

УДК 595.787+630*4
DOI: 10.18101/2542-0623-2018-4-44-53

**ПОЛУВЕКОВАЯ (1963–2017) ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА
(LEPIDOPTERA, LYMANTRIIDAE) В БУРЯТИИ**

Рудых С. Г., Филиппов А. В., Юшань, Дуала

© **Рудых Сергей Геннадьевич**

кандидат биологических наук,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: rudykh@list.ru

© **Филиппов Анатолий Вячеславович**

ведущий агроном испытательной лаборатории карантинно-фитосанитарной экспертизы,
Бурятский филиал Всероссийского научно-исследовательского института карантина России
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Жердева, 82б
E-mail: karat_86@mail.ru

© **Юшань**

Педагогический университет Внутренней Монголии
Китай, 010022, г. Хух-Хото
E-mail: yushangis@163.com

© **Дуала**

доктор, Центр экологии и сельскохозяйственной метеорологии
Внутренней Монголии
Китай, 010051, г. Хух-Хото
E-mail: yushangis@163.com

Произведен анализ динамики численности и распространения непарного шелкопряда за 1963–2017 гг. Приведены количественные оценки связи между изменением гидро-термических условий и развитием крупных вспышек массового размножения непарного шелкопряда. Определены климатически обусловленные предпосылки к расширению ареала данного вредителя хвойных и лиственных пород в Бурятии, установлены пределы расширения. До последнего времени северная граница распространения непарного шелкопряда в Бурятии, примерно, ограничивалась 52⁰ северной широты. Отмечено, что в настоящее время (2017) происходит расширение ареала непарного шелкопряда на север, вплоть до Баргузинской котловины.

Ключевые слова: непарный шелкопряд; Бурятия; изменения климата; вспышки массового размножения; расширение ареала.

Введение

Непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.) — многоядный вредитель лиственных и хвойных пород, дающий вспышки массового размножения.

Массовые размножения непарного шелкопряда вызывают комплекс взаимосвязанных гелиофизических, климатологических, биологических факторов. Предпосылками к увеличению плотности популяций вредителя являются жаркая

и сухая погода в конце апреля — начале мая и июле — августе в сочетании с холодной и малоснежной зимой. При таком погодном сценарии также имеет место физиологическое ослабление кормовых растений.

Климатические изменения, наблюдаемые с 1976 г., создали предпосылки к расширению ареалов хозяйственно важных видов насекомых, в том числе и непарного шелкопряда. Появились новые участки, не связанные с основным ареалом, но пригодные для существования непарного шелкопряда по климатическим показателям.

Материал и методика

В 2013 г. нами по общепринятым методикам [Методы мониторинга вредителей и болезней леса, 2004; Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых, 1965] были проведены учеты численности непарного шелкопряда на модельных площадках, занятых разными типами лесов в Бурятии.

В 2014–2017 гг. был произведен феромонный мониторинг, при этом были охвачены все лесничества Бурятии, подходящие по лесорастительным условиям. При этом руководствовались следующими методическими рекомендациями [Кондаков, 2002; Программа... 2012; Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга, 2013].

Точки находок непарного шелкопряда в Бурятии указаны по литературным данным [Эпова, 1999; Чешуекрылые Бурятии, 2007], материалам 2010–2017 гг. сбора из коллекционных фондов ЛЭСЖ ИОЭБ СО РАН, данным феромонного мониторинга 2014–2017 гг. Бурятского филиала ФГБУ ВНИИКР.

Результаты исследования

Непарный шелкопряд в Бурятии периодически дает вспышки массового размножения, обусловленные сложным сочетанием гелиофизических, климатологических, биологических факторов.

За последние 50 лет в Бурятии крупнейшие вспышки размножения непарного шелкопряда отмечались в 1963–1965, 1969–1974, 1998–2003 гг. Реализация вспышек происходит за 2–3 года до и через 2–3 года после максимума солнечной активности, определяемого числами Вольфа. В засушливый период вспышки приобретают затяжной характер.

