

УДК 595.763 (470.21 + 470.23–25)

**ВЕРОЯТНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ЯСЕНЕВОЙ ИЗУМРУДНОЙ УЗКОТЕЛОЙ ЗЛАТКИ
AGRILUS PLANIPENNIS FAIRMAIRE (COLEOPTERA,
BUPRESTIDAE) ПО ЗЕЛЕНЫМ НАСАЖДЕНИЯМ
ВДОЛЬ ТРАССЫ М10 ОТ МОСКВЫ
ДО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

© 2022 г. А. А. Егоров,^{1,2*} А. Н. Афонин,^{1**} К. И. Скворцов,^{3***}
Е. А. Милютин^{1****}

¹Санкт-Петербургский государственный университет
Университетская наб., 7/9, С.-Петербург, 199034 Россия

²Институт лесоведения РАН

Ул. Советская, 21, п/о Успенское, Московская обл., 143030 Россия

*e-mail: egorovfta@yandex.ru, **e-mail: acer737@yandex.ru,

***e-mail: kalya17_10@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

³Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

ул. Профессора Попова, 2, С.-Петербург, 197376 Россия

***e-mail: k.i.skvortsov@yandex.ru

Поступила в редакцию 7.06.2022 г.

После доработки 14.07.2022 г.

Принята к публикации 09.09.2022 г.

Ясенева изумрудная узкотелая златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire) была занесена в Москву, где дала вспышку размножения и с середины первого десятилетия XXI в. начала быстро распространяться радиально, продвинувшись в северных направлениях намного меньше, чем в южных. *Agrilus planipennis* способен распространяться как естественным путем, так и с непреднамеренной помощью человека, используя транспорт (путешествуя непосредственно на нем или с перевозимыми грузами) и таким образом преодолевая большие расстояния. Для самостоятельного распространения *A. planipennis* необходима достаточная встречаемость растений-хозяев (ясеней) на его пути. Обнаруженный в 2020 г. в С.-Петербурге *A. planipennis* едва ли мог проникнуть в город естественным путем, так как на большей части пространства между Москвой и С.-Петербургом сплошные ясеневые древостой отсутствуют, а вдоль трассы М10, связывающей эти города, ясеневые насаждения редки и разделены большими промежутками. Зная характер распределения кормовой базы на предполагаемом естественном пути распространения *A. planipennis*, можно делать выводы о перспективах продвижения вида в том или ином направлении, давать прогнозы распространения и, возможно, в некоторых случаях бороться с локальным продвижением *A. planipennis*, создавая разрывы в цепи посадок растений-хозяев, например, в придорожных насаждениях.

Ключевые слова: ясеневая изумрудная узкотелая златка, инвазия, растение-хозяин *Fraxinus*, автомагистраль, зеленые насаждения, естественное распространение, распространение транспортом.

DOI: 10.31857/S0367144522030054, **EDN:** HOAYAR

Проникновение восточноазиатской ясеневой изумрудной узкотелой златки (*Agrilus planipennis* Fairmaire) (Coleoptera: Vuprestidae) в Европу было связано с ее первичным заносом в Москву предположительно в конце 1990-х гг. – первая находка была сделана в 2003 г. (Ижевский, 2007; Шанхиза, 2007). Размножение златки привело к массовой гибели ясеней в Москве, начиная с середины первого десятилетия XXI в. Дальнейшее радиальное распространение *A. planipennis* из Москвы поставило вопрос о возможностях ее расселения в Европе.

После заноса в Москву *A. planipennis* распространился примерно на 600 км к югу, достигнув территории Украины (Drovalenko et al., 2019; Orlova-Bienkowskaja et al., 2020), и на 240 км на северо-восток, проникнув в Ярославль (Власов, 2020). До последнего времени было известно, что к северо-западу от Москвы *A. planipennis* продвинулся до Твери и ее ближайших окрестностей, где впервые был обнаружен в 2015 г. (Peregudova, 2019) и сохранился до настоящего времени (Musolin et al., 2021). Однако в 2020 г. в продолжение северо-западного направления от Твери *A. planipennis* был обнаружен в западных окрестностях С.-Петербурга (Волкович, Суслов, 2020) с отрывом в 490 км от основной части инвазионного ареала. Таким образом, в европейской части России наблюдается неравномерное распространение *A. planipennis* из места его первичного заноса (Москва).

