

## ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНОЙ УЯЗВИМОСТИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОЖИДАЕМОГО В XXI ВЕКЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ОТНОШЕНИИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА И ШЕЛКОПРЯДА-МОНАШЕНКИ (*LYMANTRIA DISPAR* L. И *LYMANTRIA MONACHA* L., LYMANTRIIDAE, LEPIDOPTERA)

В.В. Ясюкевич<sup>1,2)\*</sup>, С.Н. Туткина<sup>1)</sup>, И.О. Попов<sup>1)</sup>, Н.В. Ясюкевич

<sup>1)</sup> Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля, Российская Федерация, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б; \*v1959@yandex.ru

<sup>2)</sup> Институт географии РАН, Российская Федерация, 109017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29

**Реферат.** Изменение потенциального климатического ареала непарного шелкопряда в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5 на протяжении XXI века будет выражаться расширением на Европейской Территории России (ЕТР) в северном направлении, а также на Северном Кавказе. На Азиатской Территории России (АТР) расширение предполагается как в северном, так и в восточном направлениях. В период 2011-2030 гг. расширение будет наблюдаться в 28 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. – в 36. Изменения в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия RCP8.5 будут принципиально теми же, но более выраженными. В период 2011-2030 гг. расширение будет наблюдаться в 29 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. – в 40. Тенденций к сокращению ареала непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. в условиях предполагаемого климата будущего не выявлено.

Изменение ареала шелкопряда-монашенки *Lymantria monacha* L. в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5 также характеризуется отсутствием тенденции к сокращению. По мере потепления климата ареал будет все более и более расширяться в северном направлении. Имеющиеся разрывы в гористой части Восточной Сибири будут сокращаться, что приведет, в конечном итоге, к трансформации современного разорванного ареала в сплошной. Однако, создадутся климатические предпосылки для заселения этим вредителем леса северо-восточной части Республики Саха (Якутия) и Камчатского края. В период 2011-2030 гг. расширение будет наблюдаться в 23 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. – в 31. Изменения в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия RCP8.5 также будут более выражены. В период 2011-2030 гг. расширение будет наблюдаться в 26 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. – в 31.

В отношении шелкопряда-монашенки возможно также смыкание европейско-сибирской и дальневосточной частей ареала. Не исключено, что сме-

шение сибирских и дальневосточных популяций, доселе изолированных друг от друга, в результате эффекта гетерозиса значительно повысит вспышечную активность монашенки.

**Ключевые слова.** Изменение климата, климатические предикторы, непарный шелкопряд, шелкопряд-монашенка, модельный ареал, климатический сценарий.

## Введение

Ранее мы неоднократно обращались к теме моделирования изменения ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758 и *Lymantria monacha* Linnaeus, 1758, Lymantriidae, Lepidoptera) в условиях наблюдаемого и прогнозируемого климата (Титкина и др., 2013; Ясюкевич и др., 2013, 2014). В этих работах на основе анализа литературных данных мы привели краткие сведения о биологии этих видов, их вредоносности, механизме возникновения вспышек массового размножения, выбрали климатические предикторы для построения модельных карт.

Сравнение эмпирических ареалов непарного шелкопряда (Кожанчиков, 1950; Афонин и др., 2006; Giese, Schneider, 1979; Orozumbekov et al., 2009) и шелкопряда-монашенки (Кожанчиков, 1950; Гниненко, 2002; Гниненко и др., 2005) с модельными ареалами показали достаточное совпадение для того, чтобы продолжить работу с целью дать региональную оценку уязвимости лесного хозяйства в отношении этих вредителей. Задачей данной работы является выделить субъекты Российской Федерации, на территории которых возможно расширение ареала, то есть те, уязвимость которых тем самым увеличивается.

