

Научная статья

УДК 630.4

EDN NKRMPE

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.07

Комплекс пядениц как угроза лиственным лесам центральных регионов европейской части России

Юрий Иванович Гниненко¹

кандидат биологических наук

Святослав Эдуардович Некляев²

Екатерина Александровна Чилахсаева³

Аннотация. Описано развитие вспышки массового размножения трех видов пядениц в березняках центра европейской части России. Приведён видовой состав комплекса пядениц, проанализировано формирование их очагов в этом обширном регионе, что позволяет спрогнозировать нанесение сильных повреждений кронам деревьев в начале 2025 г. Показано, что вспышки размножения зимней пяденицы впервые были обнаружены здесь в середине XIX в., а северной пяденицы ранее не фиксировались. Зимняя пяденица чаще всего формировала очаги в садах или дубравах, а северная пяденица предпочитает березняки. Сделан вывод, что реализация вспышек стала возможной из-за изменения климата, в связи с чем требуется внесение существенных новаций в организацию службы защиты леса.

Ключевые слова: массовое размножение, листогрызущие пяденицы, европейская часть России.

Для цитирования: Гниненко Ю.И., Некляев С.Э., Чилахсаева Е.А. Комплекс пядениц как угроза лиственным лесам центральных регионов европейской части России. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2024. № 4. С. 68–75. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.07. <https://elibrary.ru/nkrmpre>.

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий лабораторией защиты леса от инвазивных и карантинных организмов (Пушкино, Московская область, Российская Федерация), yuivgnin-2021@mail.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, вед. инженер (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), slava9167748107@gmail.com

³ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, научный сотрудник (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), kcchilahaeva@yandex.ru

Original article

EDN NKRMPЕ

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.07

The Moth Complex as a Threat to Deciduous Forests of the Central regions the European part of Russia

Yuri I. Gninenko¹

Candidate of Biological Sciences

Svyatoslav E. Neklyayev²

Ekatyerina A. Chilakhsayeva³

Abstract. A developing outbreak of mass reproduction of several species of Geometridae in the birch forests of the center of the European part of Russia is described. The species composition of these moths is given, an analysis of the formation of foci of three species of moths in this vast region is made. It is shown that outbreaks of the winter moth were first discovered here in the middle of the 19th century, and outbreaks of mass reproduction of the northern moth were not previously recorded. The winter moth most often formed foci in gardens or oak forests, and the northern moth prefers birch forests.

Key words: mass reproduction, leaf-eating moths, the European part of Russia.

For citation: Gninenko Yu., Neklyayev S., Chilakhsayeva E. The Moth Complex as a Threat to Deciduous Forests of the Central regions the European part of Russia. – Text: electronic // Forestry Information. 2024. № 4. P. 68–75. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.07. <https://elibrary.ru/nkrmpе>.

¹ Russian Scientific Research Institute of Silviculture and Mechanisation of Forestry, Head of the Laboratory for the Protection of Forests from invasive and Quarantine organisms (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), yuivgnin-2021@mail.ru

² Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Researcher (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), slava9167748107@gmail.com.

³ Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Leading Engineer (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), kchilahaeva@yandex.ru

Введение

Весной 2024 г. в березняках на стыке границ Московской и Тверской областей на площади порядка 5,0 тыс. га были обнаружены сильные повреждения крон берёз и некоторых других лиственных пород. После уточнения видовой принадлежности вредителей установлено, что в очагах присутствует три вида пядениц: зимняя пяденица *Operophtera brumata*, северная пяденица *O. fagata* и пяденица-обдирало обыкновенная *Erranis defoliaria*. В каждом конкретном очаге видовой состав фитофагов различается, но особенности преобладания того или иного вида ещё предстоит изучить.

В октябре 2024 г. был выявлен массовый лёт бабочек в лиственных лесах на территории Калужской, Тверской, Московской, Рязанской, Владимирской и Ярославской областей. В некоторых местах численность бабочек настолько велика, что весной 2025 г. прогнозируется нанесение сильных повреждений кронам деревьев.

Цель работы – краткое описание развития вспышки массового размножения зимней и сопутствующих ей видов пядениц в лиственных лесах центральных регионов европейской части России.