В Северной Америке *A. planipennis* впервые был обнаружен в 2002 г. в Детройте и к настоящему времени распространился как на юг (до Джорджии), так и на северо-восток (до Квебека) на расстояние примерно 900 км. Была определена минимальная частота встречаемости ясеней, позволяющая *A. planipennis* распространяться естественным путем, – примерно 3–5 деревьев на 1 км дороги (McKenney et al., 2012). Было также установлено, что максимальная дальность разлета одной генерации популяции *A. planipennis* во время вспышки составляет 20 км (Taylor et al., 2010). В Москве для развития поколения златки необходимы 2 сезона (Orlova-Bienkowskaja, Bieńkowski, 2016). Исходя из этого, можно предположить, что распространение *A. planipennis* естественным путем в европейской части лимитируется редкой встречаемостью ясеней и невысокой скоростью распространения златки – до 20 км за 2 года. Эти выводы совпадают с ранее подсчитанной средней скоростью распространения *A. planipennis* в Центральной России – 10 км/год (Баранчиков, Куртеев, 2012).

Анализ геоботанической литературы (Александрова и др., 1989) показал, что на территории между Тверью и С.-Петербургом распространены преимущественно еловые, сосновые и вторичные лиственные леса (рис. 1), и только для небольшого участка на Валдайской возвышенности в Валдайском геоботаническом округе с преобладанием вторичных осиновых и березовых лесов указаны редкие дубовые рощицы с участием ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*). Таким образом, можно предположить, что самостоятельное распространение *A. planipennis* по естественным насаждениям в направлении от Твери к С.-Петербургу невозможно.

Важную роль в распространении ясеневой изумрудной узкотелой златки играют линейные структуры, такие как железные дороги и автомагистрали (Selikhovkin et al.,

2017; Short et al., 2020). Исследования в 2013 (Волкович, Мозолевская, 2014), 2016 и 2018 гг. (Селиховкин и др., 2018) и в 2017 г. (Афонин и др., 2020) показали, что вдоль трассы М10 (Москва–Тверь–С.-Петербург) (рис. 1) встречаются посадки ясеня, в основном *Fraxinus pennsylvanica*. Посадки расположены мозаично, что создает препятствия для распространения *A. planipennis* от Москвы в сторону С.-Петербурга. Нами была выдвинута гипотеза о распространении *A. planipennis* от Твери в сторону С.-Петербурга двумя способами: на одних участках распространение может быть естественным по посадкам из ясеня вдоль трассы М10, а на других – происходить с участием человека, когда *A. planipennis* продвигается, по всей видимости, непосредственно на транспортных средствах или с перевозимыми грузами. Давно высказано предположение о том, что расширение ареала *A. planipennis* происходит за счет сочетания локального, естественного распространения на небольшие расстояния и расселения на дальние расстояния с помощью человека (Hengeveld, 1989; Muirhead et al., 2006). Таким образом, важно определить участки возможного распространения *A. planipennis* естественным путем и с участием транспорта для разработки наиболее эффективных региональных фитосанитарных и карантинных мероприятий для предотвращения широкого распространения вредителя на территории между Москвой и С.-Петербургом. Выделение таких участков может быть основано на анализе особенностей распространения насаждений ясеня вдоль трассы М10.

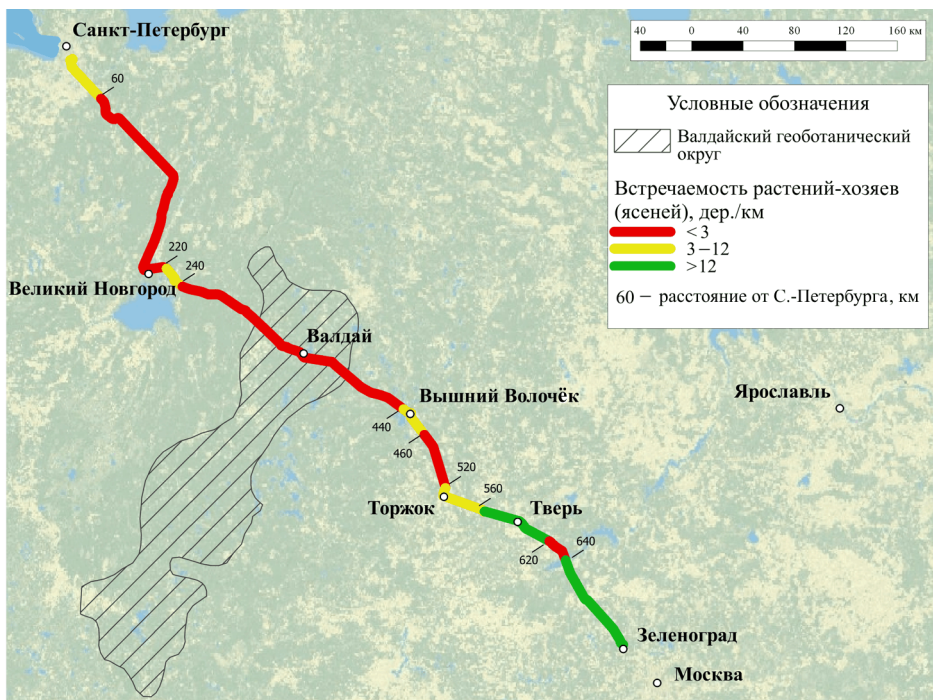


Рис. 1. Участок вдоль трассы М10 от С.-Петербурга до Зеленограда (пригород Москвы), на котором проведен поиск ясеней.

