

Расширение ареала союзного короеда *Ips amitinus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в северной Европе и Западной Сибири
[Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Northern Europe and Western Siberia]

М.Ю. Мандельштам¹, Д.Л. Мусолин¹, В. Økland², D. Flø³, M. Schroeder⁴, P. Zach⁵, D. Cocos⁴, P. Martikainen⁶, J. Siitonen⁷, S. Neuvonen⁸, J. Vakula⁹, C. Nikolov⁹, Å. Lindelöw³, K. Voolma¹⁰, С.А. Кривец¹¹, И.А. Керчев¹¹

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург, Россия; Russia; ² Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Ås, Norway; ³ The Norwegian Scientific Committee for Food and Environment, Oslo, Norway; ⁴ Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden; ⁵ Institute of Forest Ecology, Zvolen, Slovak Republic; ⁶ University of Eastern Finland, Joensuu, Finland; ⁷ Natural Resources Institute Finland, Helsinki, Finland; ⁸ Kevo Subarctic Research Institute, Turku, Finland; ⁹ National Forest Centre, Zvolen, Slovak Republic; ¹⁰ Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia; ¹¹ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus*: a newcomer in northern Europe

Bjorn Økland^{1*}, Daniel Flø², Martin Schroeder³, Peter Zach⁴, Dragos Coicos⁵, Petri Martikainen⁶, Juha Siltonen^{7*}, Michal Y. Mandelkhtam^{8,9}, Dmitry L. Musolin¹⁰, Soppo Naswon¹¹, Jozef Vekala¹², Christo Nikolov¹³, Ake Lindelöw¹⁴ and Kaijo Woolino^{14,15}

¹Norwegian Institute of Bioeconomy Research, PO Box 113, NO-1432 Ås, Norway; ²The Norwegian Scientific Committee for Food and Environment, PO Box 212 Sluppen, NO-1404 Ålesund, Norway; ³Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7032, SE-9712 Öppunda, Sweden; ⁴Institute of Forest Entomology, Slovak Academy of Sciences, L. Štefáka 2, SK-960 53 Zvolen, Slovak Republic; ⁵University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry, School of Forest Sciences, PO Box 711, FI-80101, Joensuu, Finland; ⁶Natural Sciences Institute Finland, Lepistökatu 2, FI-01590, Helsinki, Finland; ⁷Århus University, Forest Entomology Department, Sdr. Artvej 5, DK-8240 Risskov, Denmark; ⁸Forest Science Center, University of Helsinki, PO Box 66, FI-00014, Helsinki, Finland; ⁹Department of Forest Sciences, University of Helsinki, PO Box 66, FI-00014, Helsinki, Finland; ¹⁰Department of Forest Entomology, Institute of Forest Sciences, 231, Muzynska St, SK-960 01 Zvolen, Slovak Republic; ¹¹Natural Sciences Institute Finland, Lepistökatu 2, FI-01590, Helsinki, Finland; ¹²National Forest Centre, Forest Research Institute Zvolen, 231, Muzynska St, SK-960 01 Zvolen, Slovak Republic; ¹³Forestry University of Ljubljana, Institute of Forestry and Rural Engineering, Kmetova 1, SI-1000 Ljubljana, Slovenia; ¹⁴Swedish University of Life Sciences, Institute of Forestry and Rural Engineering, Kivikyrögatan 3, SE-1900 Eskilstuna, Sweden

Материалы доклада базируются на статье, опубликованной в 2019 году в Agricultural and Forest Entomology

- Abstract:**
- Ips amitinus* arrived in Northern Europe at the beginning of 1900s, although its recent expansion to the northernmost conifers have been rapid.
 - Analyses of recent records, MaxEnt models and regional population size estimates are used to discuss its particular range shifts and presence in a forest park in Northern Europe.
 - Ips amitinus* was probably absent in northern glacial refugia for Norway spruce in the Borealan plain and northernward expansion from its glacial refugia in the Central European mountains may have been slowed down by: (i) ecological barriers of post-glacial dry plains and bogs in Central Europe; (ii) heavy utilization of conifers; and (iii) Allee effects as a result of fragmented trunks and an unfavourable climate for a cold-adapted species in the continental lowlands.
 - MaxEnt models predict that *I. amitinus* may become widespread in the Northern European forests, whereas its populations in the southwestern mountain ranges of Europe may decline in the future.
 - The population levels of *I. amitinus* in recently invaded northern areas are still lower than those in core areas of Central Europe, although the population development in Central Europe indicates that future bark beetle outbreak periods may occur for *I. amitinus* populations in Northern Europe as well.