Климатообусловленная вероятность вспышек непарного шелкопряда. По частоте вспышек и степени поврежденности лесов в пределах ареала этого вредителя на территории Бурятии можно выделить две зоны: 1) периодического интенсивного вреда (очаги, функционирующие на значительной площади, наблюдаются в среднем один раз в 20–25 лет); 2) перманентного интенсивного вреда (вспышки массового размножения реализуются со средней периодичностью в 11 лет, вероятность обнаружения очагов составляет более 0,70) (табл. 1).

Таблица 1

Температурный режим и вероятность массовых размножений непарного шелкопряда в лесохозяйственных районах бассейна оз. Байкал

Метеостанция	Переход среднесуточных температур воздуха через 10°C		Продолжительность периода с температурами выше 10°C, дни	Сумма температур		Годовая сумма осадков, мм	Зона
	весна	осень		0°	10°		
Горно-гаежный район							
Цакир	30.V	31.VIII	92	1717	1300	397	1
Закаменск	24.V	7.IX	105	1953	1538	358	1
Горно-лесостепной район							
Торей	20.V	9.IX	111	2103	1699	322	2
Улан-Удэ	21.V	10.IX	111	2161	1804	246	2
Мухоршибирь	27.V	7.IX	102	2026	1588	320	2
Бичура	22.V	9.IX	109	2105	1712	321	2

Причины вспышек размножения непарного шелкопряда в Бурятии

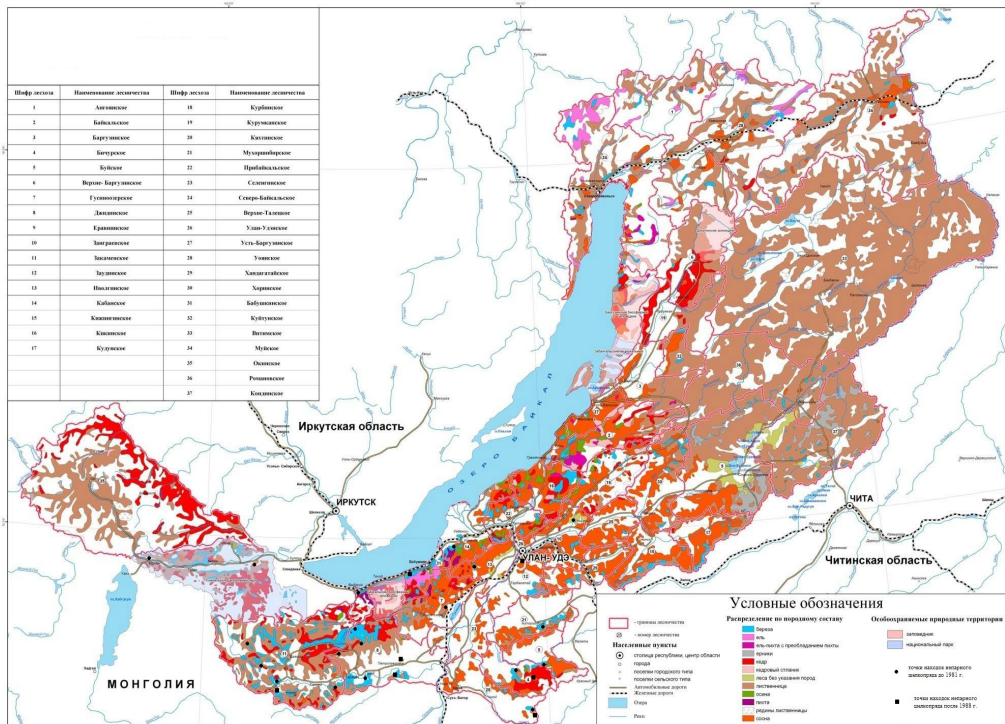


Рис. 1. Местонахождения непарного шелкопряда на территории Бурятии

Авторы наиболее полных сведений по непарному шелкопряду в Бурятии [Алексеева, 1969; Кондаков, 1979; Амшеев, Будаев, 2006; Амшеев, Моролдоев, Будаев, 2007; Ставников, 2013] отмечают, что массовое размножение непарного шелкопряда, происходит вслед за засухами, длящимися два — три вегетационных периода подряд, а вспышки массового размножения непарного шелкопряда не отмечались и не отмечаются в зоне верхней тайги и в высокогорье, по-видимому, они модифицируются климатическими и экологическими факторами среды.