Оба этих вида периодически дают вспышки массового размножения. Непарный шелкопряд среди листогрызущих насекомых является наиболее широко распространенным и опасным. За предыдущие 25 лет площадь очагов непарного шелкопряда по России ни разу не опускалась ниже 200 тыс. га, а среднегодовая площадь составляла 726 тыс. га. Площадь очагов, превышающая 1 млн. га, отмечалась в 1977, 1978, 1991, 1994, 1996 и 1997 гг. (Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов..., 2010; Пономарев, 1992). В лесах Северо-Западного Кавказа (Краснодарский Край и Республика Адыгея) вспышкой массового размножения в 2009 г. было охвачено 470 тыс. га, а в Южном Кыргызстане в 1981 г. – 65 тыс. га (Замотайлов, Щуров, 2010; Пономарев и др., 2005).

По последним данным, в 2013 г. площадь очагов составила 862.5 тыс. га, причем в Омской области впервые за период систематических наблюдений превысила 500 тыс. га (Состояние лесов Российской Федерации..., 2014). В 2015 г. площадь очагов достигла 1 588.2 тыс. га (Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов..., 2016).

Вспышки массового размножения шелкопряда-монашенки куда менее масштабны (за период с 1977 г. средняя площадь очагов по России 33,7 тыс. га), но и они так же, как вспышки непарного шелкопряда, отмечаются от Калининградской области до Приморья. Наиболее крупные вспышки зарегистри-

---

рованы в 1978, 1985 и 2000 гг. – 70.3, 80.2 и 73.7 тыс. га соответственно. В дальнейшем площадь очагов существенно сократилась и составила на конец 2008 и 2009 гг. 2.2 и 6 тыс. га. Однако в 2015 г. площадь очагов массового размножения существенно превысила приведенные выше цифры и составила 155.6 тыс. га (Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов..., 2009, 2010, 2016).

## Материалы и методы

Климатические предикторы для моделирования ареалов были использованы согласно работе (Vanhanen, 2007). Значение порога развития было принято  $10.4^{\circ}\text{C}$  и  $10^{\circ}\text{C}$  для непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки соответственно, минимальные суммы эффективных температур для развития одного поколения  $500^{\circ}\text{C}$  и  $480^{\circ}\text{C}$ . Величина критического фотопериода 10 и 12 часов. Биоценологическим ограничением модели является наличие лесных массивов на территории бывшего СССР.

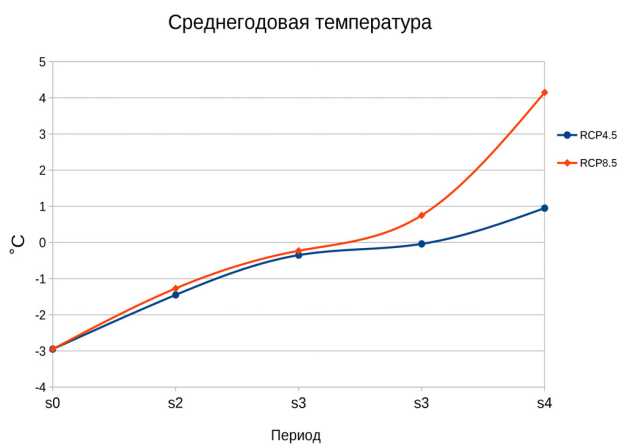
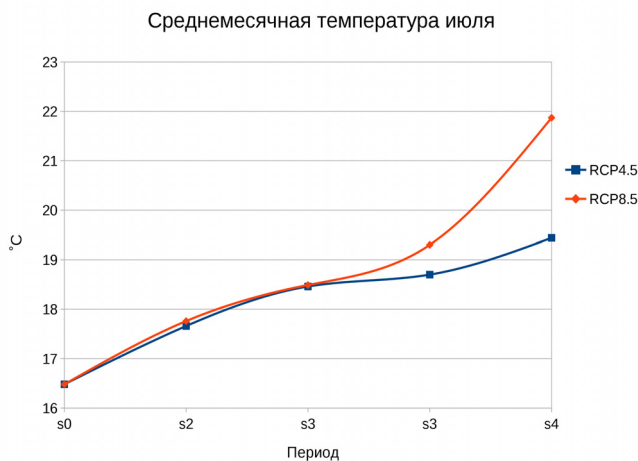
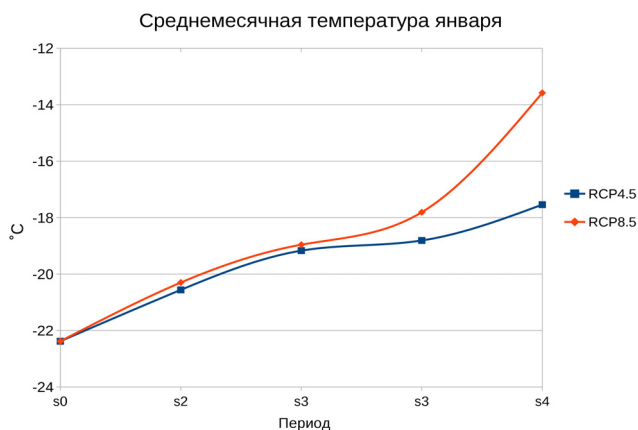
Построение карт производилось с помощью программного пакета MapInfo Professional, Версия 9.5.1. Методические вопросы, связанные с использованием климатической базы и моделированием ареалов, подробно рассмотрены в монографии С.М. Семенова (Семенов и др., 2006).