Keywords: climate change, Curculionidae, maximum entropy, *Picea*, *Pinus*, range shift, Scandinavia, species interaction

Introduction

The range shifts of several forest insect pests in recent decades not only call for explanation, but also raise concerns about the potential consequences of such range changes (Marston & Sankala, 2012; Jepsen et al., 2012; Burke & Carroll, 2009). Range expansions may provide insect pests access to new pools

of forest resources, and it may be a challenge to predict the outcome when such invaders have not co-evolved with their new forest environment (Harrison et al., 2004; Cooke & Carroll, 2013; Brockerhoff et al., 2011). The concern is especially justified for pest species with significant impacts on ecosystems and communities, such as epidemic bark beetles that can affect large areas of boreal and temperate forests (Hails et al., 2005; Økland et al., 2011). Understanding the mechanisms behind range shifts may be critical with respect to managing species invasions and their resulting impacts.

Each case of range shift appears to comprise a characteristic story depending on interactions between the features of the

*Correspondence: Bjorn Økland, Tel: +47 96020225; e-mail: bjorn.orkland@nibio.no

[†]Present address: Kari Silvenius Research Institute, University of Turku, University of Turku, Finland.

Отличительные признаки *Ips tyrographus* (справа) и *Ips amitinus* (справа) по размерам и форме тела
(фото А.В. Полевого и А.Н. Щербакова).



Отличительные признаки *Ips amitinus* (слева) и *Ips tyrographus* (справа) видны в строении швов булавы усика (фото А.В. Полевого, Институт леса Карельского научного центра РАН, Петрозаводск).



Галереи *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (а) и *Ips tyrographus* (Linnaeus, 1758) (б) под корой ели



Milan Zubrik, Forest
Research Institute -
Slovakia,
Bugwood.org
Creative Commons
License licensed
under a Creative
Commons
Attribution-
noncommercial 3.0
License

а



б

Распространение союзного короеда *Ips amitinus* на Северо-Западе России.

Черные кружки – точки находок, белые кружки – вид к настоящему времени не найден.

Первые находки:

в России – Брянск, 1920 год (ЗИН) (Старк, 1926);

в Эстонии - 1900 год (K.Voolma, персональное сообщение).

в юго-западной Финляндии, Tuusula – 1951 год (Nuorteva, 1956)

в Ленинградской области – 1978 год (Зеленогорск, М.Ю. Мандельштам)

