареала имеет вероятностный характер, поэтому пространственные закономерности появления вредителя на разных территориях являются нечеткими.

Также стоит отметить несовершенство и необходимость улучшения методологии локального мониторинга уссурийского полиграфа с целью его более раннего выявления на новых территориях, т.к. результаты и данной работы, и предшествовавших исследований [Баранчиков и др., 2014] показывают, что с момента его появления на территории до первого обнаружения проходит не один десяток лет (рис. 4).



Рис. 4. Первые находки уссурийского полиграфа во вторичном ареале (числитель) и датировки гибели от полиграфа первых деревьев в регионе (знаменатель)

Fig. 4. The first finds of the four-eyed fir bark beetle in the secondary range (numerator) and the dates of the death of the first trees in the region from the *P. proximus* (denominator)

**Заключение.** Датировка отпада первых заселенных инвайдером деревьев дала представление о времени, когда произошло внедрение уссурийского полиграфа на обследованную территорию. Скорее всего, инвазия *P. proximus* началась в Удмуртии в 2000-х гг. Самая ранняя гибель деревьев отмечена в Челябинской и Свердловской областях в 2007 г. В Пермском крае гибель деревьев ранее всего отмечена на двух участках Добрянского лесничества (2011 и 2014 гг.). В Пермь инвайдер пришел существенно позднее: в городских лесах отмирания пихт начались в 2018, 2021 и 2022 гг. Соответственно, инвазия этого вредителя началась не менее, чем на 2-3 года раньше указанных сроков.

**Благодарности.** Авторы благодарны А.О. Шилоносову и сотрудникам Центра защиты леса Пермского края за помощь в организации полевых работ и сборе материала; сотрудникам Пермского городского лесничества Н.С. Бруеву и А.А. Давыдову за помощь в подборе подходящих участков для наших исследований и в сборе материала; П.П. Кудрявцеву за помощь в проведении полевых работ в национальном парке «Таганай»; Н.М. Калинкину и В.Ю. Чернову за содействие в проведении полевых работ в природном парке «Оленьи ручьи», а также В.В. Титовой за сбор материала в Республике Удмуртия.

**Сведения о финансировании исследования.** Работа выполнена в рамках Государственного задания ИЛ СО РАН, проект № FWES-2024-0029.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Библиографический список

Агафонов Л.И., Гурская М.А., Кудрявцев П.П. Дендрохронологический анализ поражения древостоев с участием *Abies sibirica* Ledeb. инвазионным видом *Polygraphus proximus* Blandford в Национальном парке «Таганай» // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: мат. Четвертой Всерос. конф. с межд. уч. М.-Красноярск, 2025. С. 15–16.

Алексеев В.А., Зимницкий П.В. Статистические данные о биоразнообразии древесных ресурсов России на начало XXI века. СПб.: СПбНИИЛХ, 2006. 161 с.

Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Акулов Е.Н., Кривец С.А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Лесной вестник. 2011. №4. С. 78–81.

Баранчиков Ю.Н., Демидко Д.А., Лантнев А.В., Петько В.М. Динамика отмирания деревьев пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа // Лесной вестник. 2014. №6. С. 132–138.

Баранчиков Ю.Н., Ефременко А.А., Демидко Д.А., Титова В.В. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Предуралье: где, откуда и когда? // Дендробионтные беспозвоночные животные и

грибы и их роль в лесных экосистемах: XI чтения памяти О.А. Катаева. СПб., 2020. С. 74–75.

Дедюхин С.В., Титова В.В. Обнаружение уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Удмуртии // Российский журнал биологических инвазий. 2021. Т. 14, №2. С. 32–39. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39.

Демидко Д.А. Датировка инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) на территорию Томской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 225–234.

Ефременко А.А., Демидко Д.А., Кудрявцев П.П., Кириченко Н.И., Баранчиков Ю.Н. Дендрохронологическая датировка инвазии *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в национальном парке «Таганай» (Челябинская область) // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2024. №35. С. 76–86. DOI: 10.25221/kurentzov.35.5.

Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносов А.О. Влияние типа леса на устойчивость пихтовых древостоев подзоны южной тайги Пермского края к заселению уссурийским полиграфом // Географический вестник. 2025. №2 (73). С. 130–140. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140. EDN: RBQSV

Кобзарь В.Ф., Колесова Н.И., Петрик А.А. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 в пихтарниках экопарка «Озера на Снежной» (Иркутская область) // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. №1 (13). С. 59–71.

Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Трансформация таёжных экосистем в очагах инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2015а. Т. 8, №1. С. 41–63.

Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Демидко Д.А., Петко В.М., Баранчиков Ю.Н. Распространение уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Сибири // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015b. Вып. 211. С. 33–45. DOI: 10.1603/ICE.2016.92728.

Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Пашенова Н.В., Демидко Д.А., Петко В.М., Баранчиков Ю.Н. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование повреждённых насаждений): метод. пособие. Томск; Красноярск: УМИУМ, 2015с. 48 с.