Исследования последних лет в зеленых насаждениях по трассе М10 между С.-Петербургом и Тверью (Волкович, Мозолевская, 2014; Селиховкин и др., 2018; Musolin et al., 2021), в том числе в городах Торжок и Вышний Волочёк (Перегудова, Мусолин, 2020), показали отсутствие в них заселения златкой ясеней. Хотя златка и была отмечена в Твери и С.-Петербурге соответственно в 2015 и 2020 гг., заселила она ясени в этих городах раньше. В Твери, как показал анализ древесины, заселение ясеней произошло еще в 2010 г. (Демидко и др., 2020). Ю. А. Баранчиков (2020), используя интернет-сервисы Яндекс-Панорамы и Google Street View, по наличию на фотографиях повреждений кроны ясеня пенсильванского предположил, что златка начала осваиваться в месте нынешнего очага в западном пригороде С.-Петербурга уже в 2014–2016 гг. Это означает, что заселение златкой ясеней между Тверью и западными окрестностями С.-Петербурга могло начаться с 2010 г., когда она появилась в Твери. Однако заселение ясеней златкой в С.-Петербурге могло произойти и из иного очага ее распространения.

Мы поставили целью уточнить методику оценки частоты встречаемости и пространственного распределения ясеней, а также выявить возможности распространения *A. planipennis* на протяжении трассы М10 Москва–С.-Петербург естественным путем с учетом частоты встречаемости ясеней и разобщенности их посадок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В октябре 2017 г. было проведено маршрутное исследование распространения вдоль трассы М10 Москва–С.-Петербург посадок ясеня (см. рис. 1), растения-хозяина *A. planipennis*. Участок исследования охватывал придорожные насаждения от юго-восточных пригородов С.-Петербурга до северо-западных пригородов Москвы с конечной точкой маршрута в г. Зеленоград. Были обследованы также старые участки дороги, которые в настоящее время заменили спрямленными участками трассы.

Из окна автомобиля на скорости 60–80 км/час велся учет ясеней по характерной осенней раскраске их крон на фоне других деревьев. При необходимости делались остановки для уточнения родовой принадлежности древесных пород и характеристик ясеней. Исходя из данных о максимальной дальности распространения златки на расстояние 20 км за каждую генерацию во время вспышки (Taylor et al., 2010; Musolin et al., 2017), весь участок трассы М10 от юго-восточных пригородов С.-Петербурга до северо-западных пригородов Москвы мы разделили на 35 20-километровых участков. Названия участки получили по номеру километра в направлении от С.-Петербурга; например, участок трассы между 520-м и 540-м километрами был назван «отрезок (или участок) 520 км». На каждом таком участке отмечалось количество одиночных ясеней и их групп с учетом возраста: молодые, высотой до 5 м, и взрослые, выше 5 м. Группы ясеней по количеству деревьев делились на крупные и малые. Для крупных групп указывалась их длина, измеряемая по автомобильному спидометру. Малые группы включали несколько деревьев. В дальнейшем анализе данных принимали, что группа молодых ясеней состоит из 5, а взрослых – из 3 деревьев. Данные учетов заносились в полевой дневник и приведены в табл. 1.

Далее по полевым данным был проведен расчет двух показателей: встречаемость (A_h) и среднее расстояние между группами ясеней на каждом 20-километровом участке (L_m). A_h определяли как количество ясеней на отрезке в 20 км (дер./участок). L_m – среднее расстояние в километрах между отдельными деревьями, группами и полосами на 20-километровом участке, которое показывает, какое в среднем расстояние нужно пролететь *A. planipennis* от одного ясеня до другого.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обследование трассы М10 от юго-восточных окраин С.-Петербурга до Зеленограда – северо-западного пригорода Москвы (см. рис. 1) в октябре 2017 г. показало неравномерность распределения кормовой базы *A. planipennis* (рис. 2а). Видно, что 20-километровые участки с 3 и меньшим числом деревьев ясеня (A_h), которые служат барьером для распространения златки (McKenney et al., 2012), располагаются на большей части трассы М10: 60–200, 240–420, 460–500 и 620 км. Протяженность не заселенных *A. planipennis* отрезков не более чем с 3 ясенями на 20 км трассы М10 между Тверью и С.-Петербургом (отрезки 20–560 км) составляет 75 %.