Объекты исследования

Ранее известные вспышки. Зимняя пяденица *Operophtera brumata* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Geometridae) – известный вредитель дуба в степных и лесостепных дубравах [1–6]. Вспышки массового размножения этой пяденицы на Русской равнине ранее были связаны только с дубом [3, 7, 8]. Имеются сведения о неоднократно действовавших очагах зимней пяденицы и сопутствующих видов в дубравах Белоруссии [9]. После ее завоза на север Африки и в Северную Америку она размножалась также на дубе [10–12]. Однако в Фенноскандии эта пяденица и сопутствующие ей виды размножались в березняках [13–15]. Известны также вспышки

зимней пяденицы на о. Сахалин, где она также повреждала березняки [16].

Ранее, начиная с середины XIX в., повреждения берёз и других лиственных пород зимней пяденицей были отмечены в озеленительных посадках и садах Риги, Санкт-Петербурга, Москвы, Нижнего Новгорода и других городов [17]. Повышенная численность пядениц наблюдалась, прежде всего, на плодовых деревьях. Динамика формирования очагов массового размножения зимней пяденицы нуждается в более детальном рассмотрении, но уже сейчас можно сказать, что они неоднократно действовали как в садах и озеленительных посадках, так и в лесах европейской части России.

Таким образом, известно, что зимняя пяденица является довольно широким полифагом, способным питаться листвой многих лиственных растений [5, 18, 19], однако вспышки массового размножения чаще всего формировались в дубравах и лишь в самых северных частях её ареала – в березняках [13, 15].

В очагах зимней пяденицы часто можно было наблюдать и повышенную численность некоторых других видов пядениц [20], среди которых обычно присутствовала и северная пяденица *O. fagata* Scharfenberg, 1805 (Lepidoptera, Geometridae). Однако на Русской равнине вспышки её численности не известны [21].

Пяденица-обдирало обыкновенная *Erranis defoliaria* 1805 (Lepidoptera, Geometridae) часто формировала очаги массового размножения в южных регионах России, в основном в садах, где гусеницы повреждали разные плодовые деревья [5].

Развитие очагов пядениц в 2023–2025 гг. Сведения о повреждениях, нанесённых листогрызущими пяденицами, стали поступать в начале лета 2024 г. К осени повреждёнными оказались березняки, в основном в возрасте более 30 лет, на общей площади порядка 7,0 тыс. га на стыке границ Тверской и Московской областей. Это свидетельствует о том, что формироваться очаги начали в 2022–2023 гг. Однако поскольку

сведения о возможности образования здесь очагов листогрызущих пядениц отсутствовали, то специальное слежение за динамикой их численности не проводили.

После подтверждения правильности определения видовой принадлежности (авторы благодарны С.Ю. Синёву и В.Г. Миронову, ЗИН РАН за подтверждение видовой принадлежности пядениц) стало ясно, что повреждения нанесены, в основном, гусеницами зимней и северной пядениц, на некоторых участках в составе комплекса обнаружена также пяденица-обдирало обыкновенная.

Из-за особенностей питания гусениц этих пядениц, когда прежде всего и в наибольшей степени повреждаются нижние части крон, заметить образование очагов с помощью космических снимков было невозможно. Специальный мониторинг за развитием пядениц не проводили, так как ранее их очаги не формировались в столь северных регионах.

Резкое возрастание площадей очагов заметили по массовому лёту бабочек в октябре – ноябре 2024 г. в березняках Калужской, Тверской, Московской, Рязанской, Владимирской и Ярославской областей. К сожалению, феромонный надзор не проводили, хотя феромон зимней пяденицы синтезирован и испытан [22] и мог быть использован при выявлении очагов на ранних стадиях их формирования.

В настоящее время точная площадь очагов остаётся неизвестной. Установленный по выловам бабочек на клейкие пояса уровень их численности позволяет прогнозировать нанесение сильных и очень сильных повреждений кронам деревьев в начале лета 2025 г. на большей части этой обширной территории.

Результаты и обсуждение

Обнаруженные в 2024 г. очаги листогрызущих пядениц в ряде регионов центра европейской части России оказались первыми столь крупными очагами в лесах этих регионов за весь период наблюдений. Ранее очаги зимней

пяденицы действовали только в дубравах южнее условной линии, соединяющей Брянск – Орёл – Тулу – Пензу – Тамбов [5]. Важно отметить, что выявленные в настоящее время очаги сформировались в березняках, что не типично для зимней пяденицы на территории Русской равнины. Выявление в очагах довольно высокой численности северной пяденицы также является новым явлением, ранее этот фитофаг здесь не был известен как сколько-нибудь значимый вредитель. В более южных частях своего ареала северная пяденица также связана в основном с дубом [23], а в России предпочитает березу [21].