Кривец С.А., Бисирова Э.М., Дебков Н.М., Керчев И.А. Организация и результаты мониторинга состояния пихты сибирской в зоне инвазии уссурийского полиграфа в Томской области // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск: Институт леса СО РАН, 2019. С. 214–216.

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., Пономарёв В.И., Потанкин А.Б., Тараскин Е.Г., Титова В.В., Шилоносов А.О., Баранчиков Ю.Н. Обзор

современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2024. Т. 17, №1. С. 49–69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69.

Крылов Г.В., Марадудин И.И., Михеев Н.И., Козакова Н.Ф. Пихта. М.: Агропромиздат, 1986. 239 с.

Кудрявцев П.П., Потапкин А.Б., Баева А.А., Гилев А.В. Новые находки уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. в Челябинской области // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: XIII чтения памяти О.А. Катаева. СПб., 2024. С. 62–63.

Леса северной и средней тайги Европейской части СССР / под ред. А.Б. Жукова. М.: Наука, 1966. 458 с.

Леса Урала, Сибири и Дальнего Востока / под ред. А.Б. Жукова. М.: Наука, 1969. 768 с.

Лямцев Н.И. Динамика очагов уссурийского полиграфа в лесах России // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. №S4-2 (20). С. 59–60.

Орлова-Беньковская М.Я. Европейский ареал жука *Agrius planipennis* (Coleoptera: Vuprestidae) расширяется: зона массовой гибели ясеня охватила Северо-Западное Подмосковье и часть Тверской области // Российский журнал биологических инвазий. 2013. Т. 6, №4. С. 49–58.

Пономарев В.И., Толкач О.В., Терехов Г.Г., Клобуков Г.И., Сушенцов О.Е., Корлыханова Т.В. Распространение уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) в лесных насаждениях Свердловской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 254. С. 99–111. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.99-111.

Столбовая М.В., Колтак Е.П., Селицкая Е.А., Ефременова Е.А. Математическая модель распространения уссурийского полиграфа // Молодой учёный. 2017. Т. 135, №1. С. 124–129.

Aukema J.E., McCullough D.G., Von Holle B., Liebhold A.M., Britton K., Frankel S.J. Historical Accumulation of Nonindigenous Forest Pests in the Continental United States // BioScience. 2010. Vol. 60, no. 11. P. 886–897. DOI: 10.1525/bio.2010.60.11.5.

Aukema J.E., Leung B., Kovacs K., Chivers C., Britton K.O., Englin J., Frankel S.J., Haight R.G., Holmes T.P., Liebhold A.M., McCullough D.G., Von Holle B. Economic Impacts of Non-Native Forest Insects in the Continental United States // PLoS ONE. 2011. Vol. 6, no. 9. Art. no. e24587. DOI: 10.1371/journal.pone.0024587.

Bradshaw C.J.A., Leroy B., Bellard C., Roiz D., Albert C., Fournier A., Barbet-Massin M., Salles J.M., Simard F., Courchamp F. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects // Nat. Commun. 2016. Vol. 7, no. 1. Art. no. 12986. DOI: 10.1038/ncomms12986.

Brockerhoff E.G., Liebhold A.M. Ecology of forest insect invasions // Biol. Invasions. 2017. Vol. 19, no. 11. P. 3141–3159. DOI: 10.1007/s10530-017-1514-1.

Bunn A.A. Dendrochronology program library in R (dplR) // Dendrochronologia. 2008. Vol. 26. P. 115–124. DOI: 10.1016/j.dendro.2008.01.002.

*Caccianiga M., Payette S., Filion L.* Biotic disturbance in expanding subarctic forests along the eastern coast of Hudson Bay // *New Phytologist*. 2008. Vol. 178, no. 4. P. 823–834. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02408.x.

*Crooks J.A., Soulé M.E.* Lag Times in Population Explosions of Invasive Species: Causes and Implications // *Invasive Species and Biodiversity Management*. Dordrecht, 1999. P. 103–125.

*Cybis.se*: Technical writing, software development, dendrochronology. URL: <https://cybis.se/> (дата обращения: 01.07.2024).

*Eisenhart K.S., Veblen T.T.* Dendroecological detection of spruce bark beetle outbreaks in northwestern Colorado // *Can. J. For. Res.* 2000. Vol. 30, no. 11. P. 1788–1798. DOI: 10.1139/x00-104.

*Efremenko A.A., Demidko D.A., Kirichenko N.I., Shilonosov A.O., Baranchikov Yu.N.* Dating of the invasion start of the four-eyed fir bark beetle in the Perm Krai // *Siberian Journal of Forest Science*. 2025. No. 4. P. 97–104. DOI: 10.15372/SJFS20250410.

*Faccoli M., Gatto P.* Analysis of costs and benefits of Asian longhorned beetle eradication in Italy // *Forestry*. 2016. Vol. 89, no. 3. P. 301–309. DOI: 10.1093/forestry/cpv041.