Состояние популяции непарного шелкопряда в Бурятии в 2010–2017 гг. Последняя по времени вспышка размножения непарного шелкопряда должна была произойти в 2010–2011 гг. [Амшеев, Моролдоев, Будаев, 2007]. В итоге площадь очагов данного вредителя оказалась незначительной. Очаги с низким уровнем плотности популяций в 2011–2012 гг. действовали на площади около 9 тыс. га в лиственнично-берёзовых насаждениях в южных и юго-западных районах Бурятии [Ставников, 2013].

В 2013 г. нами по общепринятым методикам [Методы мониторинга вредителей и болезней леса, 2004; Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых, 1965] были произведены учеты численности непарного шелкопряда на модельных площадках, занятых разными типами лесов в Бурятии. Мониторинг непарного шелкопряда в южных районах Бурятии (Закаменский, Джидинский) и данные лабораторных исследований (наличие паразитированных гусениц, значительное преобладание самцов над самками, среднее количество яиц в яйцекладках, не превышающее 300 экз. (256 яиц), средний вес куколок самок менее 0,85 г (0,83 г.) позволили сделать заключение о кризисном разрешении вспышки размножения непарного шелкопряда (с пиком в 2011 г.) в наблюдаемых районах.

Практически на всех модельных участках теоретически возможная степень объедания хвои лиственницы не достигла 25% порогового значения, что свидетельствовало о незначительной вредоносности непарного шелкопряда в 2013 г. [Алексеева, Рудых, 2015].

Для оценки современного состояния популяции непарного шелкопряда в 2014–2017 гг. нами произведен феромонный мониторинг, при этом были охвачены все лесничества Бурятии, подходящие по лесорастительным условиям. При этом руководствовались следующими методическими рекомендациями [Кондаков, 2002; Программа... 2012; Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга, 2013]. По данным феромонного мониторинга, отмечено нарастание численности вредителя в Тарбагатайском, Иволгинском, Бичурском, Кижингинском районах. Впервые непарный шелкопряд обнаружен в Баргузинском районе (Баргузинское лесничество), при этом здесь также отмечается тенденция увеличения его численности.

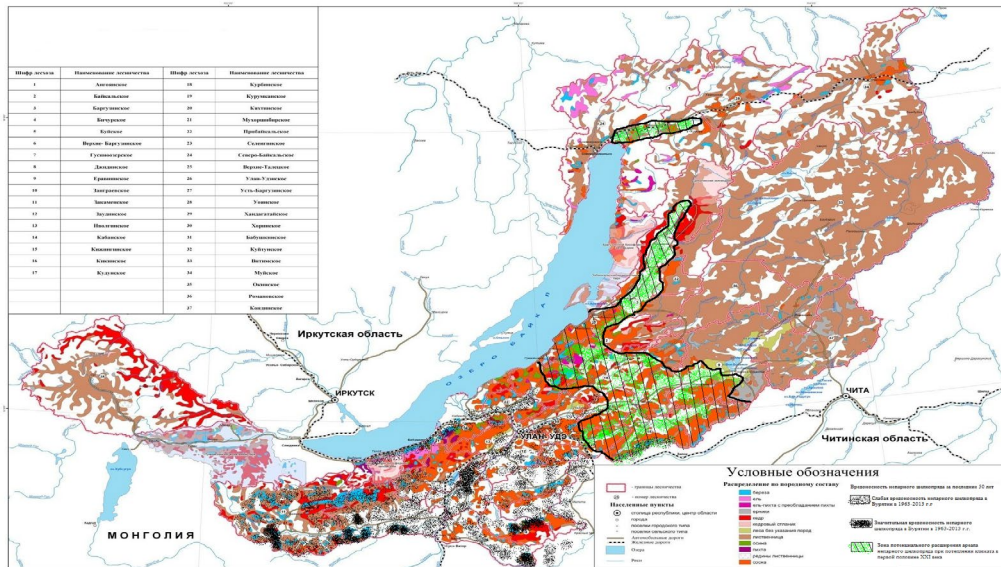


Рис. 2. Вредоносность непарного шелкопряда в Бурятии за последние 50 лет (1963–2017 гг.) и потенциальное расширение его ареала в первой половине XXI в. при потеплении климата