Среднее расстояние между отдельными деревьями, группами и полосами ясеней вдоль трассы М10 неравномерно и имеет тенденцию к уменьшению при приближении к северо-западным окраинам Москвы. На диаграмме (рис. 2б) видно, что северо-западнее пригородов Твери есть участки, на которых расстояние между группами и одиночными деревьями ясеня составляет более 19.9 км (отрезки 120, 260, 380, 400, 420, 460). Доля таких не заселенных *A. planipennis* отрезков между Тверью и С.-Петербургом с $L_m \geq 19.9$ км (отрезки 20–560 км) составляет 21 %.

Необходимо отметить, что между Торжком и Тверью (520...580 км) (см. рис. 1) существуют условия, по частоте встречаемости ясеня достаточные для заселения их златкой ($A_h \geq 10$; $L_m = 0.601...1.267$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывает анализ данных, распространение *Agrilus planipennis* естественным путем на участке Тверь–С.-Петербург вдоль трассы М10 невозможно из-за отсутствия сплошных естественных древостоев ясеня и больших разрывов (L_m более 20 км) между отдельными деревьями, группами или полосами ясеня. Особенно серьезный барьер для распространения *A. planipennis* будут составлять три смежных 20-километровых отрезка 380, 400 и 420 (см. рис. 2).

Появление *A. planipennis* в С.-Петербурге вероятно, стало результатом его завоза с растительными материалами. На это указывает расчет продвижения *A. planipennis* из Твери до С.-Петербурга за последние 10 лет: если считать срок развития одного поколения равным 2 годам, а максимальное расстояние самостоятельного продвижения – 20 км за одно поколение, то *A. planipennis* при самых благоприятных условиях мог бы продвинуться за это время на 100 км (если забыть о том, что для распространения из места заноса златке необходимо не менее 7 лет, чтобы освоиться на новом месте (Siegert et al., 2014)).

Как уже было сказано, на северном пределе ареала в Канаде распространение *A. planipennis* зависит от частоты встречаемости деревьев ясеня в лесополосах, которая (при пересчете данных Мак-Кенни с соавт. (McKenney et al., 2012)) должна быть не меньше 3–5 деревьев на 1 км дороги. Как показывает анализ наших данных по встречаемости ясеней вдоль трассы М10, только на некоторых участках отрезка от юго-восточных окраин С.-Петербурга до Твери, не заселенного *A. planipennis*, число ясеней превышает 3: под С.-Петербургом (отрезки 20–40 км) и под Великим Новгородом (отрезок 220 км), но большая часть территории вдоль трассы не отвечает условиям расселения *A. planipennis*. Подобные выводы были сделаны ранее М. Г. Волко-

Таблица 1. Данные учетов растений-хозяев (ясеней) златки *Agrilus planipennis* Fairmaire

Расстояние от С.-Петербурга, км	Координаты		Число взрослых одиночных деревьев	Число молодых одиночных деревьев	Число групп взрослых деревьев	Число групп молодых деревьев	Длина полосы взрослых деревьев, м	Число полос взрослых деревьев	Длина полосы молодых деревьев, м	Число полос молодых деревьев	Общее число деревьев	Встречаемость ясеней (Ан), дер./км	Общая длина полос с деревьями на 20-километровом участке, км	Среднее расстояние между ясенями (Lm) на 20-километровом участке
	N, °	E, °												
20	59.86255	30.38869	22	2	—	2	200	1	—	—	70	3.5	0.331	0.728
40	59.71355	30.56123	3	—	—	—	500	1	—	—	103	5.15	0.515	4.871
60	59.61383	30.74364	4	1	1	—	—	—	—	—	8	0.4	0.038	3.327
80	59.47037	31.00641	4	—	1	—	—	—	—	—	7	0.35	0.035	3.993
100	59.34773	31.23604	—	1	—	1	—	—	—	—	4	0.2	0.011	9.995
120	59.21904	31.47694	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0.05	0.003	19.997
140	59.06510	31.61276	5	—	2	—	—	—	—	—	11	0.55	0.055	2.849
160	58.92298	31.51461	1	1	3	—	200	1	—	—	51	2.55	0.253	3.291
180	58.74079	31.42246	4	1	1	1	100	1	—	—	31	1.55	0.146	2.482
200	58.57342	31.2847	5	—	2	—	—	—	—	—	11	0.55	0.055	2.849
220	58.53413	31.55258	12	—	1	2	—	—	500	1	221	11.05	0.590	1.213
240	58.41735	31.75012	3	—	—	—	—	—	—	—	3	0.15	0.015	6.662
260	58.36691	32.06827	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0.000	20.000
280	58.32561	32.32095	3	—	2	—	—	—	—	—	9	0.45	0.045	3.991
300	58.22301	32.60439	7	—	1	—	—	—	—	—	10	0.5	0.050	2.494