*Jones K.L., Shegelski V.A., Marculis N.G., Wijerathna A.N., Evenden M.L.* Factors influencing dispersal by flight in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): from genes to landscapes // *Canadian Journal of Forest Research*. 2019. Vol. 49, no. 9. P. 1024–1041. DOI: 10.1139/cjfr-2018-0304.

*Kareiva P.M.* Local movement in herbivorous insects: applying a passive diffusion model to mark-recapture field experiments // *Oecologia*. 1983. Vol. 57, no. 3. P. 322–327. DOI: 10.1007/BF00377175.

*Leung B., Cacho O.J., Spring D.* Searching for non-indigenous species: rapidly delimiting the invasion boundary // *Diversity and Distributions*. 2010. Vol. 16, no. 3. P. 451–460. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2010.00653.x.

*Liebhold A.M., Tobin P.C.* Growth of newly established alien populations: comparison of North American gypsy moth colonies with invasion theory // *Popul. Ecol.* 2006. Vol. 48, no. 4. P. 253–262. DOI: 10.1007/s10144-006-0014-4.

*López D.N., Fuentes-Contreras E., Ruiz C., Ide S., Estay S.A.* A bug's tale: revealing the history, biogeography and ecological patterns of 500 years of insect invasions // *Neobiota*. 2023. Vol. 81. P. 183–197. DOI: 10.3897/neobiota.81.87362.

*Lyttek E., Lal P., Nieddu G., Forgoston E., Wiczerak T.* Modeling *Agrilus planipennis* F. (Coleoptera: Buprestidae) Spread in New Jersey // *Journal of Economic Entomology*. 2019. Vol. 112, no. 5. P. 2482–2488. DOI: 10.1093/jee/toz122.

*Methods of Dendrochronology* / eds. E.R. Cook, L.A. Kairiukstis. Dordrecht: Springer Netherlands, 1990. 394 p.

*Negrón J.F., Huckaby L.* Reconstructing historical outbreaks of mountain pine beetle in lodgepole pine forests in the Colorado Front Range // *Forest Ecology and Management*. 2020. Vol. 473. Art. no. 118270. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118270.

Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A.O. Modeling long-distance dispersal of emerald ash borer in European Russia and prognosis of spread of this pest to neighboring countries within next 5 years // Ecology and Evolution. 2018. Vol. 8, no. 18. P. 9295–9304. DOI: 10.1002/ece3.4437.

Pitt J.P.W. Modelling the spread of invasive species across heterogeneous landscapes: doctoral thesis. Lincoln, New Zealand: Lincoln University, 2008. 228 p.

Ponomarev V.I., Tolkach O.V., Klobukov G.I., Efremenko A.A., Pashenova N.V., Demidko D.A., Kirichenko N.I., Baranchikov Y.N. The potential threats posed by the invasive bark beetle *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) to a natural park in the Middle Urals (Russia) // Acta Biologica Sibirica. 2024. No. 10. P. 661–675.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

Roques A., Shi J., Auger-Rozenberg M.-A., Ren L., Augustin S., Luo Y.-q. Are Invasive Patterns of Non-native Insects Related to Woody Plants Differing Between Europe and China? // Front. For. Glob. Change. 2020. Vol. 2. Art.no. 91. DOI: 10.3389/ffgc.2019.00091.

Sakai A.K., Allendorf F.W., Holt J.S., Lodge D.M., Molofsky J., With K.A., Baughman S., Cabin R.J., Cohen J.E., Ellstrand N.C., McCauley D.E., O'Neil P., Parker I.M., Thompson J.N., Weller S.G. The Population Biology of Invasive Species // Annu. Rev. Ecol. Syst. 2001. Vol. 32, no. 1. P. 305–332. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114037.

Schiefer F., Schmidtlein S., Hartmann H., Schnabel F., Kattenborn T. Large-scale remote sensing reveals that tree mortality in Germany appears to be greater than previously expected // Forestry. 2024. Vol. 98, no. 4. P. 535–549. DOI: 10.1093/forestry/cpae062.

Siegert N.W., McCullough D.G., Liebhold A.M., Telewski F.W. Dendrochronological reconstruction of the epicentre and early spread of emerald ash borer in North America // Diversity and Distributions. 2014. Vol. 20, no. 7. P. 847–858. DOI: 10.1111/ddi.12212.

Smith J.M., Hart S.J., Chapman T.B., Veblen T.T., Schoennagel T. Dendroecological reconstruction of 1980s mountain pine beetle outbreak in lodgepole pine forests in north-western Colorado // Écoscience. 2012. Vol. 19, no. 2. P. 113–126. DOI: 10.2980/19-2-3487.

