

УДК 625.77:632.78(476-21)

А. С. Рогинский, Ю. В. Анацко, С. В. Буга
Белорусский государственный университет

**ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ЗАМЕНУ КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО
В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ МИНСКА ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ,
УСТОЙЧИВЫМИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ ИНВАЗИВНЫМИ МИНЕРАМИ**

Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) широко распространен в зеленых насаждениях населенных пунктов Республики Беларусь. В настоящее время в Минске примерно каждое пятое дерево в посадках – это конский каштан. Каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) является чужеродным для фауны Беларуси, широко распространенным вредителем *A. hippocastanum*, включенным в «Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси». Личинки *C. ohridella* развиваются в минах – камерах в мезофилле листовых пластинок *A. hippocastanum*. В отсутствие мероприятий по контролю популяции вредителя посадки конского каштана утрачивают декоративность уже во второй половине лета, экономически и экологически приемлемые способы контроля популяций *C. ohridella* отсутствуют. Конский каштан обыкновенный более не используется при закладке новых зеленых насаждений, и ставится вопрос о его замене в существующих. В статье представлены расчеты ориентировочных затрат на изъятие 300 тыс. деревьев конского каштана обыкновенного из насаждений (от 20,0 до 1039,2 млн руб.), приобретение (от 1,5 до 504,0 млн руб.) и посадку (от 4,3 до 36,3 млн руб.) саженцев устойчивых к повреждению инвазивными минерами древесных пород для Минска, оцениваемые в сумму от 25,8 до 1579,5 млн руб.

Ключевые слова: *Cameraria ohridella*, *Aesculus hippocastanum*, Беларусь, минирующие насекомые, резистентность, чужеродные виды.

Для цитирования: Рогинский А. С., Анацко Ю. В., Буга С. В. Оценка затрат на замену конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях Минска древесными породами, устойчивыми к повреждению инвазивными минерами // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 2 (270). С. 76–86. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-10.

A. Roginsky, Yu. Anatsko, S. Buga
Belarusian State University

**ESTIMATED COSTS FOR REPLACING THE COMMON HORSE CHESTNUT
IN THE GREEN AREAS OF MINSK CITY WITH TREES
RESISTANT TO DAMAGE BY INVASIVE MINER PESTS**

At present, horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753) is common in green plantings in settlements of the Republic of Belarus, in Minsk, approximately every fifth tree in green stands is the horse chestnut one. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986 (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae), the chestnut leafminer moth, is a widespread pest of *A. hippocastanum*. The species is alien to the fauna of Belarus and included in the Black Book of Invasive Animal Species of Belarus. *C. ohridella* larvae live in mines in the mesophyll of horse chestnut leaf blades. In the absence of pest control measures, horse chestnut plantations lose their aesthetic value already in the second half of summer, and there are no economically and environmentally acceptable measures to control populations of *C. ohridella*. Common horse chestnut is no longer used in creating planting spaces, and the question is raised of replacing horse chestnut trees in existing ones. The article presents calculations of estimated costs for the removal of 300 thousand horse chestnut trees from green stands (from 20.0 to 1039.2 million rubles), purchase (from 1.5 to 504.0 million rubles) and planting (from 4.3 to 36.3 million rubles) of seedlings of tree species resistant to damage by invasive mining pests for the city of Minsk, estimated at 25.8 to 1579.5 million rubles.

Keywords: *Cameraria ohridella*, *Aesculus hippocastanum*, Belarus, leaf-mining insects, pest resistance, alien species.

For citation: Roginsky A., Anatsko Yu., Buga S. Estimated costs for replacing the common horse chestnut in the green areas of Minsk city with trees resistant to damage by invasive miner pests. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2023, no. 2 (270), pp. 76–86. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-10 (In Russian).

Введение. Биологические инвазии представляют собой одну из основных глобальных экологических проблем современности, весьма актуальны они и для Республики Беларусь [1]. Чужеродные виды, инвазии которых имеют серьезные негативные экономические, экологические и/или социальные последствия, подлежат включению в «Черные списки» или «Черные книги». А в нашей стране «Черная книга инвазивных животных Беларуси» впервые была издана в 2016 г. [2]; второе, переработанное и дополненное издание вышло в свет в 2020 г. [3]. Исследования в данном направлении координируются Центром инвазивных видов при ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», который поддерживает тематическую on-line базу данных [4].

Каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986), представляет собой чужеродный для фауны Беларуси и Центральной Европы в целом вид минирующих молей семейства Gracillariidae (Lepidoptera). В настоящее время это основной вредитель конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), его гибридов и садовых форм как в нашей стране, так и в зарубежной Европе [5, 6]. Данная древесная порода первоначально была характерна лишь для отдельных горных долин юго-запада Балканского полуострова [7], но в настоящее время широко

используется в зеленых насаждениях благодаря высокой декоративности крон и канделябромобразных соцветий (рис. 1).