Все три вида пядениц, отмеченные в выявленных очагах, являются обычными обитателями лесов этих областей. Однако ранее здесь отсутствовали благоприятные условия для их массового размножения. По-видимому, климатические изменения, происходящие в настоящее время, создали такие условия, которые позволили реализоваться вспышкам.

Сведения о формировании очагов этих пядениц на более северных территориях, чем это было известно раньше, поступают и из других регионов [24, 25].

В связи с этим возникает несколько вопросов, имеющих большое значение для успешного проведения мер защиты лесов, в которых такие очаги формируются:

- ✓ насколько далеко на севере в настоящее время сложились условия, позволяющие развиваться очагам тех насекомых, которые ранее не формировали их на данных территориях;
- ✓ для каких ещё насекомых изменившиеся климатические условия уже создали возможность формировать очаги в более северных, чем обычно, регионах.

Ответы на эти вопросы имеют важное практическое значение, так как складывающаяся новая реальность требует внесения существенных изменений в организацию службы защиты лесов. Это тем более важно, что очаги вредителей могут формироваться в таких местах, где исторически они всегда

отсутствовали, и в настоящее время трудно предсказать реакцию древостоев на наносимые повреждения.

Кроме того, изучение особенностей биологии пядениц в очагах их массового размножения в новых регионах позволит более успешно разработать меры биологической защиты от них, что особенно важно для центральных областей России в условиях современных тенденций развития защиты лесов [26].

Выводы

В березняках ряда областей центра европейской части России обнаружены очаги массового размножения трёх видов листогрызущих пядениц. Ранее здесь такие очаги не формировались, и в настоящее время отсутствует опыт проведения мер защиты в условиях высокой плотности населения и наличия ограничений на применение ряда пестицидов в связи с охранним статусом многих территорий.

Работа выполнена в рамках проводимых исследований по теме НИР ФБУ ВНИИЛМ «Разработка технологии применения новых современных пестицидов для защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей» государственного задания на проведение прикладных научных исследований на 2024 г.