Soto I., Balzani P., Carneiro L., Cuthbert R.N., Macêdo R., Serhan Tarkan A., Ahmed D.A., Bang A., Bacela-Spychalska K., Bailey S.A., Baudry T., Ballesteros-Mejia L., Bortolus A., Briski E., Britton J.R., Buřič M., Camacho-Cervantes M., Cano-Barbacil C., Copilaş-Ciocianu D., Coughlan N.E., Courtois P., Csabai Z., Dalu T., De Santis V., Dickey J.W.E., Dimarco R.D., Falk-Andersson J., Fernandez R.D., Florencio M., Franco A.C.S., García-Berthou E., Giannetto D., Glavendekic M.M., Grabowski M., Heringer G., Herrera I., Huang W., Kamelamela K.L., Kirichenko N.I., Kouba A., Kourantidou M., Kurtul I., Laufer G., Lipták B., Liu C., López-López E., Lozano V., Mamola S., Marchini A., Meshkova V., Milardi M., Musolin D.L., Nuñez M.A.,

Oficialdegui F.J., Patoka J., Pattison Z., Pincheira-Donoso D., Piria M., Probert A.F., Rasmussen J.J., Renault D., Ribeiro F., Rilov G., Robinson T.B., Sanchez A.E., Schwindt E., South J., Stoett P., Verreycken H., Vilizzi L., Wang Y.J., Watari Y., Wehi P.M., Weiperth A., Wiberg-Larsen P., Yapıcı S., Yoğurtçuoğlu B., Zenni R.D., Galil B.S., Dick J.T.A., Russell J.C., Ricciardi A., Simberloff D., Bradshaw C.J.A., Haubrock P.J. Taming the terminological tempest in invasion science // *Biological Reviews*. 2024. Vol. 99, no. 4. P. 1357–1390.

Taylor R.A.J. The relationship between density and distance of dispersing insects // *Ecological Entomology*. 1978. Vol. 3, no. 1. P. 63–70. DOI: 10.1111/j.1365-2311.1978.tb00903.x.

Yemshanov D., Haight R.G., Koch F.H., Lu B., Venette R.T., Lyons D.B., Scarr T., Ryall K., Leung B. Optimal allocation of invasive species surveillance with the maximum expected coverage concept // *Diversity and Distributions*. 2015. Vol. 21, no. 11. P. 1349–1359. DOI: 10.1111/ddi.12358.

### References

Agafonov L.I., Gurskaya M.A., Kudryavtsev P.P. Dendrochronological analysis of damage to tree stands involving *Abies sibirica* Ledeb. by the invasive species *Polygraphus proximus* Blandford in the Taganay National Park. *Monitoring and biological methods of control of pests and pathogens of woody plants: from theory to practice*: proc. of the Fourth All-Russ. conf. with int. part. Moscow-Krasnoyarsk, 2025, pp. 15–16. (In Russ.)

Alekseev V.A., Zimnitsky P.V. Statistical data on the biodiversity of wood resources of Russia at the beginning of the 21st century. St. Petersburg: SPbNIILH, 2006. 161 p. (In Russ.)

Aukema J.E., McCullough D.G., Von Holle B., Liebhold A.M., Britton K., Frankel S.J. Historical Accumulation of Nonindigenous Forest Pests in the Continental United States. *BioScience*, 2010, vol. 60, no. 11, pp. 886–897. DOI: 10.1525/bio.2010.60.11.5.

Aukema J.E., Leung B., Kovacs K., Chivers C., Britton K.O., Englin J., Frankel S.J., Haight R.G., Holmes T.P., Liebhold A.M., McCullough D.G., Von Holle B. Economic Impacts of Non-Native Forest Insects in the Continental United States. *PLoS ONE*, 2011, vol. 6, no. 9, art. no. e24587. DOI: 10.1371/journal.pone.0024587.

Baranchikov Yu.N., Petko V.M., Astapenko S.A., Akulov E.N., Krivets S.A. The four-eyed fir bark beetle is a new aggressive pest of fir in Siberia. *Bulletin of the Moscow State Forest University*, 2011, no. 4, pp. 78–81. (In Russ.)

Baranchikov Yu.N., Demidko D.A., Laptev A.V., Petko V.M. Dynamics of dying off of Siberian fir trees in the foci of the four-eyed fir bark beetle. *Forest Bulletin*, 2014, no. 6, pp. 132–138. (In Russ.)

Baranchikov Yu.N., Efremenko A.A., Demidko D.A., Titova V.V. The four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)

in the Urals: where, from where and when? *Dendrobiont invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems: XI readings in memory of O.A. Kataev*. St. Petersburg, 2020, pp. 74–75. (In Russ.)

Bradshaw C.J.A., Leroy B., Bellard C., Roiz D., Albert C., Fournier A., Barbet-Massin M., Salles J.M., Simard F., Courchamp F. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. *Nat. Commun.*, 2016, vol. 7, no. 1, art. no. 12986. DOI: 10.1038/ncomms12986.

Brockerhoff E.G., Liebhold A.M. Ecology of forest insect invasions. *Biol. Invasions*, 2017, vol. 19, no. 11, pp. 3141–3159. DOI: 10.1007/s10530-017-1514-1.

Bunn A.A. Dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 2008, vol. 26, pp. 115–124. DOI: 10.1016/j.dendro.2008.01.002.

Caccianiga M., Payette S., Filion L. Biotic disturbance in expanding subarctic forests along the eastern coast of Hudson Bay. *New Phytologist*, 2008, vol. 178, no. 4, pp. 823–834. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02408.x.