Первичный ареал каштановой минирующей моли как специализированного фитофага был ограничен локальными местопроизрастаниями *A. hippocastanum* на Балканах [8], откуда минер был завезен в 1989 г. в Австрию [9], а затем распространился практически по всему вторичному ареалу конского каштана обыкновенного в Европе [10]. Хронологию экспансии инвайдера по Центральной и Восточной Европе отражает рис. 2.

Границ Республики Беларусь инвайдера предположительно достиг в 2001–2002 гг. [10] и, как свидетельствуют результаты выполнявшихся нами маршрутных обследований, к 2013 г. завершил экспансию по территории страны [11].

В ходе реализации своего жизненного цикла *C. ohridella* проходит стадии яйца, личинки (6 возрастов), куколки и имаго.

Личинки развиваются в листовых минах, поврежденные участки листовых пластинок подвергаются хлоротизации, а затем некротизируются, утрачивая естественную окраску. При массовом размножении вредителя это ведет к потере кронами декоративности (рис. 3), снижению рекреационной ценности зеленых насаждений [12].



Рис. 1. Крона и соцветие конского каштана обыкновенного



Рис. 2. Схема экспансии каштановой минирующей моли по странам и регионам Центральной и Восточной Европы (● – пункт первоначальной регистрации инвайдера в окрестностях аэропорта г. Линц (Австрия))

В условиях Беларуси первые мины, а затем и локальное изменение естественного облика листвы и крон в целом регистрируются с конца июня. Зачастую имеет место досрочное опадение листвы, дефолиация крон начинается уже со второй половины июля, а в августе она приобретает массовый характер, генерируя проблему регулярной уборки опавшей листвы там, где уход за насаждениями практикуется в течение всего вегетационного сезона. Одним из опосредованных следствий вспышек массового размножения каштановой минирующей моли считается повторное цветение конского каштана в осенний период (рис. 4), сильно ослабляющее растения и ведущее к выпадению из насаждений наиболее пострадавших экземпляров [13, 14].

Описанные выше последствия повреждений декоративных насаждений конского каштана обыкновенного ставят под сомнение дальнейшее использование данной древесной породы в зеленом строительстве. При этом остается актуальным вопрос: что делать с уже имеющимися посадками? Обработки инсектицидами не рассматриваются в качестве приемлемого варианта защитных мероприятий для насаждений *A. hippocastanum*, они применимы для отдельных растений и локальных посадок, ввиду высокой трудоемкости технологического приема и

сложности доступа к удаленным (например, привершинным) участкам крон. Однако эта проблема может быть частично решена использованием другого метода экспликации препаратов, а именно инъекциями в ствол. Вследствие того, что эта дорогостоящая процедура должна повторяться ежесезонно, уход за посадками становится очень затратным [6]. Именно по этой причине данный метод не нашел применения в постсоветских странах, куда не импортируются приспособления для стволовых инъекций, отсутствуют регистрации пригодных для этих целей инсектицидов. Натурализация чужеродного для аборигенной фауны вида насекомых-фитофагов сопровождается формированием спектра новых биотических связей, в том числе с «естественными врагами» – паразитоидами и хищниками. Энтомофаги считаются потенциально эффективными регуляторами популяционной динамики фитофагов-вредителей.

В случае каштановой минирующей моли из ее первичного ареала не были описаны специализированные паразитоиды и хищники, натурализация инвайдера в странах Европы сопровождалась формированием комплекса паразитоидов, объединившего представителей аборигенной фауны, «переключающихся» на охридского минера по мере формирования все более многочисленных популяций вредителя [15–18].



Рис. 3. Участок зеленых насаждений до и после повреждения каштановой минирующей молью

При этом уровень смертности инвайдеров в результате активности паразитоидов низок (например, для липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в Удмуртии он составляет не более $1,6 \pm 0,3\%$ [19]), что определяет неспособность оказать сдерживающее воздействие на популяцию инвазивных видов молей-пестрянок, предупредить развитие вспышек их массового размножения, имеющих следствием существенную или катастрофическую потерю отдельными растениями и насаждениями декоративности. К аналогичным выводам ведут результаты выполнявшихся нами в 2018–2019 гг. исследований комплексов паразитоидов каштановой минирующей моли. Они показали, что эти энтомофаги обуславливают гибель 10,19–12,03% куколок как летней, так и осенней (зимующей) генераций *S. ohridella*. Это говорит о недостаточной их эффективности для удержания популяции вредителя на уровне численности ниже пороговой, ведущей к потере растениями декоративности. Таким образом, ситуация в нашей стране в этом плане аналогична ранее сложившейся в Германии [19] и Италии [20], и деятельность энтомофагов, несмотря на всю привлекательность биологических методов защиты растений с экологической точки зрения, не может рассматриваться в качестве действенного ограничителя вредоносности каштановой минирующей моли в декоративных посадках.