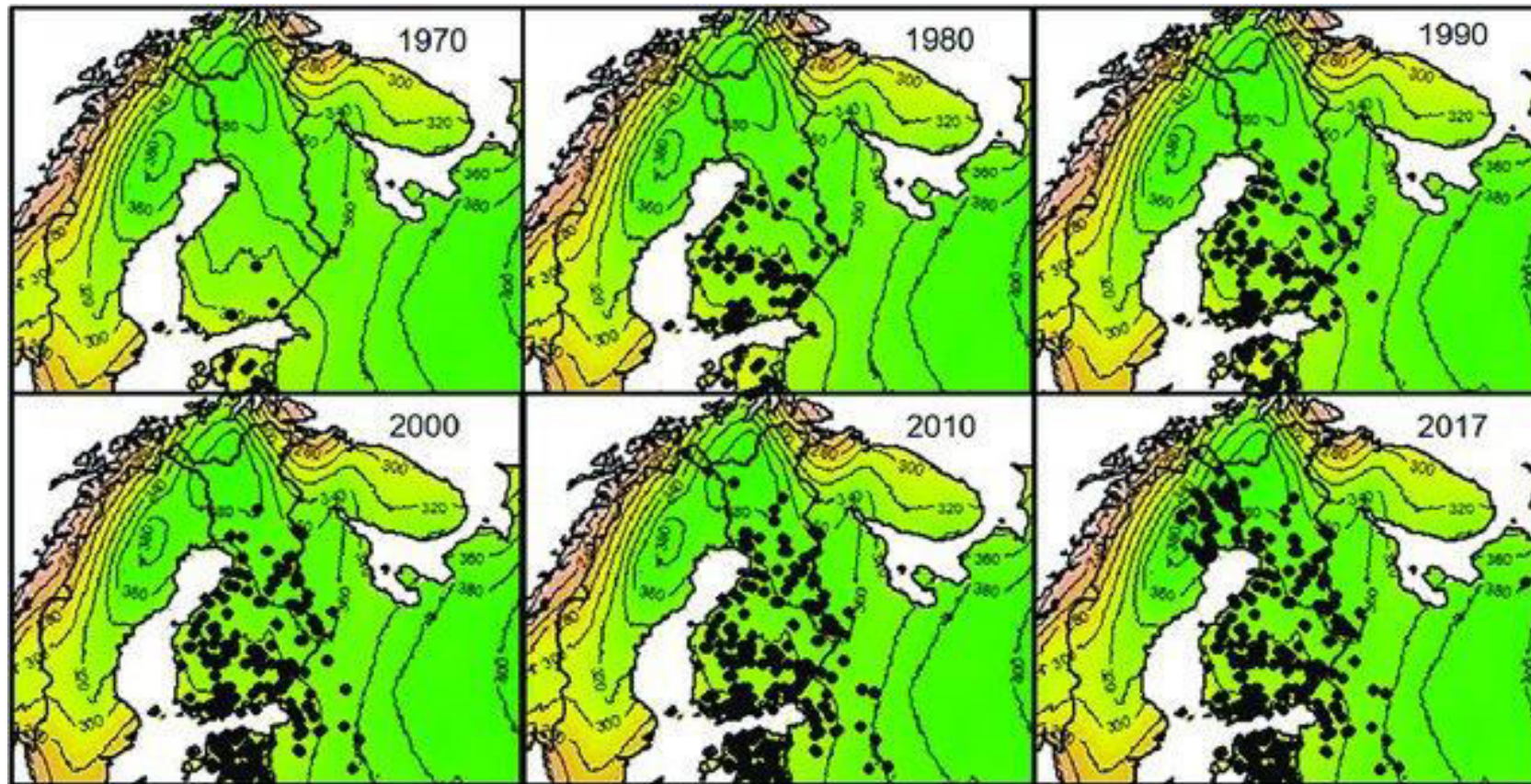
Самая северная находка - Мурманская обл., ГПЗ “Пасвик” (2011 год), широта 69.38523 (Щербаков и др., 2013) окр. Мелкефосс, на границе с Норвегией .

Самая восточная находка – Архангельская обл., дер. Пинега (2013 год) (Мандельштам, Мусолин, 2016), приблизительно 64.6948N и 43.3985E