Crooks J.A., Soulé M.E. Lag Times in Population Explosions of Invasive Species: Causes and Implications. *Invasive Species and Biodiversity Management*. Dordrecht, 1999, pp. 103–125.

Cybis.se: Technical writing, software development, dendrochronology. URL: <https://cybis.se/> (accessed July 01, 2024).

Dedyukhin S.V., Titova V.V. Discovery of the the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Udmurtia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 32–39. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39. (In Russ.)

Demidko D.A. Dating of the invasion of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) on the territory of the Tomsk region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2014, no. 207, pp. 225–234. (In Russ.)

Eisenhart K.S., Veblen T.T. Dendroecological detection of spruce bark beetle outbreaks in northwestern Colorado. *Can. J. For. Res.*, 2000, vol. 30, no. 11, pp. 1788–1798. DOI: 10.1139/x00-104.

Efremenko A.A., Demidko D.A., Kudryavtsev P.P., Kirichenko N.I., Baranchikov Yu.N. Dendrochronological dating of the invasion of *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Taganay National Park (Chelyabinsk Region). *Readings in memory of Alexey Ivanovich Kurentsov*, 2024, no. 35, pp. 76–86. DOI: 10.25221/kurentsov.35.5. (In Russ.)

Efremenko A.A., Demidko D.A., Kirichenko N.I., Shilonosov A.O., Baranchikov Yu.N. Dating of the invasion start of the four-eyed fir bark beetle in the Perm Krai. *Siberian Journal of Forest Science*, 2025, no. 4, pp. 97–104. DOI: 10.15372/SJFS20250410.

Faccoli M., Gatto P. Analysis of costs and benefits of Asian longhorned beetle eradication in Italy. *Forestry*, 2016, vol. 89, no. 3, pp. 301–309. DOI: 10.1093/forestry/cpv041.

*Forests of the northern and middle taiga of the European part of the USSR* / ed. by A.B. Zhukov. Moscow: Nauka, 1966. 458 p. (In Russ.)

*Forests of the Urals, Siberia and the Far East* / ed. by A.B. Zhukov. Moscow: Nauka, 1969. 768 p. (In Russ.)

Ivanchina L.A., Rotermel E.E., Bolshakov E.G., Shilonosov A.O. Influence of forest type on the resistance of fir stands in the southern taiga subzone of Perm Krai to colonization by the four-eyed fir bark beetle. *Geographical Bulletin*, 2025, no. 2 (73), pp. 130–140. DOI: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140. (In Russ.)

Jones K.L., Shegelski V.A., Marculis N.G., Wijerathna A.N., Evenden M.L. Factors influencing dispersal by flight in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): from genes to landscapes. *Canadian Journal of Forest Research*, 2019, vol. 49, no. 9, pp. 1024–1041. DOI: 10.1139/cjfr-2018-0304.

Kareiva P.M. Local movement in herbivorous insects: applying a passive diffusion model to mark-recapture field experiments. *Oecologia*, 1983, vol. 57, no. 3, pp. 322–327. DOI: 10.1007/BF00377175.

Kobzar V.F., Kolesova N.I., Petrik A.A. The four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894) in fir forests of the “Ozera na Snezhnoy” Ecopark (Irkutsk Region). *Phytosanitary. Plant Quarantine*, 2023, no. 1 (13), pp. 59–71. (In Russ.)

Krivets S.A., Bisirova E.M., Kerchev I.A., Pats E.N., Chernova N.A. Transformation of taiga ecosystems in the foci of invasion of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Bland. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Western Siberia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2015a, vol. 8, no. 1, pp. 41–63. (In Russ.)

Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Demidko D.A., Pet'ko V.M., Baranchikov Yu.N. Distribution of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Siberia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2015b, no. 211, pp. 33–45. DOI: 10.1603/ICE.2016.92728. (In Russ.)

Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Pashenova N.V., Demidko D.A., Petko V.M., Baranchikov Yu.N. The bark beetle *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in the forests of Siberia (distribution, biology, ecology, identification and inspection of damaged plantings): methodical manual. Tomsk; Krasnoyarsk: UMIUM, 2015c. 48 p. (In Russ.)

Krivets S.A., Bisirova E.M., Debkov N.M., Kerchev I.A. Organization and results of monitoring the condition of Siberian fir in the zone of invasion of the four-eyed fir bark beetle in the Tomsk region. *Forest ecosystems of the boreal zone: biodiversity, bioeconomics, environmental risks*. Krasnoyarsk, 2019, pp. 214–216. (In Russ.)

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 the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) in the territory of the Russian Federation. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2024, vol. 17, no. 1, pp. 49–69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69. (In Russ.)

Krylov G.V., Maradudin I.I., Mikheev N.I., Kozakova N.F. Fir. Moscow: Agropromizdat, 1986. 239 p. (In Russ.)