Основная часть. Как уже указывалось выше, в настоящее время ставится вопрос о целесообразности использования конского каштана обыкновенного в зеленом строительстве. При этом возможно использование при проектировании новых и реконструкции имеющихся насаждений устойчивых к повреждению каштановой минирующей молью видов и гибридов конского каштана. В частности, каштан мясо-красный (*Aesculus × carnea* Zeyh., 1818) непригоден для развития личинок *S. ohridella* младших возрастов, тогда как каштан красный (*Aesculus pavia* L.), по данным источника [6], неспособен обеспечить

успешное развитие личинок старших возрастов. Наши исследования 2018–2019 гг. подтвердили высокую устойчивость *A. pavia* к данному вредителю в условиях Беларуси [21]. В ряде городов, например Вильносе, осуществлены посадки резистентных к фитофагу красноцветных конских каштанов с целью формирования устойчивых к инвайдеру насаждений.



Рис. 4. Повторное цветение конского каштана обыкновенного

Полная замена повреждаемых охридским минером конских каштанов устойчивыми древесными породами является весьма затратным мероприятием. Так, по сделанным в 2003 г. оценкам замена 30% конских каштанов в одном только Берлине обошлась бы в 300 млн евро [22], что и определило отказ от реализации данной дорогостоящей программы в полном объеме.

В Республике Беларусь наибольший объем работ по зеленому строительству и поддержанию в оптимальном состоянии существующих

декоративных насаждений выполняется в г. Минске. Зеленые насаждения города находятся в ведении КУП «Минскзеленстрой» и его подразделений (на 01.06.2019 на балансовый учет было поставлено 975 тыс. деревьев), а также территориальных подразделений служб жилищно-коммунального хозяйства г. Минска (на 31.12.2019 на учете здесь состояло около 430 тыс. деревьев). В последние годы в городе не выполнялись сколь-нибудь масштабные выборочные рубки конских каштанов, так что число произрастающих в зеленых насаждениях деревьев к настоящему времени существенно не изменилось.

Следует отметить, что древесные насаждения на территориях, находящихся в пользовании различных бюджетных, коммерческих и некоммерческих организаций, не каталогизированы и поэтому не могут быть охвачены расчетами. Таким образом, в разного типа зеленых насаждениях в Минске произрастает более 1 400 000 деревьев. Согласно оценкам специалистов [23, 24], доля конского каштана в структуре насаждений составляет 21,8%, что позволяет предположить наличие в них около 300 тыс. экземпляров конского каштана. Первым этапом замены должно стать изъятие растений из зеленых насаждений, включающее валку деревьев и раскорчевку пней (табл. 1).

Конский каштан принадлежит к числу древесных пород с мягкой древесиной [25]. Высота

большинства произрастающих в Минске экземпляров конского каштана обыкновенного, по нашим оценкам, составляет от 15 до 30 м, диаметр ствола от 5 до 85 см. Использование этих данных в online-калькуляторе [26] позволило оценить объем древесины подлежащих валке деревьев в диапазоне от 11 780 до 6 809 200 скл. м³ (1 скл. м³ \approx 0,75 м³ древесины).

Расчеты стоимости изъятия деревьев конского каштана обыкновенного из зеленых насаждений Минска проведены на основе действующих нормативных документов [27, 28] с использованием размещенной в сетевом доступе программы Smeta-OnLine [29] при разных вариантах валки деревьев и корчевки пней (с погрузо-разгрузочными работами) и представлены в табл. 1.

Таким образом, затраты на изъятие из существующих зеленых насаждений присутствующих в них деревьев конского каштана обыкновенного оценочно могут обойтись на сумму примерно от 20,0 до 1039,2 млн руб.

Согласно действующим нормативным актам [27, 28], изъятие деревьев должно быть опосредовано компенсационными посадками (табл. 2). Подготовка посадочных мест и посадка также потребуют соответствующих затрат. Результаты расчетов стоимости работ по выполнению компенсационных посадок в Минске для замещения изъятых деревьев конского каштана обыкновенного представлены в табл. 2.

Таблица 1

Расчетная стоимость работ по изъятию деревьев конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях Минска

Вид работ	Единица измерения	Ориентировочные расценки работ за единицу, руб.	Общая стоимость работ, руб.
Ручная валка деревьев мягкой породы в городских условиях	скл. м ³	От 28,71 до 50,13	От 338 203,80 до 341 345 196,00
Валка деревьев мягких пород по частям с применением автогидроподъемника в городских условиях	скл. м ³	От 724,44 до 949,88	От 853 390,32 до 646 792 289,60
Корчевка пней мягких пород вручную давностью рубки до трех лет	пень	От 56,3	От 16 890 000,00
Корчевка деревьев в грунтах естественного залегания корчевателями-собирающими на тракторе мощностью 79 кВт (108 л. с.) с трелевкой до 100 м	100 деревьев	От 639,98	От 1 919 940,00
Погрузочно-разгрузочные работы	м ³	От 6,91	От 61 049,85 до 32 288 679,00
Итого			От 20 062 584,00 до 1 039 236 104,60

Таблица 2

**Расчетная стоимость работ по выполнению компенсационных посадок
для замещения изъятых деревьев конского каштана обыкновенного в Минске**