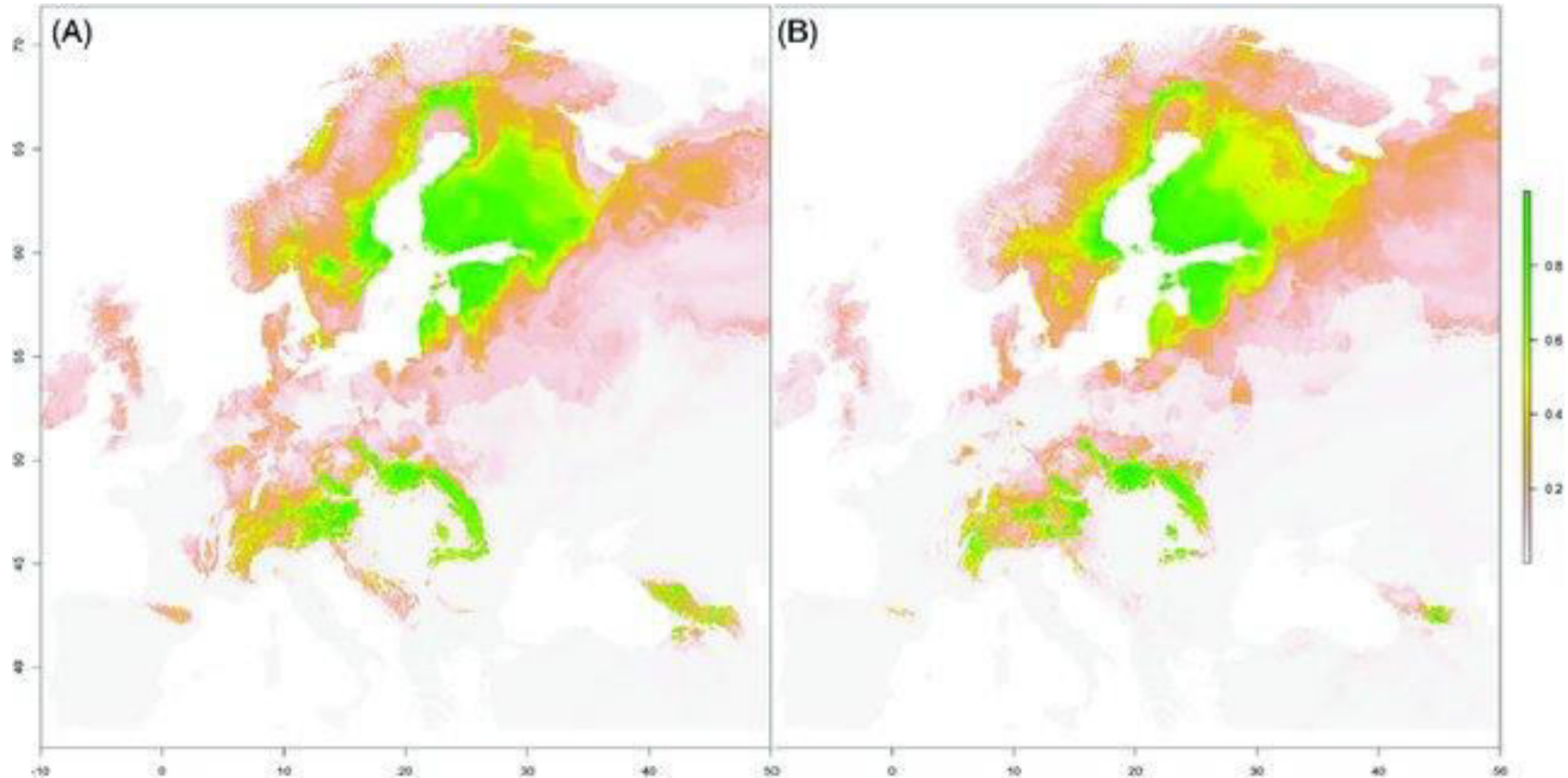
Мурманская область: государственный природный заповедник “Пасвик” (1) и Кандалакшский государственный природный заповедник (2); Архангельская область: дер. Пинега (3); Республика Карелия: Национальный парк “Паанаярви” (4), Морская биологическая станция Санкт-Петербургского государственного университета, о. Средний, Лоухский район (5), Волома (6), Лоймола (7), Хуухканмяки (8), Валаам (9), Олонец (10); Ленинградская область: Лемболово (11), Мандроги (12), Елизаветино (13), Рудная Горка (14); Новгородская область: Яблонька (15), Красная Гора (16); Псковская область: Астратово (17), Себежский национальный парк, Осыно (18); Тверская область: Центрально-лесной государственный природный биосферный заповедник (19); Ярославская область: Ярославль (20); Московская область: Калистово (26), Софрино (27), Звенигород (23), Приокско-Тerrasный государственный природный биосферный заповедник (24).