Kudryavtsev P.P., Potapkin A.B., Baeva A.A., Gilev A.V. New finds of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. in the Chelyabinsk Region. *Dendrobiont invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems: XIII Readings in memory of O.A. Kataev*. St. Petersburg, 2024, pp. 62–63. (In Russ.)

Leung B., Cacho O.J., Spring D. Searching for non-indigenous species: rapidly delimiting the invasion boundary. *Diversity and Distributions*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 451–460. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2010.00653.x.

Liebholt A.M., Tobin P.C. Growth of newly established alien populations: comparison of North American gypsy moth colonies with invasion theory. *Popul. Ecol.*, 2006, vol. 48, no. 4, pp. 253–262. DOI: 10.1007/s10144-006-0014-4.

López D.N., Fuentes-Contreras E., Ruiz C., Ide S., Estay S.A. A bug's tale: revealing the history, biogeography and ecological patterns of 500 years of insect invasions. *Neobita*, 2023, vol. 81, pp. 183–197. DOI: 10.3897/neobiota.81.87362.

Lyamtsev N.I. Dynamics of four-eyed fir bark beetle foci in Russian forests. *Plant Health and Quarantine*, 2024, no. S4-2 (20), pp. 59–60. (In Russ.)

Lytte E., Lal P., Nieddu G., Forgeston E., Wiczerak T. Modeling *Agrilus planipennis* F. (Coleoptera: Buprestidae) Spread in New Jersey. *Journal of Economic Entomology*, 2019, vol. 112, no. 5, pp. 2482–2488. DOI: 10.1093/jee/toz122.

Methods of Dendrochronology / eds. E.R. Cook, L.A. Kairiukstis. Dordrecht: Springer Netherlands, 1990. 394 p.

Negrón J.F., Huckaby L. Reconstructing historical outbreaks of mountain pine beetle in lodgepole pine forests in the Colorado Front Range. *Forest Ecology and Management*, 2020, vol. 473, art. no. 118270. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118270.

Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A.O. Modeling long-distance dispersal of emerald ash borer in European Russia and prognosis of spread of this pest to neighboring countries within next 5 years. *Ecology and Evolution*, 2018, vol. 8, no. 18, pp. 9295–9304. DOI: 10.1002/ece3.4437.

Orlova-Benkovskaya M.J. The European range of the beetle *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) is expanding: the zone of mass ash tree mortality has covered the northwestern Moscow region and part of the Tver region. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2013, vol. 6, no. 4, pp. 49–58. (In Russ.)

Pitt J.P.W. Modelling the spread of invasive species across heterogeneous landscapes: doctoral thesis. Lincoln, New Zealand: Lincoln University, 2008. 228 p.

Ponomarev V.I., Tolkach O.V., Klobukov G.I., Efremenko A.A., Pashenova N.V., Demidko D.A., Kirichenko N.I., Baranchikov Y.N. The potential threats posed by the

invasive bark beetle *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) to a natural park in the Middle Urals (Russia). *Acta Biologica Sibirica*, 2024, no. 10, pp. 661–675.

Ponomarev V.I., Tolkach O.V., Terekhov G.G., Klobukov G.I., Sushentsov O.E., Korlykhanova T.V. Distribution of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) in forest plantations of the Sverdlovsk region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2025, iss. 254, pp. 99–111. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.99-111. (In Russ.)

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021.

Roques A., Shi J., Auger-Rozenberg M.-A., Ren L., Augustin S., Luo Y.-q. Are Invasive Patterns of Non-native Insects Related to Woody Plants Differing Between Europe and China? *Front. For. Glob. Change*, 2020, vol. 2, art. no. 91. DOI: 10.3389/ffgc.2019.00091.

Sakai A.K., Allendorf F.W., Holt J.S., Lodge D.M., Molofsky J., With K.A., Baughman S., Cabin R.J., Cohen J.E., Ellstrand N.C., McCauley D.E., O'Neil P., Parker I.M., Thompson J.N., Weller S.G. The Population Biology of Invasive Species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 2001, vol. 32, no. 1, pp. 305–332. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114037.

Schiefer F., Schmidlein S., Hartmann H., Schnabel F., Kattenborn T. Large-scale remote sensing reveals that tree mortality in Germany appears to be greater than previously expected. *Forestry*, 2024, vol. 98, no. 4, pp. 535–549. DOI: 10.1093/forestry/cpae062.

Siegert N.W., McCullough D.G., Liebhold A.M., Telewski F.W. Dendrochronological reconstruction of the epicentre and early spread of emerald ash borer in North America. *Diversity and Distributions*, 2014, vol. 20, no. 7, pp. 847–858. DOI: 10.1111/ddi.12212.

Smith J.M., Hart S.J., Chapman T.B., Veblen T.T., Schoennagel T. Dendroecological reconstruction of 1980s mountain pine beetle outbreak in lodgepole pine forests in northwestern Colorado. *Écoscience*, 2012, vol. 19, no. 2, pp. 113–126. DOI: 10.2980/19-2-3487.