320	58.09988	32.85107	8	2	2	2	—	50	1	—	—	26	1.3	0.126	1.529
340	58.00308	33.13421	1	1	2	1	1	40	1	—	—	19	0.95	0.086	3.319
360	57.93703	33.46255	6	—	3	—	—	40	1	—	—	23	1.15	0.115	1.989
380	57.87478	33.70318	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.05	0.005	19.995
400	57.76229	33.95022	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0.000	20.000
420	57.70752	34.19734	—	—	—	—	—	100	1	—	—	20	1	0.100	19.900
440	57.61398	34.48068	6	2	4	4	4	300	2	—	—	92	4.6	0.426	1.087
460	57.44377	34.73816	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0.000	20.000
480	57.36586	34.84405	—	2	2	2	2	—	—	—	—	14	0.7	0.051	3.325
500	57.19905	34.93928	5	4	—	5	5	—	—	40	1	40	2	0.115	1.326
520	57.0881	34.99678	12	2	8	2	2	380	6	200	2	200	10	0.781	0.601
540	56.99413	35.18333	5	1	6	6	6	350	3	250	2	212	10.6	0.763	0.836
560	56.93036	35.48227	8	—	—	4	4	2700	5	—	—	560	28	2.770	1.014
580	56.89002	35.7465	9	—	—	—	—	2190	4	30	1	459	22.95	2.265	1.267
600	56.80891	36.00867	16	7	2	7	7	2300	5	500	4	710	35.5	2.984	0.415
620	56.72847	36.28233	1	1	3	1	1	100	1	40	1	50	2.5	0.201	2.475
640	56.59886	36.48311	4	2	4	12	12	590	5	350	6	312	15.6	1.116	0.572
660	56.42392	36.62923	8	9	11	11	11	800	3	1090	12	679	33.95	2.205	0.330
680	56.29011	36.81168	7	2	13	8	8	270	2	1750	8	826	41.3	2.316	0.442
700	56.15930	37.02250	6	1	5	8	8	595	4	3990	8	1761	88.05	4.753	0.476
Итого:			176	43	79	77	77	11805	48	8740	46	6544	—	—	—