Экспансия ареала *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) в Северной Европе с 1970 по 2017 год



Динамика ареала *Ips amitinus* на основе данных из Эстонии, Финляндии, России и Швеции
Изоклины показывают степень континентальности климата (годовой размах температуры между самым теплым и самым холодным месяцем BIO7: www.worldclim.org/bioclim).

Потенциальное распространение *Ips amitinus* в Европе на основании модели максимальной энтропии (MaxEnt)



(A) Предсказания на основе современных климатических условий (1961-1990).

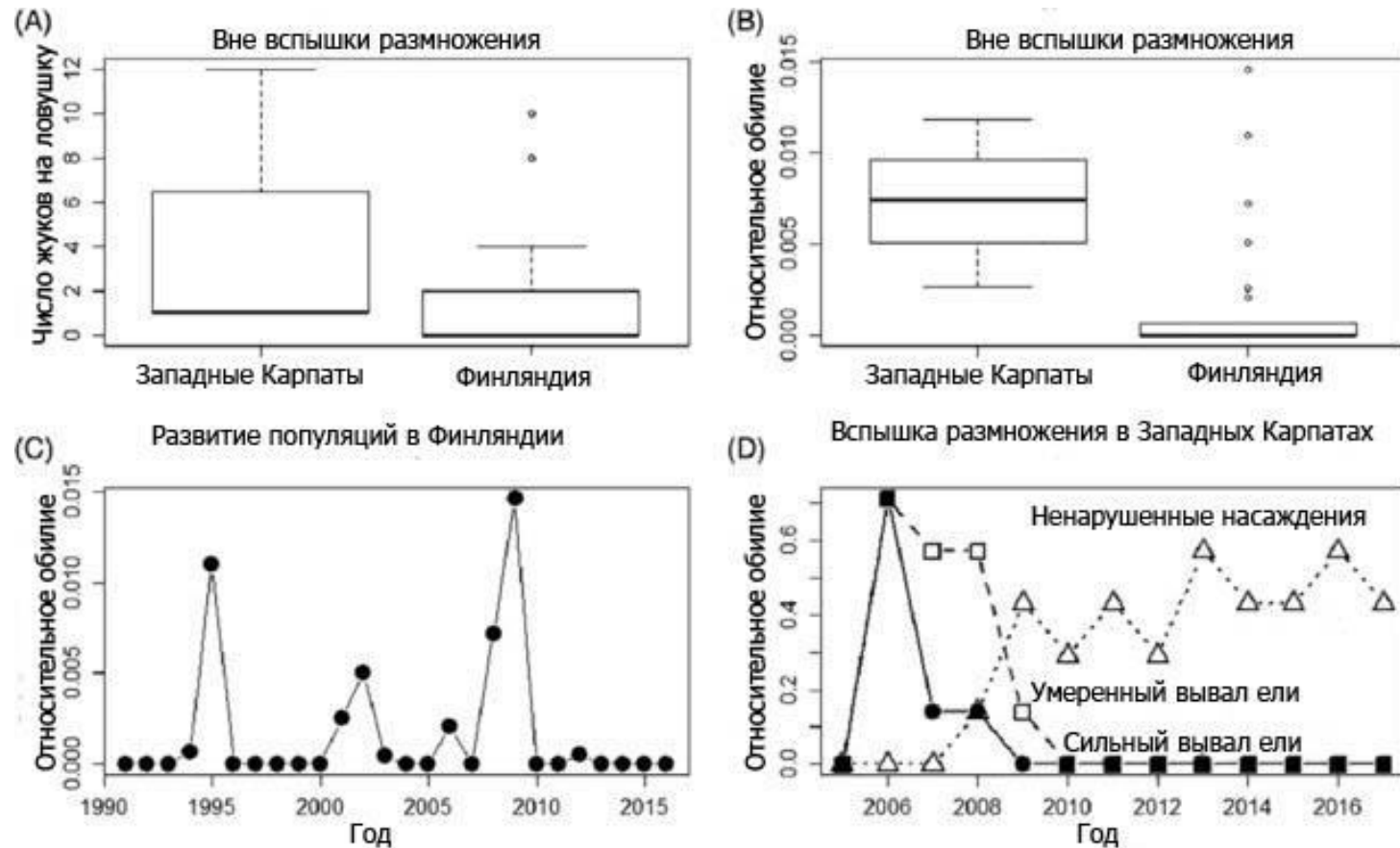
(B) Предсказания на основе предполагаемого климата в будущем (2081–2100) (WorldClim, 2018). Цветовой градиент от белого до темно зеленого (шкала справа) показывает на увеличивающуюся вероятность встречаемости *Ips amitinus*.