Вид работ	Единица измерения	Ориентировочные расценки работ за единицу, руб.	Общая стоимость работ, руб.
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев и кустарников механизированным способом с круглым комом земли	10 ям	От 31,33	От 939 900,00 до 4 228 200,00
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев и кустарников вручную с круглым комом земли	10 ям	От 80,06	От 2 401 800,00
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев и кустарников механизированным способом с квадратным комом земли	10 ям	От 146,04 до 374,09	От 4 381 200,00 до 11 222 700,00
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев и кустарников вручную с квадратным комом земли	10 ям	От 226,01 до 714,63	От 6 780 300,00 до 21 438 900,00
Подготовка нестандартных посадочных мест для деревьев и кустарников с комом земли механизированным способом в естественном грунте	10 м ³ ям	От 72,72	От 2 181 600,00
Подготовка нестандартных посадочных мест для деревьев и кустарников с комом земли вручную в естественном грунте	10 м ³ ям	От 173,47	От 5 204 100,00
Посадка деревьев и кустарников с комом земли	10 деревьев	От 94,78 до 1078,60	От 2 843 400,00 до 32 358 000,00
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев-саженцев механизированным способом с оголенной корневой системой в естественном грунте	10 ям	От 33,44	От 1 003 200,00
Подготовка стандартных посадочных мест для деревьев-саженцев вручную с оголенной корневой системой в естественном грунте	10 ям	От 55,74	От 1 672 200,00
Подготовка нестандартных посадочных мест для деревьев-саженцев механизированным способом в естественном грунте	10 м ³ ям	От 120,44	От 3 613 200,00
Подготовка нестандартных посадочных мест для деревьев-саженцев вручную в естественном грунте	10 м ³ ям	От 203,74	От 6 112 200,00
Посадка деревьев-саженцев с оголенной корневой системой в ямы	10 деревьев	От 111,84 до 132,84	От 3 355 200,00 до 3 985 200,00
Итого			От 4 295 100,00 до 36 343 200,00

Таблица 3

Ценовые диапазоны и общая стоимость саженцев устойчивых к повреждению инвазивными минерами древесных пород, рекомендованных для использования в зеленом строительстве Республики Беларусь [23, 24, 30] (по результатам анализа прейскурантов, размещенных на сайтах белорусских продавцов [31–37])

Название дерева	Закупочная цена 1 саженца, руб.	Общая стоимость саженцев, руб.
Конский каштан мясо-красный (<i>Aesculus × carnea</i> Zeyh)	45,00–432,00	От 13 500 000,00 до 129 600 000,00
Конский каштан красный (<i>Aesculus pavia</i> L.)	30,00–156,00	От 9 000 000,00 до 46 800 000,00
Клен (<i>Acer</i> spp.)	5,00–1680,00	От 1 500 000,00 до 504 000 000,00
Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	6,50–720,00	От 1 950 000,00 до 216 000 000,00

В итоге суммарные расходы на изъятие деревьев и проведение компенсационных посадок произрастающих в зеленых насаждениях конских каштанов могут составить от 24 357 684,00 руб. до 1 075 579 304,60 руб.

Следующей статьей затрат является приобретение посадочного материала. Ассортимент древесных растений, рекомендуемых к использованию в зеленом строительстве в Республике Беларусь, достаточно обширен и насчитывает более 17 позиций [23, 24, 30], однако пригодных для полноценного замещения конского каштана обыкновенного не так и много. Среди прочих следует выделить клен, липу, ясень, а также рассмотреть другие виды и формы конских каштанов. Стоимость посадочного материала (древесных саженцев) варьирует (использованы прейскуранты, размещенные в сетевом доступе [31–38]) в широких пределах в зависимости от вида, формовой принадлежности, возраста (размера), варианта с открытой/закрытой корневой системой, например, для кленов – от 5,00 до 1680,00 руб., ясеня – от 6,50 до 720,00 руб. В настоящее время в продаже в Минске имеются саженцы красноцветущих конских каштанов по цене от 30,00 до 156,00 руб. за экземпляр [31–37]. Расчеты стоимости приобретения нужного количества саженцев древесных пород, устойчивых к повреждению инвазивными минирующими вредителями (красноцветущие виды и формы конских каштанов, клены, ясень), представлены в табл. 3.

Соответственно, замещение 300 000 деревьев конского каштана обыкновенного другими древесными породами может обойтись в сумму от 1,5 до 504,0 млн руб.

Таким образом, суммарно замена экземпляров конского каштана обыкновенного, присутствующих в настоящее время в декоративных зеленых насаждениях, находящихся в ведении КУП «Минскзеленстрой» и коммунальных служб, оценивается в сумму от 25,8 до 1579,5 млн руб.

Заключение. Конский каштан обыкновенный (*A. hippocastanum*) в декоративных зеленых насаждениях населенных пунктов республики сильно повреждается чужеродным для фауны Беларуси, внесенным в оба издания «Черной книги инвазивных видов животных Беларуси» [2, 3] фитофагом – каштановой минирующей молью (*C. ohridella*). Заселенные минирующими личинками листовые пластинки меняют окраску, некротизируются, интенсивно колонизированные листья досрочно опадают.