Soto I., Balzani P., Carneiro L., Cuthbert R.N., Macêdo R., Serhan Tarkan A., Ahmed D.A., Bang A., Bacela-Spychalska K., Bailey S.A., Baudry T., Ballesteros-Mejia L., Bortolus A., Briski E., Britton J.R., Buřič M., Camacho-Cervantes M., Cano-Barbacil C., Copilaş-Ciocianu D., Coughlan N.E., Courtois P., Csabai Z., Dalu T., De Santis V., Dickey J.W.E., Dimarco R.D., Falk-Andersson J., Fernandez R.D., Florencio M., Franco A.C.S., García-Berthou E., Giannetto D., Glavendekic M.M., Grabowski M., Heringer G., Herrera I., Huang W., Kamelamela K.L., Kirichenko N.I., Kouba A., Kourantidou M., Kurtul I., Laufer G., Lipták B., Liu C., López-López E., Lozano V., Mammola S., Marchini A., Meshkova V., Milardi M., Musolin D.L., Nuñez M.A., Oficialdegui F.J., Patoka J., Pattison Z., Pincheira-Donoso D., Piria M., Probert A.F., Rasmussen J.J., Renault D., Ribeiro F., Rilov G., Robinson T.B., Sanchez A.E., Schwindt E., South J., Stoett P., Verreycken H., Vilizzi L., Wang Y.J., Watari Y., Wehi P.M., Weiperth A.,

Wiberg-Larsen P., Yapıcı S., Yoğurtçuoğlu B., Zenni R.D., Galil B.S., Dick J.T.A., Russell J.C., Ricciardi A., Simberloff D., Bradshaw C.J.A., Haubrock P.J. Taming the terminological tempest in invasion science. *Biological Reviews*, 2024, vol. 99, no. 4, pp. 1357–1390.

Stolbovaya M.V., Kolpak E.P., Selickaya E.A., Efremova E.A. Mathematical model of the distribution of the four-eyed fir bark beetle. *Molodoy ucheny*, 2017, no. 1(135), pp. 124–129. (In Russ.)

Taylor R.A.J. The relationship between density and distance of dispersing insects. *Ecological Entomology*, 1978, vol. 3, no. 1, pp. 63–70. DOI: 10.1111/j.1365-2311.1978.tb00903.x.

Yemshanov D., Haight R.G., Koch F.H., Lu B., Venette R.T., Lyons D.B., Scarr T., Ryall K., Leung B. Optimal allocation of invasive species surveillance with the maximum expected coverage concept. *Diversity and Distributions*, 2015, vol. 21, no. 11, pp. 1349–1359. DOI: 10.1111/ddi.12358.

Материал поступил в редакцию 23.03.2026

---

**Ефременко А.А., Демидко Д.А., Кириченко Н.И., Пономарев В.И., Баранчиков Ю.Н.** Инвазия полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) на Урале // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2026. Вып. 259. С. 73–96. DOI: 10.21266/2079-4304.2026.259.73-96

Первые находки инвайдера на Урале, в Приуралье и Поволжье отмечены с конца 2010-х гг. В республике Удмуртия *P. proximus* был впервые обнаружен в 2019 г., в Пермском крае и Челябинской области – в 2022 г., а в Свердловской области – в 2023 г. По последним данным, в результате маршрутного обследования в июле 2024 г. уссурийский полиграф был обнаружен в лесных насаждениях вдоль автомобильных трасс «Екатеринбург–Серов» и «Екатеринбург–Пермь». В Челябинской области инвайдер выявлен на территории всех лесничеств, имеющих в составе древостоев пихту сибирскую, а также в ряде городских лесов и парков, региональных и федеральных ООПТ. Инвазия в эти регионы почти наверняка произошла значительно раньше. В рамках данной работы нами выполнено датирование инвазии полиграфа уссурийского в сравнительно близко расположенных регионах Урала и Приуралья. В сумме объем материала был получен от 253 максимально давно отмерших из-за короеда деревьев и 90 живых деревьев, необходимых для построения мастер-хронологии. Датировка отпада первых заселенных инвайдером деревьев дала представление о времени, когда произошло внедрение уссурийского полиграфа на обследованную территорию. Скорее всего, инвазия *P. proximus* началась в Удмуртии в 2000-х гг. Самая ранняя гибель деревьев отмечена в Челябинской и Свердловской областях в 2007 г. В Пермском крае гибель деревьев ранее всего отмечена на двух участках

Добрянского лесничества (2011 и 2014 гг.). В Пермь инвайдер пришел существенно позднее: в городских лесах отмирания пихт начались в 2018, 2021 и 2022 гг. Так как от года появления полиграфа на новой территории до гибели от него первого дерева пихты проходит минимум 2-3 года, то следует учитывать этот срок при определении времени инвазии.

Ключевые слова: *Polygraphus proximus*, инвазия, дендрохронологическая датировка.