Список источников

1. Осипов, Н. Зимняя пяденица и весенняя борьба с её гусеницей / Н. Осипов. – Ростов-на-Дону : Садовод, 1915. – С. 249–253.
2. Шрейнер, Я.Ф. Зимняя пяденица (*Cheimatobia brumata* L.) и способы ее уничтожения : 3-е изд., испр. и доп. / Я.Ф. Шнейдер. – Санкт-Петербург : тип. М. Меркушева, 1916. – 14 с.
3. Моравская, А.С. Биология и некоторые закономерности изменения численности зимней пяденицы в Теллермановском лесу / А.С. Моравская // Тр. Института леса АН СССР. – Т. 48. – Москва, 1960. – С. 59–101.
4. Кадочников, Н.П. О применении птиц в целях борьбы с зимней пяденицей / Н.П. Кадочников // Материалы 3-й Всесоюз. орнитол. конф. – Т. 2. – Львов, 1962. – С. 7–9.
5. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / А.И. Ильинский, Н.В. Тропин (ред.) // Лесная промышленность. – Москва, 1965. – 525 с.
6. Рубцов, В.В. Многолетняя динамика численности зимней пяденицы в дубравах лесостепи / В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Лесоведение. – 2011. – № 5. – С. 36–45.
7. Поливода, Э.Б. Фенология и биологические особенности зимней пяденицы (*Operophtera brumata* L.) в предгорной зоне Республики Адыгея / Э.Б. Поливода, В.А. Ярошенко, М.И. Шаповалов // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 1. – С. 22–25.
8. Rubtsov, V.V. Long-Term Dynamics of *Operophtera brumata* L. in the Oak Stands of Forest-Steppe / V.V. Rubtsov, I.A. Utkina // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Vol. 4. – № 7. – P. 777–783.
9. Сазонов, А.А. Появление цикличности в динамике популяций зимней пяденицы *Operophtera brumata* (L., 1758) (Lepidoptera: Geometridae) в дубравах Беларуси. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. – Т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные животные / А.А. Сазонов // Х чтения памяти Р.А. Катаева : материалы международной конференции (Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018). – Санкт-Петербург, 2018. – С. 94.
10. Budburst phenology and host use by *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Geometridae) in three Mediterranean oak species / Y. Mannai, O. Ezzine, A. Hausmann, S. Nouira, M.L. Ben Jamâa // Annals of Forest Science. – 2017. – № 74: 3. DOI 10.1007/s13595-016-0600-3.
11. Cuming, F.G. The Distribution, Life History, and Economic Importance of the Winter Moth, *Operophtera brumata* (L.) (Lepidoptera, Geometridae) in Nova Scotia¹ / F.G. Cuming // The Canadian Entomologist. – 1961. – Vol. 93. – Is. 2, P. 135–142. DOI: <https://doi.org/10.4039/Ent93135-2>.
12. O'Donnell, K.M. The relationship between the winter moth (*Operophtera brumata*) and its host plants in Coastal Maine : Electronic Theses and Dissertations / K.M. O'Donnell. – University of Maine, 2015.
13. Tenow, O. The outbreaks of *Oporinia autumnata* Bkh. and *Operophtera* spp. (Lep., Geometridae) in the Scandinavian Mountain Chain and Northern Finland 1862–1968 / O. Tenow. – Finland : Almqvist & Wiksell, 1972. – 107 p.
14. Waves and Synchrony in *Epirrita autumnata* / *Operophtera brumata* Outbreaks. I. Lagged Synchrony: Regionally, Locally and among Species / O. Tenow, A.C. Nilssen, H. Bylund, O. Hogstad // J. Anim. Ecol. – 2007. – 76. – 258.
15. Northern Fennoscandia via the British Isles: evidence for a novel postglacial recolonization route by winter moth (*Operophtera brumata*) / J.C. Andersen, N.P. Havill, B.P. Griffin, J.U. Jepsen, S.B. Hagen, T. Klemola [et al.] // Frontiers of Biogeography. – 2021. – № 13. – P. 1–14.
16. Гречкин, В.П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-географическим зонам / В.П. Гречкин. – Т. 3. Ч. 2. Лесопатологическая характеристика горных лесов Южной Сибири (Саяны и Тува), Прибайкалья, Забайкалья и Дальнего Востока. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2021. – 156 с.
17. Кеппен, Ф.П. Вредные насекомые / Ф.П. Кеппен. – Санкт-Петербург, 1882. – 585 с.
18. Воронцов, А.И. Лесная энтомология / А.И. Воронцов. – Москва : Высшая школа, 1982. – 384 с.

19. Mrkva, R. Bionomie píd'alky podzimní (*Operophtera brumata* L.) – motýl a vajíčko / R. Mrkva // Acta Universitatis Agriculturae (Brno). – Series C. – 1968. – 37 – P. 223–246.
20. Гречкин, В.П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-географическим зонам / В.П. Гречкин. – Т. 1. Лесопатологическая характеристика лесов лесной зоны. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2019. – 220 с.
21. Кожанчиков, И.В. Отряд – Чешуекрылые, или Бабочки. Вредители леса : справочник / И.В. Кожанчиков, А.С. Данилевский, А.М. Дьяконов. – Москва–Ленинград : изд-во АН СССР, 1955. – С. 35–285.
22. Испытания различных вариантов препаративной формы синтетического феромона зимней пяденицы *Operophtera brumata* (L.) / Н.Г. Тодоров, В.М. Растегаева, А.Э. Нестеренкова, В.Л. Пономарев // Фитосанитария. Карантин растений. – 2022: – № 4. – С. 57–65.
23. Tóth, B. *Charissa pfeifferi* (Wehrli, 1926) and *Operophtera fagata* (Scharfenberg, 1805) in North Macedonia (Lepidoptera: Geometridae) / B. Tóth // Nat. Croat. – 2019. – Vol. 29. – № 2. – P. 473–478.
24. Climate change and outbreaks of the geometrids *Operophtera brumata* and *Epirrita autumnata* in subarctic birch forest: evidence of a recent outbreak range expansion / J.U. Jepsen, S.B. Hagen, R.A. Ims, N.G. Yoccoz // J. Anim. Ecol. – 2008. – № 77(2). – P. 257–264. doi: 10.1111/j.1365-2656.2007.01339.x.
25. Geometrid outbreaks waves travel across Europe / O. Tenow, A.C. Nilssen, H. Bylund, R. Pettersson, A. Battisti, U. Bohn [et al.] // Journal of Animal Ecology. – 2013. – 82. – P. 84–95.
26. Мартынюк, А.А. Биотехнологии в защите лесов от вредных организмов / А.А. Мартынюк, Ю.А. Сергеева, С.О. Долмоного // Агроресомелиорация и опустынивание : материалы научно-практической конференции, посвящ. 90-летию Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (Волгоград, 21–23 июля 2022). – Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. – С. 452–456.