В отсутствие мероприятий по контролю популяции вредителя посадки конского каштана утрачивают декоративность уже во второй половине лета, экономически и экологически приемлемые способы контроля популяций *C. ohridella* отсутствуют. В результате конский каштан обыкновенный более не используется при закладке новых зеленых насаждений и ставится вопрос о его замене в существующих. В статье представлены расчеты ориентировочных затрат для Минска на изъятие 300 тыс. деревьев конского каштана обыкновенного из насаждений (от 20,0 до 1039,2 млн руб.), приобретение (от 1,5 до 504,0 млн руб.) и посадку (от 4,3 до 36,3 млн руб.) саженцев устойчивых к повреждению инвазивными минерами древесных пород, оцениваемых на сумму от 25,8 до 1579,5 млн руб., – и это без учета стоимости работ по проектированию вышеуказанных мероприятий. Следует отметить, что действующими нормативными документами [38] предусмотрено взамен одного удаленного медленнорастущего листового дерева (к числу которых относится конский каштан обыкновенный) высадить от 1,5 до 3 медленнорастущих деревьев (в зависимости от качественного состояния удаляемого дерева), поэтому расчетные затраты окажутся не менее чем в полтора раза большими. Очевидно, такого масштаба финансовые затраты не осуществимы в ограниченный период времени в ближайшем будущем, следовательно, актуален поиск иных возможностей ограничения популяцио-

ной плотности, а значит, и вредоносности инвайдера в декоративных зеленых насаждениях.

Перспективным представляется проведение дальнейших исследований с целью поиска эко-

номически рациональных и экологически приемлемых методов контроля популяций данного инвазивного вредителя зеленых насаждений Беларуси.

Список литературы

1. Семенченко В. П. Чужеродные виды животных в естественных экосистемах Беларуси // Наука и инновации. 2018. № 7 (185). С. 20–25.
2. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А. В. Алехнович [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2016. 105 с.
3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2020. 163 с.
4. Фауна Беларуси. URL: <http://www.faunarb.info/> (дата обращения: 04.08.2020).
5. Рогинский А. С., Буга С. В. Трофические связи охридского минера и возможные риски повреждения древесных растений в зеленых насаждениях Беларуси // Структура и динамика биологического разнообразия: материалы I респуб. заочной науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 23 дек. 2019 г. Минск, 2019. С. 214–217.
6. Каштановая минирующая моль на Украине / М. Д. Зерова [и др.]. Киев: Велес, 2007. 87 с.
7. Біологія каштанів / І. П. Григорюк [и др.]. Київ: Логос, 2004. 380 с.
8. Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner / D. C. Lees [et al.] // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2011. Vol. 9. P. 322–328. DOI: 10.1890/100098.
9. Puchberger K. M. *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič (Lep., Lithocolletidae) in Ober Österreich // *Steyrer Entomol. Runde*. 1990. Bd. 24. S. 79–81. DOI: 10.17221/4868-PPS.
10. Распространение и вредоносность каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) в зеленых насаждениях Беларуси / А. С. Рогинский [и др.] // Труды БГУ. 2014. Т. 9, ч. 2. С. 95–103.
11. Каштановая минирующая моль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) в Беларуси: экспансия завершена / А. С. Рогинский [и др.] // Зоологические чтения – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти профессора Бенедикта Дыбовского, Гродно, 22–24 апр. 2015 г. Гродно, 2015. С. 215–217.
12. Roginsky A. S. Mineuse du marronnier (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) organisme nuisible aux coulées vertes au Bélarus // Иностранные языки и современный мир: сб. материалов. Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 15 апр. 2016 г. Брест, 2016. Ч. 2. С. 115–117.
13. Моштыль С. О., Рогинский А. С., Буга С. В. Динамика относительной площади поврежденной личинками каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella*) поверхности листочков сложных листьев конского каштана обыкновенного в зеленых насаждениях г. Минска // Зоологические чтения – 2019: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22–22 марта 2019 г. Гродно, 2019. С. 201–203.
14. Рогинский А. С., Моштыль С. О., Буга С. В. Проблема индуцированного патогенами и вредителями повторного цветения как угрозы устойчивости насаждений каштана конского обыкновенного в Беларуси // Молодежный форум по экологической безопасности: междуниверситет. студ. науч.-практ. конф., Брест, 23 марта 2018 г. Брест, 2018. С. 123–125.
15. Jaume L. S. Enhancing biological control in apple orchards // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/267435599_Enhancing_biological_control_in_apple_orchards (date of access: 25.02.2023).
16. Post release evaluation of *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) for control of *Icerya purchasi* (Hemiptera: Monophlebidae) in the Galapagos Islands / M. S. Hoddle [et al.] // *Biological Control*. 2013. Vol. 67, issue 2. P. 262–274. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2013.08.010.
17. Temporal and spatial variations in the parasitoid complex of the horse chestnut leafminer during its invasion of Europe / G. Grabenweger [et al.] // *Biol. Invasions*. 2010. Vol. 12. P. 2797–2813. DOI: 10.1007/s10530-009-9685-z.
18. Ермолаев И. В., Ефремова З. А., Домрачев Т. Б. О влиянии паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) на выживаемость липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии // Зоологический журнал. 2018. Т. 97, № 4. С. 401–407. DOI: 10.7868/S0044513418040037.
19. Standortabhängiges Parasitierungsverhalten von Gegenspielern der Roßkastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) in Berlin / B. Jäckel [et al.] // *Mitt. dtsh. ges. allg. angew. ent.* 2006. Vol. 15. P. 322–328.