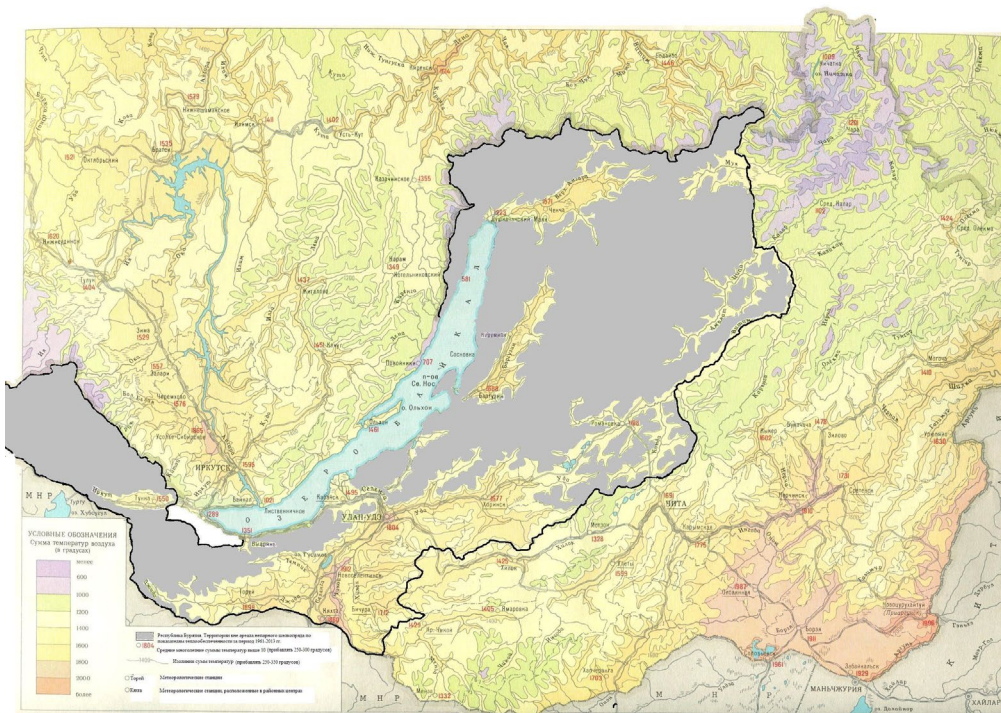


Рис. 3. Теплообеспеченность территорий (суммы биологически активных температур выше 10 °С, по изотермам 1600⁰ и выше), пригодных для обитания непарного шелкопряда в Бурятии за последние 50 лет (1963–2017 гг.) и потенциальное расширение его ареала в первой половине XXI в. при потеплении климата

Климатообусловленные изменения ареалов насекомых. Изменения ареалов являются легко регистрируемыми и наименее противоречивыми реакциями на потепление, при этом в Северном полушарии граница ареала вида продвигается на север в широтном направлении и вверх — в высотном. Повышение температуры на 2 °С соответствует смещению ареала на 600 км к северу и 330 м в горах.

Климатические изменения в Бурятии.

Температура. По новейшим данным (Доклад об особенностях климата РФ, 2017), для квазиоднородного климатического района «Прибайкалье и Забайкалье» в период 1976–2017 гг. тренд среднегодовой температуры составляет 0,36 °С 10 лет, или 1,44 °С за последние 40 лет. При этом 1976 год выбран условно в качестве начала современного потепления.

Согласно сведениям Иволгинской агрометеорологической станции, среднегодовая температура в степной и сухостепной зонах Бурятии [Емельянов, 2013] с –1,5 °С (в 1961–1970 гг.) увеличилась к 2001–2010 гг. до + 0,1 °С, т. е. на 1,6 °С. Сходные значения отмечаются также для Кяхты.