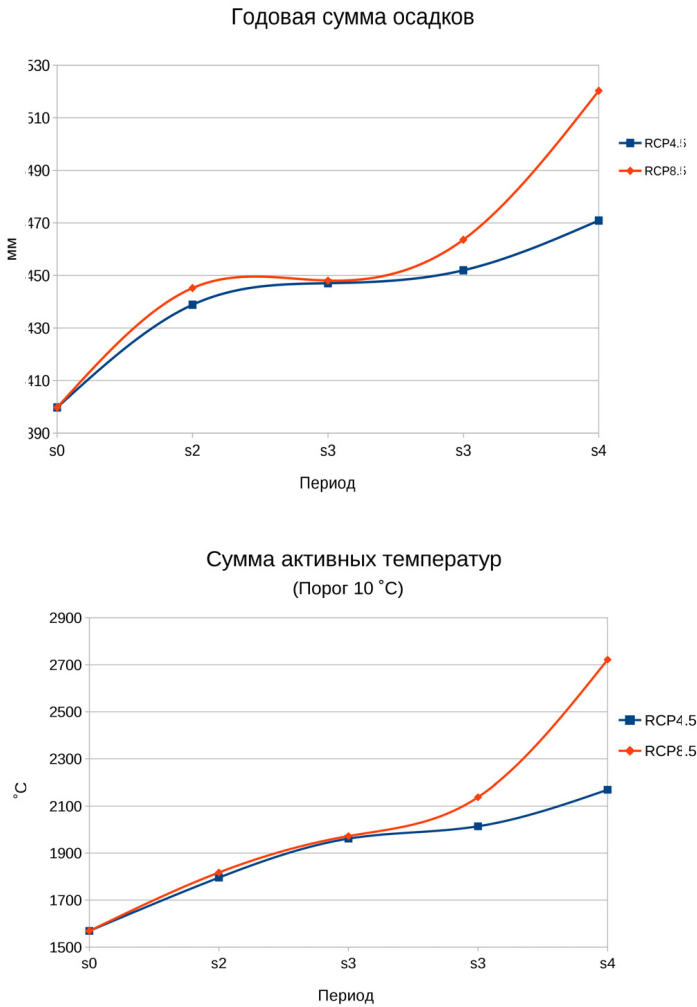
Оценка предполагаемых изменений ареалов на протяжении XXI века основывается на моделях, рассчитанных Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова (ГГО) по параметрам будущего климата, полученным осреднением результатов вычислений по ансамблю из 31 МОЦАО (Моделей Общей Циркуляции Атмосферы и Океана), которые участвуют в проекте сравнения глобальных климатических моделей CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project – Phase 5) и использующих современные сценарии антропогенного возмущающего воздействия на климатическую систему Земли семейства RCP (Representative Concentration Pathways): сценарий умеренного воздействия RCP4.5 и сценарий экстремального воздействия RCP8.5, подробно представленные в разделе 3 Второго оценочного доклада (Второй оценочный доклад..., 2014). Оценки получены для следующих временных периодов в сравнении с базовым периодом 1981–2000 гг. (s1):