20. Lupi D. A 3 year survey of the natural enemies of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* in Lombardy, Italy // *BioControl*. 2005. Vol. 50. P. 113–126. DOI: 10.1007/s10526-004-0298-2.
21. Рогинский А. С., Анацко Ю. В., Буга С. В. Оценка относительной площади повреждений личинками каштановой минирующей моли листовых пластинок конских каштанов в отдельных населенных пунктах Беларуси // Структура и динамика биологического разнообразия: материалы I Респ. заоч. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 23 дек. 2019 г. Минск, 2019. С. 217–220.
22. The horse-chestnut leaf miner in Europe – prospects and constraints for biological control / M. Kenis [et al.] // *Proceedings of the Second International Symposium on Biological Control of Arthropods, Davos, Switzerland, 12–16 September, 2005*. Davos, 2005. P. 77–90.
23. Кравчук Л. А., Рыжиков В. А. Структура, состояние и устойчивость древесных насаждений в посадках вдоль улиц и дорог в городах Беларуси // *Природопользование*. 2011. Вып. 20. С. 81–89.
24. Телеш А. Д., Григорьевич Л. Н. Микозы доминирующих древесных пород в городских зеленых насаждениях и мероприятия по снижению их развития // *Труды БГТУ*. 2014. № 1: Лесное хоз-во. С. 243–247.
25. Ванин С. И. Древесиноведение. М.; Л.: Гослесбумпром, 1949. 472 с.
26. Расчет кубов (м³) дерева // Центр проектирования. URL: <https://www.center-pps.ru/math/stroycalc/kubderevo.htm> (дата обращения: 03.08.2020).
27. Сборник Е68 // БелЕНИР. URL: <https://belenir.com/enir/sbor/E68> (дата обращения: 19.02.2020).
28. Сборник Е1 // БелЕНИР. URL: <https://belenir.com/enir/sbor/E1> (дата обращения: 19.02.2020).
29. Бесплатная сметная программа. Смета Татарникова // Белстройка. URL: <http://belstroyka.by/smetsonline.html> (дата обращения: 16.02.2023).
30. Сидорович Е. А. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси. Минск: Тэхналогія, 1997. 62 с.
31. Каталог // Беккер 24/7. URL: <https://abekker.by/catalog> (дата обращения: 16.02.2023).
32. Продажа садовых растений в Минске // Саженец. бел. URL: <http://саженец.бел/каталог/> (дата обращения: 16.02.2023).
33. Каталог // Питомник «ВЫРАСТИМ ВМЕСТЕ». URL: <https://rastimvmeste.by/catalog> (дата обращения: 16.02.2023).
34. Саженцы // ФЕРМЕР-ПРО – все для капельного полива, саженцы деревьев и кустарников. URL: <https://fermerpro.by/sazhency/> (дата обращения: 16.02.2023).
35. Посадочный материал // Минский лесхоз. URL: <http://forestry.by/posadochnyj-material.html> (дата обращения: 16.02.2023).
36. Каталог // Plantator.by. URL: https://plantator.by/product_list (дата обращения: 16.02.2023).
37. Каталог // Плантсад. URL: <http://plantasad.by/katalog> (дата обращения: 16.02.2023).
38. Положение о порядке выдачи разрешений на удаление объектов растительного мира в населенных пунктах и разрешений на пересадку объектов растительного мира в населенных пунктах // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21300354> (дата обращения 14.04.2023).