Для лесостепной зоны, по данным метеостанции Улан-Удэ и ряда исследователей [(Амшеев, Куликов, Смирнова, 2002; Смирнова, 2009; Мещерская и др., 2009)], с 1975 г. продолжительность теплого периода (с температурами выше 0 °С) увеличилась на 13–15 дней, вегетационного периода (с температурами выше 5 °С) выросла на 10 дней, а продолжительность периода с температурами ниже 8 °С уменьшилась на 12 дней. Среднегодовая температура воздуха выросла на 1,2 °С.

Важным представляется факт достижения в современных климатических условиях среднегодовых температур в сухостепной и лесостепной зонах Бурятии значений, близких к 0 °С. При превышении данного уровня не смогут возникать новые участки островной мерзлоты, а старые будут иметь тенденцию к исчезновению.

Атмосферные осадки. В степной и сухостепной зонах Западного Забайкалья средние величины атмосферных осадков изменяются в пределах от 220 до 346 мм/год. Значениям увлажнения присуща цикличность. И. Н. Смирнова (2009) в период с 1958 по 2003 г. выделяет 3 цикла повышенного и 2 цикла пониженного атмосферного увлажнения различной продолжительности.

По современным данным (Доклад об особенностях климата РФ, 2017), для квазиоднородного климатического района «Прибайкалье и Забайкалье» в период 1976–2016 гг. тренд осредненных годовых и сезонных сумм атмосферных осадков составляет 0,9%/10 лет, или 3,6% за последние 40 лет

В целом осадкам в Забайкалье присуща 26-летняя цикличность, последние два цикла продолжались с середины 1950-х гг. до конца 1970-х гг., и с начала 1980-х гг. до середины первого десятилетия XXI в.

Изменения климата Забайкалья, ожидаемые в первой четверти XXI в. Ожидается [Мещерская и др., 2009], что температура воздуха повысится на 1–1,5 °С зимой и на 0,5–1 °С летом, число дней с летними заморозками уменьшится на 6–8 дней на севере и на 8–10 дней на юге, количество осадков увеличится летом от 2% в южных до 5% в северных, зимой до 7–10%, глубина сезонного протаивания почвы увеличится на 25 см в центральных и южных районах и на 50 см в южных.

Особенности непарного шелкопряда, связанные с климатом. Для многих важных в практическом плане видов насекомых определены показатели оптимума и пессимума развития, обусловленные климатическими характеристиками, и непарный шелкопряд не является исключением. Порог развития данного вида [Vanhanen et al., 2007] составляет 10,4 °С, нижние и верхние границы оптимума развития — 16 и 25 °С соответственно, верхний предел температуры — 32 °С, минимальная сумма эффективных температур выше 10 °С составляет 500 °С, величина критического фотопериода 10 ч. Северные границы ареала (также в горах) определяются изотермой теплообеспеченности (суммы биологически активных температур выше 10 °С), близкой к 1600 °С. До настоящего времени северная граница распространения непарного шелкопряда в Бурятии примерно ограничивалась 52⁰ северной широты.

Изменения в распространении основных кормовых пород непарного шелкопряда. Для лиственницы и березы, основных кормовых пород непарного шелкопряда в Бурятии, критические усредненные температуры начала вегетации одинаковы и составляют 9,2 °С. Распускание листьев происходит в течение 10 дней.

Важнейшими экологическими характеристиками лиственницы, обеспечивающими широкое распространение в условиях резкоконтинентального климата, являются листопадность и холодостойкость корневой системы. Также имеет место высокая устойчивость к последствиям пожаров. Береза, как и лиственница, светолюбива и обладает способностью быстро заселять территории, пройденные пожарами.

По современным данным [Корзухин, Цельникер, 2009], при дальнейшем увеличении температуры на 2 °С, южная граница ареалов березы, лиственницы, ели и сосны сдвинется к северу.

Возможные изменения в распространении непарного шелкопряда в последние годы. Соответственно с величиной линейного тренда пространственно-осредненной температуры в 0,36 °С/10 лет температура за последние 40 лет повысилась на 1,44 °С, что в отношении непарного шелкопряда соответствует потенциальному смещению ареала на 450 км к северу и 150 м в горах. Также при увеличении влажности начиная с 1980-х гг. происходит некоторое расширение ареала в восточном направлении (рис. 1). Точки находок непарного шелкопряда в Бурятии указаны по литературным данным [Эпова, 1999; Чешуекрылые Бурятии, 2007], материалам 2010–2017 гг. сбора из коллекционных фондов ЛЭСЖ ИОЭБ СО РАН, данным феромонного мониторинга 2014–2017 гг. Бурятского филиала ФГБУ ВНИИКР.