- s2 – 2011-2030 гг.
- s3 – 2034-2053 гг. для RCP4.5 или 2028-2047 гг. для RCP8.5 (переход глобального интеграла через  $2^{\circ}\text{C}$ )
- s4 – 2041-2060 гг.
- s5 – 2080-2099 гг.

Основные климатические характеристики, рассчитанные в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5, за периоды s2 и s3 практически одинаковы. Различия проявляются в период s4 и достигают максимума в период s5. Точки на оси абсцисс соответствуют центрам двадцатилетних периодов s1-s5. Значения по оси ординат – двадцатилетнее скользящее среднее. Пространственное осреднение проводилось по территории России и стран ближнего зарубежья (рис. 1).

Практически это приводит к тому, что визуально картосхемы за периоды s2 и s3, рассчитанные в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5, отличаются лишь мелкими деталями. Поэтому мы картосхемы за периоды s2 и s3 для сценария RCP8.5 в тексте приводить не будем, хотя они нами построены и проанализированы.





**Рисунок 1.** Ожидаемые изменения климатических параметров в течение XXI века, соответствующие изменениям среднемодельного климата для ансамбля из 31 модели общей циркуляции атмосферы и океана семейства CMIP5 на территории России и стран ближнего зарубежья при двух сценариях антропогенного воздействия на климатическую систему Земли – RCP4.5 и RCP8.5

*а) среднемесячная температура января, б) среднемесячная температура июля, в) среднегодовая температура, г) годовая сумма осадков, д) сумма активных температур (Попов, 2016)*

На картах цифрами обозначены коды субъектов РФ (табл. 1), территории которых стали более уязвимыми в отношении распространения непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки. Иными словами, где предполагается расширение их ареалов. Некоторые номера пропущены, так как административное деление РФ изменилось и ранее самостоятельные субъекты вошли в Забайкальский, Камчатский, Красноярский и Пермский края (подробности на сайте <http://www.hramy.ru/regions/regfull.htm>).