References

1. Semenchenko V. P. Alien animal species in natural ecosystems of Belarus. *Nauka i innovatsii* [Science and innovations], 2018, no. 7 (185), pp. 20–25 (In Russian).
2. Alekhnovich A. V., Buga S. V., Drobenkov S. M., Zhorov D. G., Makarenko A. I., Petrov D. L., Rizevskiy V. K., Roginskiy A. S., Rybkina T. N., Sautkin F. V., Semenchenko V. P., Sinchuk O. V., Yanuta G. G. *Chernaya, kniga invazivnykh vidov zivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Animal Species of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2016. 105 p. (In Russian).
3. Semenchenko V. P., Buga S. V., Alekhnovich A. V., Baryshnikova S. V., Boyko S. V., Borodin O. I., Buben'ko A. N., Burko L. D., Bykovskaya A. V., Bychkova E. I., Volosach M. V., Volchkevich I. G., Golovchenko L. A., Golunov I. A., Dishuk N. G., Drobenkov S. M., Zhorov D. G., Kozul'ko N. G., Konopatskaya M. V., Kruglova O. Yu., Kulak A. V., Lipinskaya T. P., Makarenko A. I., Petrov D. L., Prishchepchik O. V., Rizevskiy V. K., Roginskaya Yu. S., Roginskiy A. S., Rybkina T. N., Saluk S. V., Sautkin F. V., Semenyak A. A., Sinchuk N. V., Sinchuk O. V., Timofeeva V. A., Trepashko L. I., Chernik M. I., Yakovich M. M., Yanuta G. G. *Chernaya, kniga invazivnykh vidov zivotnykh Belarusi* [Black Book of Invasive Animal Species of Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2020. 163 p. (In Russian).
4. Fauna of Belarus. Available at: <http://www.fauar.info/> (accessed 04.08.2020) (In Russian).
5. Roginsky A. S., Buga S. V. Trophic connections of the Ohrid miner and possible risks of damage to woody plants in green spaces of Belarus. *Struktura i dinamika biologicheskogo raznoobraziya: materialy I respublikanskoj zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchennykh* [Structure and dyna-

mics of biological diversity: materials of the I Republican in absentia scientific-practical conference young scientists]. Minsk, 2019, pp. 214–217 (In Russian).

6. Zerova M. D., Nikitenko G. N., Narol'skiy N. B., Gershenzon Z. S., Sviridov S. V., Lukash O. V., Babidorich M. M. *Kashtanovaya miniruyushchaya mol' v Ukraine* [Horse-chestnut Leaf miner, *Cameraria ohridella*, in Ukraine]. Kyiv, Veles Publ., 2007. 87 p. (In Russian).

7. Grigoryuk I. P., Mashkovska S. P., Yavorovsky P. P., Kolesnichenko O. V. *Biologiya kashtaniv* [Biology of chestnuts]. Kyiv, Logos Publ., 2004. 380 p. (In Ukrainian).

8. Lees D. C., Lack H., Rougerie R., Hernandez-Lopez A., Raus T., Avtzis N., Augustin S., Lopez V. Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2011, vol. 9, pp. 322–328. DOI: 10.1890/100098.

9. Puchberger K. M. *Cameraria ohridella* Deschka et Dimič (Lep., Lithocolletidae) in Ober Österreich. *Steyrer Entomol. Runde*, 1990, vol. 24, pp. 79–81. DOI: 10.17221/4868-PPS (In German).

10. Roginsky A. S., Sinchuk A. V., Sautkin F. V., Buga S. V. Geographic distribution and harmfulness of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) in green stands of Belarus. *Trudy BGU* [Proceedings of the Belarusian State University], 2014, vol. 9, no. 2, pp. 95–103 (In Russian).

11. Roginsky A. S., Sinchuk O. V., Sautkin F. V., Buga S. V. Horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) in Belarus: expansion completed. *Zoologicheskiye chteniya – 2015: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati professora Benedikta Dybovskogo* [Zoological Readings – 2015: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor Benedict Dybovsky]. Grodno, 2015, pp. 215–217 (In Russian).

12. Roginsky A. S. Mineuse du marronnier (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) organisme nuisible aux coulées vertes au Bélarus. *Inostrannyye yazyki i sovremennyy mir: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov, magistrantov, aspirantov* [Foreign languages and the modern world: collection of materials of the International scientific conference of students, undergraduates, graduate student]. Brest, 2016, part 2, pp. 115–117 (In French).

13. Mostyl S. O., Roginsky A. S., Buga S. V. Dynamics of relative area damaged by larvae of the chestnut miner moth (*Cameraria ohridella*) on the surface of leaflets of compound leaves of horse chestnut in green plantings of Minsk. *Zoologicheskiye chteniya – 2019: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Zoological readings – 2019: collection of articles of the international scientific-practical conference]. Grodno, 2019, pp. 201–203 (In Russian).

14. Roginsky A. S., Moshtyl S. O., Buga S. V. The problem of repeated flowering induced by pathogens and pests as a threat to the stability of horse chestnut plantations in Belarus. *Molodezhnyy forum po ekologicheskoy bezopasnosti: mezhuniversitetskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Youth Forum on Environmental Safety: Interuniversity student scientific and practical conference]. Brest, 2018, pp. 123–125 (In Russian).

15. Jaume L. S. Enhancing biological control in apple orchards. Available at: https://www.researchgate.net/publication/267435599_Enhancing_biological_control_in_apple_orchards (accessed 25.02.2023).

16. Hoddle M. S., Crespo Ramirez C., Stosic Chr., Loayza J., Lincango P., Van Driesche R., Causton Ch. Post release evaluation of *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) for control of *Icerya purchasi* (Hemiptera: Monophlebidae) in the Galapagos Islands. *Biological control*, 2013, vol. 67, issue 2, pp. 262–274. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2013.08.010.