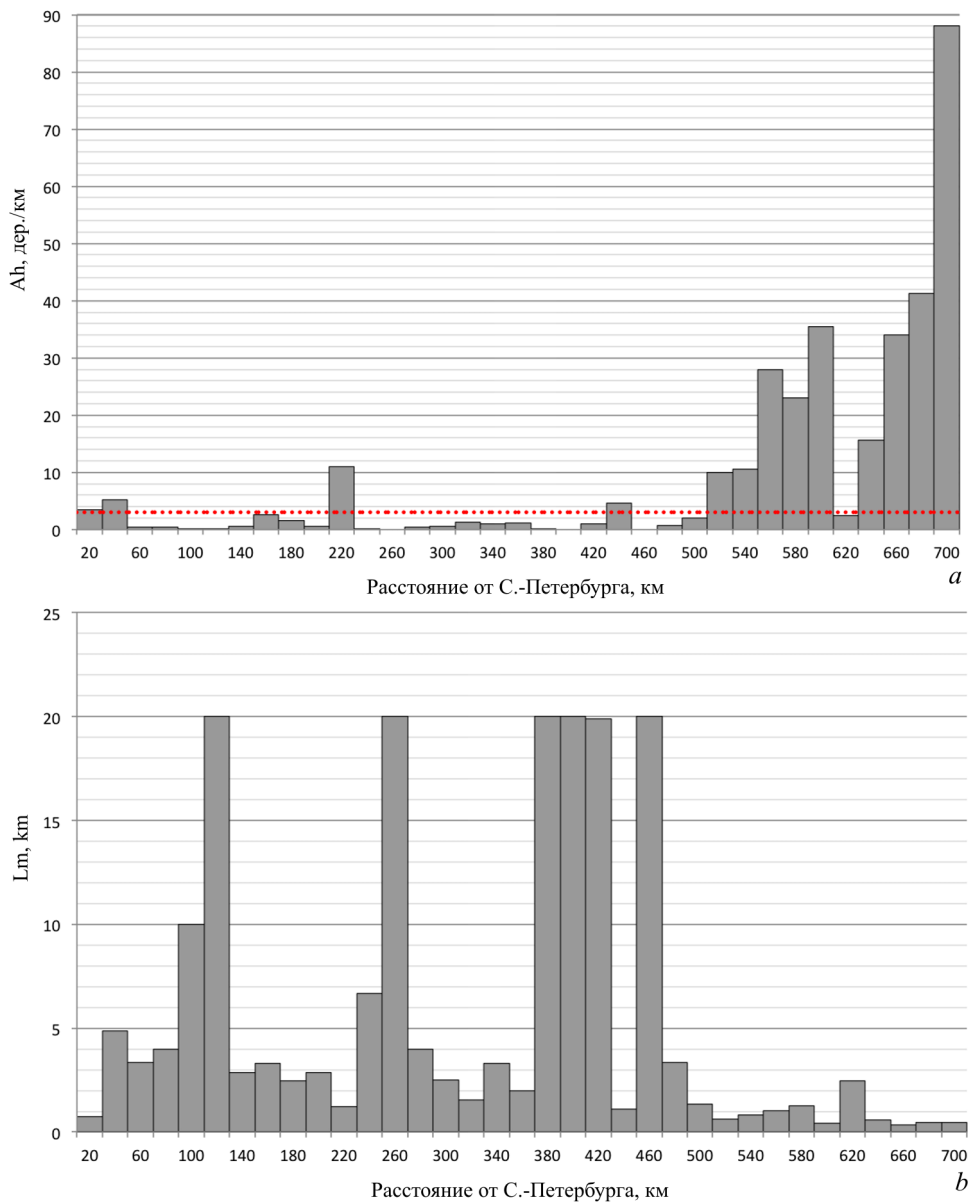


Рис. 2. Встречаемость ясеней (A_n , дер./км) (а) и среднее расстояние (L_m , км) между деревьями (б) на участке трассы М10 от юго-восточных окраин С.-Петербурга до Зеленограда (северо-западный пригород Москвы). Октябрь 2017 г.

Красная линия обозначает минимальное значение встречаемости ясеней (3 дерева на 1 км), необходимое для распространения *Agrilus planipennis* Fairmaire естественным путем (по: McKenney et al. (2012)).

вичем и Е. Г. Мозолева (Волкович, Мозолева, 2014): продвижение златки к северо-западу от Твери естественным путем маловероятно из-за отсутствия кормовой базы. В Твери и ее окрестностях (отрезки 520–560 км), не заселенных *A. planipennis*, число ясеней уже существенно больше 3 на 1 км и составляет не менее 10 деревьев/км. Отсутствие на этом фрагменте ясеневой узкотелой златки может быть связано с относительно недолгой историей расселения златки или с низкой теплообеспеченностью периода развития насекомого (Афонин и др., 2020).

На территории между Тверью и Санкт-Петербургом, не заселенной ясеневой узкотелой златкой, есть прерывистые участки трассы М10 с достаточным для их заселения *A. planipennis* обилием ясеней. По этим участкам возможно дальнейшее расселение вредителя естественным путем (например, отрезок трассы от Твери до Торжка (участки трассы 520 и 620 км)). Немного южнее, в 800 м от трассы М10 (участок 580 км), наблюдается незначительное продвижение златки в северо-западном направлении от Твери в сторону С.-Петербурга: *A. planipennis* был отмечен в 2018 г. в северо-западной части Твери – в Заволжском р-не на железнодорожной станции Дорошиха (Peregudova, 2019).

Встречаемость ясеней вдоль трассы М10 от Москвы до Твери, где в настоящее время распространен *A. planipennis*, неравномерна. На этом отрезке произрастает достаточное для самостоятельного продвижения вредителя количество деревьев ясеня, кроме одного участка (620 км) под Тверью (см. рис. 1). Этот участок представляет, по-видимому, непреодолимый барьер для распространения *A. planipennis* естественным путем. Исходя из скорости продвижения вредителя в северных регионах, расстояние около 140 км между северо-западными окраинами Москвы и Тверью златка преодолела бы своим ходом за 14 лет. Этот временной отрезок соответствует различию в сроках заселения Москвы (конец 1990-х гг.) и Твери в 2010 г. (Демидко и др., 2020). Однако скорость продвижения златки наверняка меньше, чем 20 км за 2 года, и поэтому расстояние между Москвой и Тверью она, по всей вероятности, преодолела с помощью транспорта, тем более что *A. planipennis* был отмечен на 2 года раньше, в 2013 г., в 8 км восточнее Твери (ближе к Москве) в Эммаусе (Straw et al., 2013) и в 50 км восточнее Твери в Конаково (Orlova-Bienkowskaja, 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проникновение *A. planipennis* из Твери в С.-Петербург естественным путем почти невозможно допустить из-за отсутствия сплошных ясеневых насаждений на этой территории, недостаточной встречаемости кормовой базы вдоль трассы М10 и больших промежутков между отдельными деревьями, группами или полосами ясеней, представляющими непреодолимый барьер для естественного распространения вредителя. Тем не менее, ясеневая узкотелая златка, используя ясеневые посадки вдоль трассы, может самостоятельно продвинуться от Твери до Торжка, что пока еще не сделала. Распространение *A. planipennis* естественным путем в С.-Петербург за 590 км от северо-западных границ московского инвазионного анклава (Тверь) при наличии достаточной кормовой базы и при возможности полного развития одного поколения за 2 года потребовало бы не менее 59 лет.