Таблица 1. Названия и коды субъектов РФ

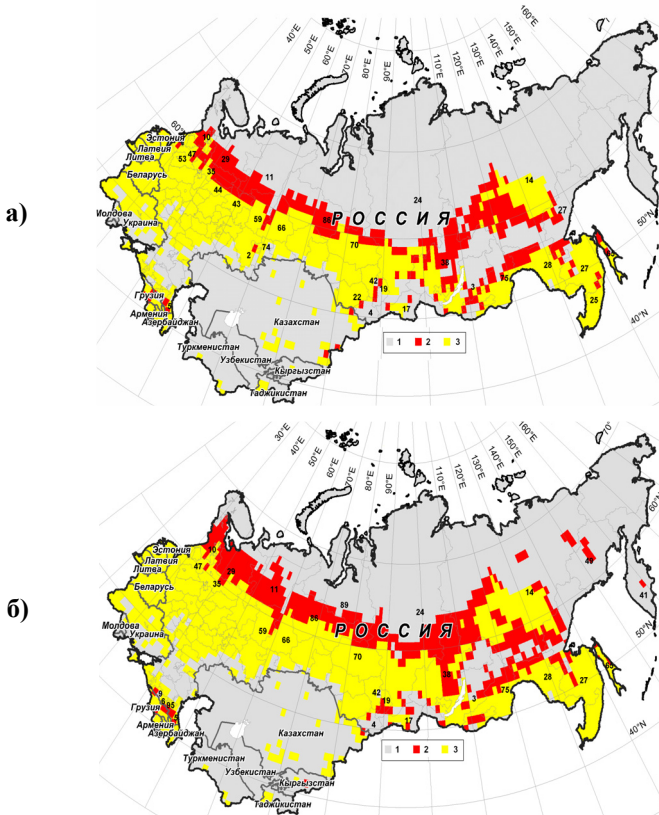
Код субъекта РФ	Название	Код субъекта РФ	Название
1	2	3	4
1	Республика Адыгея	45	Курганская область
2	Республика Башкортостан	46	Курская область
3	Республика Бурятия	47	Ленинградская область
4	Республика Алтай	48	Липецкая область
5	Республика Дагестан	49	Магаданская область
6	Республика Ингушетия	50	Московская область
7	Кабардино-Балкарская Республика	51	Мурманская область
8	Республика Калмыкия	52	Нижегородская область
9	Карачаево-Черкесская Республика	53	Новгородская область
10	Республика Карелия	54	Новосибирская область
11	Республика Коми	55	Омская область
12	Республика Марий Эл	56	Оренбургская область
13	Республика Мордовия	57	Орловская область
14	Республика Саха (Якутия)	58	Пензенская область
15	Республика Северная Осетия-Алания	59	Пермский край
16	Республика Татарстан	60	Псковская область
17	Республика Тыва	61	Ростовская область
18	Удмуртская Республика	62	Рязанская область
19	Республика Хакасия	63	Самарская область
21	Чувашская республика	64	Саратовская область
22	Алтайский край	65	Сахалинская область
23	Краснодарский край	66	Свердловская область
24	Красноярский край	67	Смоленская область
25	Приморский край	68	Тамбовская область
26	Ставропольский край	69	Тверская область
27	Хабаровский край	70	Томская область
28	Амурская область	71	Тульская область
29	Архангельская область	72	Тюменская область
30	Астраханская область	73	Ульяновская область
31	Белгородская область	74	Челябинская область
32	Брянская область	75	Забайкальский край
33	Владимирская область	76	Ярославская область
34	Волгоградская область	77	г. Москва
35	Вологодская область	78	г. Санкт-Петербург
36	Воронежская область	79	Еврейская автономная область
37	Ивановская область	83	Ненецкий автономный округ

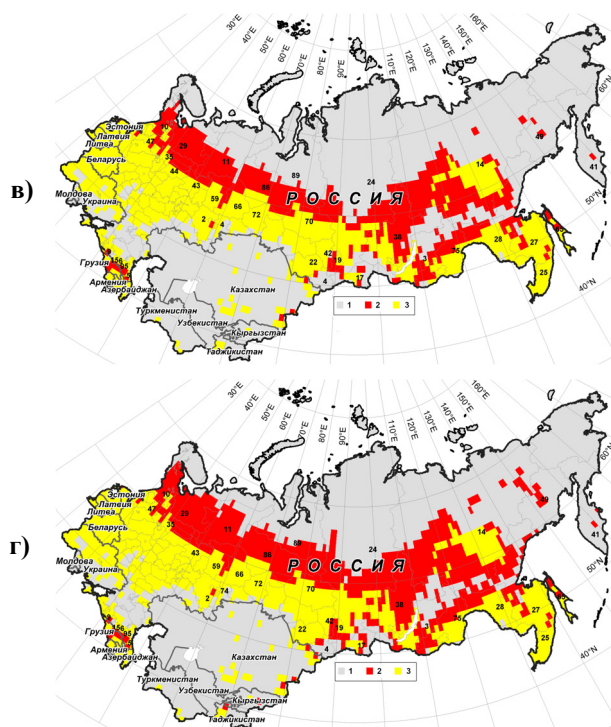
1	2	3	4
38	Иркутская область	86	Ханты-Мансийский автономный округ
39	Калининградская область	87	Чукотский автономный округ
40	Калужская область	89	Ямало-Ненецкий автономный округ
41	Камчатский край	91	г. Севастополь
42	Кемеровская область	92	Республика Крым
43	Кировская область	95	Чеченская Республика
44	Костромская область		

### Результаты и обсуждение

На рис. 2 представлено изменение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5.