Заключение

При дальнейшем потеплении климата непарный шелкопряд может распространиться к север, или выше в горы, заняв участки, подходящие по лесорастительным (рис. 2) и климатическим условиям (рис. 3). При этом границы ареала будут определяться изотермой теплообеспеченности (суммы биологически активных температур выше 10 °С), близкой к 1600 °С. За последние 50 лет для сухостепной зоны Бурятии (Иволгинская метеостанция) средние значения этого параметра увеличились на 241⁰ (с 1784 до 2025); для лесостепной зоны (Метеостанция Улан-Удэ) на 350⁰ (с 1750 до 2100). Для Западного Забайкалья в целом

[Смирнова, 2009] за период 1970–2003 гг. суммы биологически активных температур имели темп нарастания 11,4 °С/год.

В недавних работах [Титкина и др., 2013; Ясюкевич и др., 2013] указывается, что непарный шелкопряд севернее Байкала теоретически способен достичь 60-й параллели. В Бурятии же, по нашему мнению, этот вредитель сможет занять участки в пределах Баргузинской, Верхнеангарской и, возможно, Муйско-Куандинской котловин. Подтверждением этого может служить поимка специалистами Бурятского филиала ФГБУ ВНИИКР бабочек непарного шелкопряда в феромонные ловушки в Баргузинском лесничестве в 2017 г. Кроме того, вероятно проникновение непарного шелкопряда в бассейн Витима и его крупных притоков.

Работа выполнена в рамках проекта СО РАН № VI.51.1.2. «Реакции животного мира Байкальского региона на глобальные изменения климата» (Регистрационный номер: АААА-А17-117011810035-6; ФАНО 0337-2016-0002).

Литература

Алексеева А. А., Рудых С. Г. Непарный шелкопряд (*Lepidoptera, Lymantriidae*) в Бурятии // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. Вып. 4. С. 96–98.

Алексеева Е. Е. Непарный шелкопряд в Бурятской АССР // Труды Бурятского ин-та естеств. наук БФ СО АН СССР. Сер. энтомот. Улан-Удэ, 1969. Вып. 7. С. 182–195.

Амшеев Р. М., Будаев С. Д. Атлас важнейших видов лесных насекомых Забайкалья, Северной Монголии и лесоэнтомологический мониторинг и прогноз. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. 168 с.

Амшеев Р. М., Куликов А. И., Смирнова И. И. О тенденциях изменения климата г. Улан-Удэ за последние 30 лет // Материалы научно-практической конференции, посвященной 50-летию агрономического факультета БГСХА. Улан-Удэ, 2002. С. 13–16.

Амшеев Р. М., Моролдоев И. В., Будаев С. Д. Динамика вспышек размножения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (*Lepidoptera, Lymantriidae*) в Бурятии // Сиб. экол. журнал, 2007. № 4. С. 545–549.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. М., 2018. 69 с.

Емельянов А. М. Динамика агрометеорологических условий в сухостепной зоне Бурятии // Вестник БГСХА. 2013. № 2(31). С. 128–136.

Кондаков С. Ю. Организация и проведение феромонного мониторинга за непарным шелкопрядом в лесах Красноярского края // Лесной журнал. 2002. № 1. С. 44–47.

Кондаков Ю. П. Хвое- и листогрызущие насекомые-вредители лесов бассейна озера Байкал // Фауна лесов бассейна озера Байкал. Новосибирск: Наука, 1979. С. 5–43.

Корзухин М. Д., Цельникер Ю. Л. Анализ распространения чистой первичной продукции четырех лесных пород деревьев в России с помощью экофизиологической модели // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2009. Т. 22. С. 92–123.

Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под общ. ред. В. К. Тузова. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.

Мещерская А. В., Обязов В. А., Богданова Э. Г. и др. Изменения климата Забайкалья во второй половине XX века по данным наблюдений и ожидаемые его изменения в первой четверти XXI века // Труды ГГО, 2009. Вып. 559. С. 32–57.

Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых / под ред. А. И. Ильинского. М., 1965. 525 с.

Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга / А. Д. Маслов, Н. И. Лямцев, Ю. А. Сергеева, И. А. Комарова, Ю. П. Демаков, В. П. Шеховцов, В. В. Поповичев, О. А. Ковалева, Г. А. Серый, Г. И. Юрченко, Г. И. Турова, Н. В. Вендило, К. В. Лебедева, Ю. Н. Баранчиков, В. М. Петько, Е. Г. Мозолевская, А. К. Яковенко, Ю. Б. Пятнова. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 36 с.

Программа по выявлению карантинных вредителей на территории Российской Федерации с использованием феромонных и цветных ловушек в зонах наибольшего фитосанитарного риска на 2013–2015 гг. М.: Изд-во Всерос. науч.-исслед. ин-та карантина растений, 2012. 100 с.

Смирнова И. И. Многолетняя изменчивость климата и прогнозирование системы погода — урожай (на примере Западного Забайкалья): автореф. дис. ... канд. с/х наук. Улан-Удэ, 2009. 18 с.

Ставников Д. Ю. Анализ санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Бурятия // Вестник БГСХА. 2013. № 2(31). С. 67–73.

Титкина С. Н., Попов И. О., Семенов С. М., Ясюкевич В. В. Изменение распространения в России и соседних странах непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* L. и *Lymantria monacha* L., *Lymantriidae*, *Lepidoptera*) под влиянием наблюдаемого и ожидаемого в XXI веке изменения климата // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2013. Т. XXVI. С. 375–394.

Чешуекрылые Бурятии / А. А. Шодотова, С. Ю. Гордеев, С. Г. Рудых [и др.]; отв. ред. Л. Л. Убугунов, В. В. Дубатолов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т общ. и эксп. биол. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 250 с.

Эпова В. И. Конспект фауны хвоегрызущих насекомых Байкальской Сибири. Новосибирск: Наука, 1999. 96 с.

Ясюкевич В. В., Титкина С. Н., Давидович Е. А., Ясюкевич Н. В. Изменения границ ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* L. и *Lymantria monacha* L., *Lymantriidae*, *Lepidoptera*), обусловленные глобальным потеплением: модельный подход // Зоологический журнал. 2013. Т. 92, № 11. С. 1377–1392.

Vanhanen H., Veteli T. O., Päivinen S., Kellomäki S., Niemelä P. Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth — a model study. *Silva Fennica*. 2007. № 41(4). P. 621–638.

HALF-CENTURY POPULATION DYNAMICS AND DISTRIBUTION OF GYPSY MOTH (LEPIDOPTERA, LYMANTRIIDAE) IN BURYATIA (1963–2017)

S. G. Rudykh, A. V. Filippov, Yushan

Sergey G. Rudykh

Cand. Sci. (Biol.),

Institute of General and Experimental Biology, SB RAS

6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia

E-mail: rudykh@list.ru

Anatoliy V. Filippov

Leading Agronomist,

Buryat Branch of All-Russian Research Institute of Plant Quarantine

82b Zherdeva St., Ulan-Ude 670047, Russia

E-mail: karat_86@mail.ru

Yushan

Inner Mongolia Normal University,
Huhhot 010022, China
E-mail: yushangis@163.com

Duala

Ph.D.,
Inner Mongolian Ecological and Agricultural Meteorology Center
Huhhot 010022, China
E-mail: yushangis@163.com

The article analyzes the dynamics of gypsy moth distribution and abundance for the period from 1963 to 2017. The quantitative estimates of the correlation between the changes in hydrothermal conditions and the development of the outbreaks of gypsy moths population boom are given. We have determined the climate-related preconditions for range expansion of this pest of coniferous and deciduous trees in Buryatia, and established its limits. Until recently, the northern border of gypsy moth distribution in Buryatia approximately was 52^o northern latitudes. It has been noted that at the present moment (2017), the dispersion of gypsy moth to the north, up to the Barguzin depression is observed.

Keywords: gypsy moth; Buryatia; climate change; outbreaks of population boom; range expansion.