Эта модель на основе координат находок видов и климатических условиях в точках находок прогнозирует вероятное распространение вида в зависимости от климатических условий.

Будущее *Ips amitinus* в Европе

- Модель MaxEnt предсказывает, что расширение ареала *I. amitinus* в северной Европе может продолжаться, а популяции в горах юга Европы могут сократиться. Плотность популяции *I. amitinus* на освоенных северных территориях по-прежнему ниже, чем в центральной Европе, но в будущем возможен резкий рост численности вида и в северной Европе.

Сравнение состояния популяций *Ips amitinus* в оптимальных условиях в Финляндии и в Западных Карпатах в Словакии.



А – количество жуков на одну ловушку; В – доля жуков *Ips amitinus* относительно всех короедов в оконной ловушке; С – относительное обилие жуков в разные годы в ловушках в Финляндии; D – относительное обилие жуков во время вспышки массового размножения в Карпатах в 2005 – 2017 годах. Черные квадраты – ветровальники; белые квадраты – частично поврежденные ветровалами леса; белые треугольники – окрестные леса, не затронутые ветровалами. На рисунках А и В центральной линией показана медиана, коробочка ограничивает нижние и верхние квантили распределения, а “усы” показывают наибольшее и наименьшее из наблюдаемых значений, которые попадали в пределы 1.5 раза ширины распределения от ближайшего квантиля.

Почему *Ips amitinus* появился в Европе с опозданием по сравнению с типографом?

- *Ips amitinus*, вероятно, отсутствовал в северных ледниковых рефугиумах для обыкновенной ели на севере европейской части России.
- Мы предположили, что распространение вида к северу из ледниковых убежищ в горах Европы было замедленным, так как
 - (1) послеледниковые сухие равнины и болота центральной Европы могли служить барьерами для экспансии ареала;
 - (2) интенсивное использование хвойных лесов человеком в Европе в течение длительного времени и фрагментация лесных массивов могли выразиться в эффектах Алле, сдерживающими рост популяции. [Закон Алле гласит, что с увеличением численности популяции способность к выживанию и репродуктивная способность также увеличивается (Берримен, 1999).]
 - (3) неблагоприятный климат в низкогорьях Европы мог создавать дополнительный барьер для распространения холодолюбивого вида.

Ips amitinus – вредитель европейской кедровой сосны в Альпах, вызывающий отмирание отдельных деревьев.

Место съемки: Инсбрук, Австрия, 7.07.2017. Фото М.Ю. Мандельштама



Ips amitinus после интродукции в Томскую и Кемеровскую область
вызывает массовую гибель сибирской кедровой сосны.

Место съемки: Лучановский припоселковый кедровник, Томская область. Фото И.А. Керчева



Будущее *Ips amitinus* в Сибири

- Недавняя интродукция *I. amitinus* в Томскую и Кемеровскую обл. и его переход на новое кормовое растение (*Pinus sibirica* Du Tour) вызвали массовое усыхание кедра и серьёзные экономические потери (Керчев и др., 2019). В заключение отметим, что значение *I. amitinus* как вредителя серьёзно недооценивалось в прошлом.

Спасибо за внимание!

Финансирование. Исследование в России было частично поддержано грантами РФФИ № 17-04-00360 и 20-04-00857, в Словакии – проектом VEGA2-0012-17 и VEGA 2-0032-19, в Швеции – фондом BoRydins F0715 и Formas 2016-20011, в Норвегии – проектом 131090.