References

1. Osipov, N. Зимняя пяденица и весенняя бор'ба с ея гусеницей / N. Osipov. – Rostov-na-Donu : Sadovod, 1915. – S. 249–253.
2. Shrejner, Ya.F. Зимняя пяденица (*Cheimatobia brumata* L.) i sposoby ee unichtozheniya : 3-e izd., ispr. i dop. / Ya.F. Shnejder. – Sankt-Peterburg : tip. M. Merkusheva, 1916. – 14 s.
3. Moravskaya, A.S. Biologiya i nekotorye zakonomernosti izmeneniya chislennosti zimnej pyadenicy v Tellermanovskom lesu / A.S. Moravskaya // Tr. Instituta lesa AN SSSR. – T. 48. – Moskva, 1960. – S. 59–101.
4. Kadochnikov, N.P. O primenении ptic v celyah bor'by s zimnej pyadenicej / N.P. Kadochnikov // Materialy 3-j Vsesoyuz. ornitol. konf. – T. 2. – L'vov, 1962. – S. 7–9.
5. Nadzor, uchet i prognoz massovyh razmnozhenij hvoe- i listogryzushchih nasekomyh v lesah SSSR / A.I. Il'inskij, N.V. Tropin (red.) // Lesnaya promyshlennost'. – Moskva, 1965. – 525 s.
6. Rubcov, V.V. Mnogoletnyaya dinamika chislennosti zimnej pyadenicy v dubravah lesostepi / V.V. Rubcov, I.A. Utkina // Lesovedenie. – 2011. – № 5. – S. 36–45.
7. Polivoda, E.B. Fenologiya i biologicheskie osobennosti zimnej pyadenicy (*Operophtera brumata* L.) v predgornoj zone Respubliki Adygeya / E.B. Polivoda, V.A. Yaroshenko, M.I. Shapovalov // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2007. – № 1. – S. 22–25.
8. Rubtsov, V.V. Long-Term Dynamics of *Operophtera brumata* L. in the Oak Stands of Forest-Steppe / V.V. Rubtsov, I.A. Utkina // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Vol. 4. – № 7. – R. 777–783.
9. Sazonov, A.A. Poyavlenie ciklichnosti v dinamike populyacij zimnej pyadenicy *Operophtera brumata* (L., 1758) (Lepidoptera: Geometridae) v dubravah Belarusi. Dendrobiontnye bespozvonochnye zhivotnye i gryby i ih rol' v lesnyh

экосистемах. – Т. 1. Nasekomye i prochie bespozvonochnye zhivotnye / A.A. Sazonov // X chteniya pamyati R.A. Kataeva : materialy mezhdunarodnoj konferencii (Sankt-Peterburg, 22–25 oktyabrya 2018). – Sankt-Peterburg, 2018. – S. 94.

10. Budburst phenology and host use by *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Geometridae) in three Mediterranean oak species / Y. Mannai, O. Ezzine, A. Hausmann, S. Nouira, M.L. Ben Jamâa // Annals of Forest Science. – 2017. – № 74: 3. DOI 10.1007/s13595-016-0600-3.

11. Cuming, F.G. The Distribution, Life History, and Economic Importance of the Winter Moth, *Operophtera brumata* (L.) (Lepidoptera, Geometridae) in Nova Scotia¹ / F.G. Cuming // The Canadian Entomologist. – 1961. – Vol. 93. – Is. 2, R. 135–142. DOI: <https://doi.org/10.4039/Ent93135-2>.

12. O'Donnell, K.M. The relationship between the winter moth (*Operophtera brumata*) and its host plants in Coastal Maine : Electronic Theses and Dissertations / K.M. O'Donnell. – University of Maine, 2015.