**Efremenko A.A., Demidko D.A., Kirichenko N.I., Ponomarev V.I., Baranchikov Yu.N.** Invasion of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Urals. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2026, iss. 259, pp. 73–96 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2026.259.73-96

The first discoveries of the invader in the Urals, the Cis-Urals, and the Volga region were made in the late 2010s. In the Udmurt Republic, *P. proximus* was first detected in 2019, in Perm Krai and Chelyabinsk Oblast in 2022, and in Sverdlovsk Oblast in 2023. According to the latest data, during a route survey in July 2024, *P. proximus* was discovered in forest stands along the Yekaterinburg-Serov and Yekaterinburg-Perm highways. In the Chelyabinsk Oblast, the invader was detected in all forestry sites with Siberian fir stands, as well as in a number of urban forests and parks, and regional and federal protected areas. These regions were almost certainly invaded much earlier. As part of this study, we dated the invasion of *P. proximus* the Urals and Cis-Urals. In earliest total, data were obtained for 253 trees killed by the bark beetle, and 90 living trees, which were necessary for constructing a master chronology. Dating the mortality of the first trees colonized by the invader provided an idea of the time when *P. proximus* entered the surveyed area. The invasion of *P. proximus* most likely began in Udmurtia in the 2000s. The earliest tree mortality was recorded in the Chelyabinsk and Sverdlovsk Oblast in 2007. In Perm Krai, tree mortality was earliest recorded in two sites of the Dobryanskoye forestry (2011 and 2014). The invader arrived in Perm significantly later: fir dieback in urban forests began in 2018, 2021, and 2022. Since at least 2-3 years usually passe between the *Polygraphus proximus* arrival in a new area and the death of the first fir tree, this period should be taken into account when determining the date of invasion.

Key words: *Polygraphus proximus*, invasion, dendrochronological dating.

---

**ЕФРЕМЕНКО Антон Андреевич** – научный сотрудник лаборатории лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СОРАН. SPIN-код: 9008-1794. ORCID: 0000-0002-9715-8546. Scopus AuthorID: 57950105900. WoS ResearcherID: GPP-2658-2022.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: efremenko2@mail.ru

**EFREMENKO Anton A.** – Researcher, Department of Forest Zoology, V.N. Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS. SPIN-code: 9008-1794. ORCID: 0000-0002-9715-8546. Scopus AuthorID: 57950105900. WoS ResearcherID: GPP-2658-2022.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: efremenko2@mail.ru

**ДЕМИДКО Денис Александрович** – научный сотрудник лаборатории лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, кандидат биологических наук. SPIN-код: 1579-0843. ORCID: 0000-0001-6538-9828. Scopus AuthorID: 14622168900. WoS ResearcherID: FIF-6936-2021.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: sawer\_beetle@mail.ru

**DEMIDKO Denis A.** – PhD (Biological), Researcher, Department of Forest Zoology, V.N. Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS. SPIN-code: 1579-0843. ORCID: 0000-0001-6538-9828. Scopus AuthorID: 14622168900. WoS ResearcherID: FIF-6936-2021.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: sawer\_beetle@mail.ru

**КИРИЧЕНКО Наталья Ивановна** – ведущий научный сотрудник лаборатории лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, доктор биологических наук. SPIN-код: 8657-5169. ORCID: 0000-0002-7362-6464. Scopus AuthorID: 7005900658. WoS ResearcherID: K-1387-2018.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: nkirichenko@yahoo.com

**KIRICHENKO Natalia I.**– DSc (Biological), Leading Researcher, Department of Forest Zoology, V.N. Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS. SPIN-code: 8657-5169. ORCID: 0000-0002-7362-6464. Scopus AuthorID: 7005900658. WoS ResearcherID: K-1387-2018.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: nkirichenko@yahoo.com

**ПОНОМАРЕВ Василий Иванович** – заведующий лабораторией лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН, доктор биологических наук. ORCID: 0000-0002-2901-2764. Scopus AuthorID: 55435087900.

620134, ул. 8 Марта, д. 202а, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: v\_i\_ponomarev@mail.ru

**PONOMAREV Vasily I.** – DSc (Biological), Department Head, Department of Reforestation, Forest Protection and Forest Management, Botanical Garden of the Urals Branch of the RAS. ORCID: 0000-0002-2901-2764. Scopus AuthorID: 55435087900. 620134. 8 Marta str. 202a. Yekaterinburg. Russia. E-mail: v\_i\_ponomarev@mail.ru

**БАРАНЧИКОВ Юрий Николаевич** – заведующий лабораторией лесной зоологии Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. SPIN-код: 4317-7018. ORCID: 0000-0002-2472-7242. Scopus AuthorID: 6505865279. WoS ResearcherID: K-1112-2018.

660036, Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия. E-mail: ynbar@bk.ru

**BARANCHIKOV Yuriy N.** – PhD (Biological), Head of the Department of Forest Zoology, V.N. Sukachev Institute of Forest of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, Senior Researcher. SPIN-code: 4317-7018. ORCID: 0000-0002-2472-7242. Scopus AuthorID: 6505865279. WoS ResearcherID: K-1112-2018.

660036. Akademgorodok 50/28. Krasnoyarsk. Russia. E-mail: ynbar@bk.ru