Из Москвы в Тверь златка также проникла, вероятно, с помощью транспортных средств, о чем свидетельствуют редкость ясеней на одном из 20-километровых отрезков дороги между этими городами, а также расстояние между ними, которое вреди-

тель, скорее всего, не смог бы преодолеть естественным путем за период между его первым появлением в них.

Достаточно ограниченное и островное распространение *A. planipennis* севернее Москвы дает основание предположить, что и на севере Западной Европы характер его расселения может быть таким же. Это позволяет надеяться, что распространение златки на север РФ и в европейские страны может быть остановлено специальными карантинными мерами, при разработке которых надо учитывать разрывы между естественными ясеневыми древостоями и посадками ясеня вдоль дорог. Для предотвращения инвазии *A. planipennis* среди прочих мер можно рассмотреть вопрос об искусственном разреживании его кормовой базы в цепи ясеневых посадок.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-16-00050, <https://rscf.ru/project/21-16-00050/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова В. Д., Грибова С. А., Исаченко Т. И. и др. 1989. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 64 с.
- Афонин А. Н., Егоров А. А., Скворцов К. И. 2020. Ясеневая изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae): путешествие из Москвы в Санкт-Петербург – реально? В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 57–58.
- Баранчиков Ю. Н. 2020. Датировка начала инвазии *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) в Санкт-Петербург с помощью интернет-технологий. В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 70–71.
- Баранчиков Ю. Н., Куртеев В. В. 2012. Инвазийный ареал ясеневой узкотелой златки в Европе: На западном фронте без перемен? В кн.: Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых. Красноярск: ИЛ СО РАН, с. 91–94.
- Власов Д. В. 2020. Ярославский «анклав» вторичного ареала ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairm. (Coleoptera: Vuprestidae). В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 111–112.
- Волкович М. Г., Мозолевская Е. Г. 2014. Десятилетний «юбилей» инвазии ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairm. (Coleoptera: Vuprestidae) в России – итоги и перспективы. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии 207: 8–19, 268–269.
- Волкович М. Г., Суслов Д. В. 2020. Первая находка ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) в Санкт-Петербурге свидетельствует о реальной угрозе дворцово-парковым ансамблям Петергофа и Ораниенбаума. В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 121–122.
- Демидко Д. А., Серая Л. Г., Ефременко А. А., Баранчиков Ю. Н. 2020. Реконструкция динамики инвазии ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) в Твери. В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 143–144.
- Ижевский С. С. 2007. Угрожающие находки ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* в Московском регионе [URL: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/agrplai.htm>] (дата обращения: 27.02.2021).