13. Tenow, O. The outbreaks of *Oporinia autumnata* Bkh. and *Operophtera* spp. (Lep., Geometridae) in the Scandinavian Mountain Chain and Northern Finland 1862–1968 / O. Tenow. – Finland : Almqvist & Wiksell, 1972. – 107 r.

14. Waves and Synchrony in *Epirrita autumnata*. *Operophtera brumata* Outbreaks. I. Lagged Synchrony: Regionally, Locally and among Species / O. Tenow, A.S. Nilssen, N. Bylund, O. Hogstad // J. Anim. Ecol. – 2007. – 76. – 258.

15. Northern Fennoscandia via the British Isles: evidence for a novel postglacial recolonization route by winter moth (*Operophtera brumata*) / J.C. Andersen, N.P. Havill, V.R. Griffin, J.U. Jepsen, S.B. Hagen, T. Klemola [et al.] // Frontiers of Biogeography. – 2021. – № 13. – R. 1–14.

16. Grechkin, V.P. Lesopatologicheskaya harakteristika lesov SSSR po otдел'nyh prirodno-geograficheskim zonom / V.P. Grechkin. – Т. 3. Ch. 2. Lesopatologicheskaya harakteristika gornyh lesov Yuzhnoj Sibiri (Sayany i Tuva), Pribajkal'ya, Zabajkal'ya i Dal'nego Vostoka. – Pushkino : VNIILM, 2021. – 156 s.

17. Keppen, F.P. Vrednye nasekomye / F.P. Keppen. – Sankt-Peterburg, 1882. – 585 s.

18. Voroncov, A.I. Lesnaya entomologiya / A.I. Voroncov. – Moskva : Vysshaya shkola, 1982. – 384 s.

19. Mrkva, R. Bionomie pídalky podzimní (*Operophtera brumata* L.) – motýl a vajíčko / R. Mrkva // Acta Universitatis Agriculturae (Brno). – Series C. – 1968. – 37 – R. 223–246.

20. Grechkin, V.P. Lesopatologicheskaya harakteristika lesov SSSR po otдел'nyh prirodno-geograficheskim zonom / V.P. Grechkin. – Т. 1. Lesopatologicheskaya harakteristika lesov lesnoj zony. – Pushkino : VNIILM, 2019. – 220 s.

21. Kozhanchikov, I.V. Otryad – Cheshuekrylye, ili Babochki. Vrediteli lesa : spravochnik / I.V. Kozhanchikov, A.S. Danilevskij, A.M. D'yakov. – Moskva–Leningrad : izd-vo AN SSSR, 1955. – S. 35–285.

22. Ispytaniya razlichnyh variantov preparativnoj formy sinteticheskogo feromona zimnej pyadenicy *Operophtera brumata* (L.) / N.G. Todorov, V.M. Rastegaeva, A.E. Nesterenkova, V.L. Ponomarev // Fitosanitariya. Karantin rastenij. – 2022. – № 4. – S. 57–65.

23. Tóth, V. *Charissa pfeifferi* (Wehrli, 1926) and *Operophtera fagata* (Scharfenberg, 1805) in North Macedonia (Lepidoptera: Geometridae) / V. Tóth // Nat. Croat. – 2019. – Vol. 29. – № 2. – R. 473–478.

24. Climate change and outbreaks of the geometrids *Operophtera brumata* and *Epirrita autumnata* in subarctic birch forest: evidence of a recent outbreak range expansion / J.U. Jepsen, S.B. Hagen, R.A. Ims, N.G. Yoccoz // J. Anim. Ecol. – 2008. – № 77(2). – R. 257–264. doi: 10.1111/j.1365-2656.2007.01339.x.

25. Geometrid outbreaks waves travel across Europe / O. Tenow, A.S. Nilssen, N. Bylund, R. Pettersson, A. Battisti, U. Bohn [et al.] // Journal of Animal Ecology. – 2013. – 82. – R. 84–95.

26. Martynyuk, A.A. Biotekhnologii v zashchite lesov ot vrednyh organizmov / A.A. Martynyuk, Yu.A. Sergeeva, S.O. Dolmonego // Agrolesomeliaciya i opustynivanie : materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashch. 90-letiyu Federal'nogo nauchnogo centra agroekologii, kompleksnyh melioracij i zashchitnogo lesorazvedeniya Rossijskoj akademii nauk (Volgograd, 21–23 iyulya 2022). – Volgograd : FNC agroekologii RAN, 2022. – S. 452–456.