17. Grabenweger G., Kehrl P., Zwiemuller I., Augustin S., Avtzis N., Bacher S., Freise J., Girardoz S., Guichard S., Heitland W., Lethmayer C., Stolz M., Tomov R., Volter L., Kenis M. Temporal and spatial variations in the parasitoid complex of the horse chestnut leafminer during its invasion of Europe. *Biol. Invasions*, 2010, vol. 12, pp. 2797–2813. DOI: 10.1007/s10530-009-9685-z.

18. Ermolaev I. V., Efremova Z. A., Domrachev T. B. Influence of parasitoids (Hymenoptera, Eulophidae) on the survival of the lined moth (*Phyllonorycter issikii*, Lepidoptera, Gracillariidae) in Udmurtia. *Zoological journal*, 2018, vol. 97, no. 4, pp. 401–407. DOI: 10.7868/S0044513418040037 (In Russian).

19. Jäckel B., Balder H., Grabenweger G., Hopp H., Koch T., Schmolling S. Standortabhängiges Parasitierungsverhalten von Gegenspielern der Roßkastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) in Berlin. *Mitt. dtsh. ges. allg. angew. ent.*, 2006, vol. 15, pp. 322–328 (In German).

20. Lupi D. A 3 year survey of the natural enemies of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* in Lombardy, Italy. *BioControl*, 2005, vol. 50, pp. 113–126. DOI: 10.1007/s10526-004-0298-2.

21. Roginsky A. S., Anatsko Yu. V., Buga S. V. Evaluation of the relative area of damage by larvae of the chestnut mining moth to leaf blades of horse chestnuts in certain settlements of Belarus. *Struktura i dinamika biologicheskogo raznoobraziya: materialy I respublikanskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchennykh* [Structure and dynamics of biological diversity: materials of the I Republican in absentia scientific-practical conference young scientists]. Minsk, 2019, pp. 217–220 (In Russian).

22. Kenis M., Tomov R. I., Svatoš A., Schlinsog P., Vaamonde C. L., Heitland W., Grabenweger G., Girardoz S., Freise J., Avtzis N. The horse-chestnut leaf miner in Europe – prospects and constraints for biological control. *Proceedings of the Second International Symposium on Biological Control of Arthropods*. Davos, 2005, pp. 77–90.

23. Kravchuk L. A., Ryzhikov V. A. Structure, condition and sustainability of tree plantations in plantations along the streets and roads in the cities of Belarus. *Prirodopol'zovaniye* [Nature management], 2011, issue 20, pp. 81–89 (In Russian).

24. Telesh A. D., Grigortsevich L. N. Mycoses of dominant tree species in urban green spaces and measures to reduce their development. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 1: Forestry, pp. 243–247 (In Russian).

25. Vanin S. I. *Drevesinovedeniye* [Wood science]. Moscow; Leningrad, Goslesbumprom Publ., 1949. 472 p. (In Russian).

26. Calculation of 3 cubes (m³). Available at: <https://www.center-pss.ru/math/stroycalc/kubderevo.htm> (accessed 08.03.2020) (In Russian).

27. Collection E68. Available at: <https://belenir.com/enir/sbor/E68> (accessed 19.02.2020) (In Russian).

28. Collection E1. Available at: <https://belenir.com/enir/sbor/E1> (accessed 19.02.2020) (In Russian).

29. Free estimate program. Tatarnikov's estimate. Available at: <http://belstroyka.by/smetaonline.html> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

30. Sidorovich E. A. *Assortiment dekorativnykh derev'yev i kustarnikov dlya zelenogo stroitel'stva Belarusi* [Assortment of ornamental trees and shrubs for green building in Belarus]. Minsk, Technologiya Publ., 1997. 62 p. (In Russian).

31. Catalog. Available at: <https://abekker.by/catalog> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

32. Sale of garden plants in Minsk. Available at: <http://саженец.бел/каталог> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

33. Catalog. Available at: <https://rastimvmeste.by/catalog> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

34. FERMER-PRO - everything for drip irrigation, seedlings of trees and shrubs. Available at: <https://fermerpro.by/sazhency/> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

35. Planting material. Available at: <http://forestry.by/posadochniy-material.html> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

36. Catalog. Available at: https://plantator.by/product_list (accessed 16.02.2023) (In Russian).

37. Catalog. Available at: <http://plantasad.by/katalog> (accessed 16.02.2023) (In Russian).

38. Regulations on the procedure for issuing permits for the removal of flora objects in settlements and permits for the transplantation of flora objects in settlements. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21300354> (accessed 14.04.2023) (In Russian).

Информация об авторах

Рогинский Алексей Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр. Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: bio.roginski@mail.ru

Анацко Юлия Валентиновна – ассистент кафедры зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр. Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: AnatskaYU@bsu.by

Буга Сергей Владимирович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр. Независимости, 4, Республика Беларусь). E-mail: sergey.buga@gmail.com

Information about the authors

Roginsky Alexey – PhD (Biology), Assistant Professor, the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bio.roginski@mail.ru

Anatsko Yulia – Assistant Lecturer, the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: AnatskaYU@bsu.by

Buga Sergey – DSc (Biology), Professor, Head of the Department of Zoology. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sergey.buga@gmail.com

Поступила 15.03.2023