- Перегудова Е. Ю., Мусолин Д. Л. 2020. Распространение и экология ясеневой изумрудной узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) и консорция насекомых, связанных с ясенем пенсильванским (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) в Твери и Тверской области. В кн.: Д. Л. Мусолин, Н. И. Кириченко, А. В. Селиховкин (ред.). Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева): материалы Всероссийской конференции с международным участием. СПб.: СПбГЛТУ, с. 253–254.
- Селиховкин А. В., Перегудова Е. Ю., Мусолин Д. Л., Поповичев Б. Г., Баранчиков Ю. Н. 2018. Ясеневая изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) на пути из Москвы в Санкт-Петербург. В кн. Д. Л. Мусолин, А. В. Селиховкин (ред.). X Чтения памяти О. А. Катаева: материалы международной конференции. СПб.: СПбГЛТУ, с. 95–96.
- Шанхиза Е. В. 2007. Инвазия узкотелой златки *Agrilus planipennis* в Московском регионе. [<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/fraxxx.htm>] (дата обращения: 27.02.2021).
- Drogvalenko A. N., Orlova-Bienkowskaja M. J., Bienkowski A. O. 2019. Record of the emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) in Ukraine is confirmed. *Insects* **10**: 338. <https://doi.org/10.3390/insects10100338>
- Hengeveld R. 1989. Dynamics of Biological Invasions. London: Chapman & Hall, 160 p.
- McKenney D. W., Pedlar J. H., Yemshanov D., Lyons D. B., Campbell K. L., Lawrence K. 2012. Estimates of the potential cost of Emerald Ash Borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire) in Canadian municipalities. *Arboriculture and Urban Forest* **38** (3): 81–91.
- Muirhead J. R., Leung B., van Overdijk C., Kelly D. W., Nandakumar K., Marchant K. R., MacIsaac H. J. 2006. Modeling local and long-distance dispersal of invasive emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera) in North America. *Diversity and Distributions* **12** (1): 71–79. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00218.x>
- Musolin D. L., Selikhovkin A. V., Pereguodova E. Y., Popovichev B. G., Mandelshtam M. Y., Baranchikov Y. N., Vasaitis R. 2021. North-westward expansion of the invasive range of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) towards the EU: from Moscow to Saint Petersburg. *Forests* **12** (4): 502. <https://doi.org/10.3390/f12040502>
- Musolin D. L., Selikhovkin A. V., Shabunin D. A., Zviagintsev V. B., Baranchikov Yu. N. 2017. Between ash dieback and emerald ash borer: two Asian invaders in Russia and the future of ash in Europe. *Baltic Forestry* **23** (1): 316–333.
- Orlova-Bienkowskaja M. Ja. 2013. Dramatic expansion of the range of the invasive ash pest, buprestid beetle *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera, Buprestidae) in European Russia. *Entomological Review* **93** (9): 1121–1128. <https://doi.org/10.1134/S0013873813090042>
- Orlova-Bienkowskaja M. J., Bienkowski A. O. 2016. The life cycle of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* in European Russia and comparisons with its life cycles in Asia and North America. *Agricultural and Forest Entomology* **18**: 182–188. <https://doi.org/10.1111/afe.12140>
- Orlova-Bienkowskaja M. J., Bienkowski A. O. 2020. Minimum winter temperature as a limiting factor of the potential spread of *Agrilus planipennis*, an alien pest of ash trees, in Europe. *Insects* **11** (4): Article ID 258. <https://doi.org/10.3390/insects11040258>
- Pereguodova E. Y. 2019. The focus of the Emerald Ash Borer *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) in Tver, on the northwestern border of the invasive range. *Russian Journal of Biological Invasions* **10** (3): 258–262. <https://doi.org/10.1134/S2075111719030093>
- Selikhovkin A. V., Popovichev B. G., Mandelshtam M. Y., Vasaitis R., Musolin D. L. 2017. The frontline of invasion: the current northern limit of the invasive range of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae), in European Russia. *Baltic Forestry* **23**: 309–315.
- Short M. T., Chase K. D., Feeley T. E., Kees A. M., Wittman J. T., Aukema B. H. 2020. Rail transport as a vector of emerald ash borer. *Agricultural and Forest Entomology* **22**: 92–97. <https://doi.org/10.1111/afe.12360>
- Siegert N. W., McCullough D. G., Liebhold A. M., Telewski F. W. 2014. Dendrochronological reconstruction of the epicenter and early spread of emerald ash borer in North America. *Diversity and Distributions* **20**: 847–858. <https://doi.org/10.1111/ddi.12212>
- Straw N. A., Williams D. T., Kulinich O., Gninenko Y. I. 2013. Distribution, impact and rate of spread of emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) in the Moscow region of Russia. *Forestry* **86**: 515–522. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpt031>

Taylor R. A. J., Bauer L. S., Poland T. M., Windell K. N. 2010. Flight performance of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) on a flight mill and in free flight. *Journal of Insect Behaviour* **23**: 128–148. <https://doi.org/10.1007/s10905-010-9202-3>

PROBABILITY OF THE EMERALD ASH BORER *AGRILUS PLANIPENNIS* FAIRMAIRE (COLEOPTERA, BUPRESTIDAE) SPREADING BY FLIGHT IN THE GREEN SPACES ALONG THE M10 HIGHWAY FROM MOSCOW TO ST. PETERSBURG

A. A. Egorov, A. N. Afonin, K. I. Skvortsov, E. A. Milyutina

Key words: emerald ash borer, invasion, host plant, *Fraxinus*, automobile route, green spaces.

S U M M A R Y

The emerald ash borer (*Agrilus planipennis* Fairmaire; EAB) was introduced to Moscow, from where it began active radialspreading since the mid-2000s outbreak, advancing in the northern directions much less than in the southern ones. *Agrilus planipennis* is able to spread both by flight and by hitchhiking covering long distances directly on vehicles or with transported goods. The EAB distributes by flight, and the presence and abundance of host plants (ash trees) along its dispersal route play an important role in this process. Although *A. planipennis* was first recorded in St. Petersburg in 2020, it got there probably by hitchhiking. The EAB could hardly have reached the city by its own, since there are no continuous ash stands in largest part of the area between Moscow and St. Petersburg. There is also no sufficient food resource (ash trees) along the M10 Highway, linking these cities, the ashes and their stands are scanty and separated by long distances. Knowing the distribution pattern of the food resources along the *A. planipennis* supposed flight path, it is possible to draw conclusions about the prospects for its movement in one direction or another, make distribution forecasts, and, in some cases, prevent the local advancement of *A. planipennis* making gaps in the stands of host plants, for example, in roadside plantings.