Как следует из рис. 2, расширение потенциального климатического ареала на Европейской Территории России (ЕТР) будет происходить в северном направлении, а также на Северном Кавказе. На Азиатской Территории России (АТР) расширение предполагается как в северном, так и в восточном направлениях. Тенденции к сокращению ареала не выявлено.





**Рисунок 2.** Изменение ареала непарного шелкопряда в сравнении с базовым периодом s1 (1981-2000 гг.) в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5  
 а) для периода s2 (2011-2030 гг.), б) для периода s3 (2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C)), в) для периода s4 (2041-2060 гг.), г) для периода s5 (2080-2099 гг.)  
 Обозначения: 1 – вредитель отсутствует в оба сравниваемых периода; 2 – расширение ареала; 3 – вредитель присутствует в оба сравниваемых периода

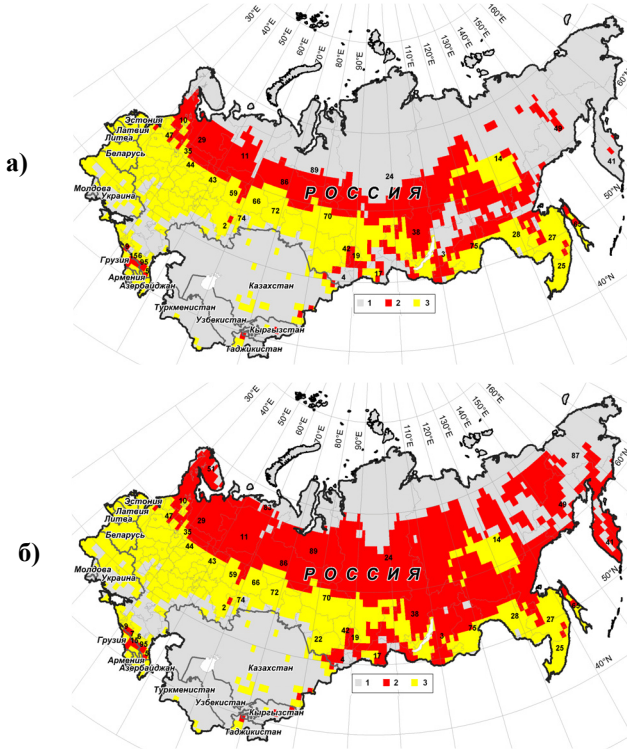
Субъекты РФ, где предполагается расширение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века, показаны в табл. 2. В этой и следующих таблицах мы приводим только коды субъектов, расшифровка которых дана в табл. 1.

**Таблица 2.** Расширение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века по территории субъектов РФ в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5

Период RCP.4.5	Количество субъектов РФ, где предполагается расширение ареала	Субъекты РФ, где предполагается наиболее значительное расширение ареала	
		ЕТР	АТР
s2	28	11, 29	14, 28, 36, 86
s3	28	11, 29	14, 24, 27, 28, 36, 38, 49, 86, 89
s4	36	11, 29, 35, 59	14, 24, 27, 28, 36, 38, 49, 75, 86, 89
s5	36	11, 29, 35, 59	14, 24, 27, 28, 36, 38, 49, 75, 86, 89



На рис. 3 представлено аналогичное изменение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века, но в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP8.5. Поскольку картосхемы для периодов s2 и s3 отличаются от приведенных выше на рис. 2 а,б лишь незначительным количеством мелких деталей, мы приводим только картосхемы для периодов s4 и s5.



**Рисунок 3.** Изменение ареала непарного шелкопряда в сравнении с базовым периодом s1 (1981-2000 гг.) в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP8.5

а) для периода s4 (2041-2060 гг.), б) для периода s5 (2080-2099 гг.) Обозначения:  
 1 – вредитель отсутствует в оба сравниваемых периода; 2 – расширение ареала;  
 3 – вредитель присутствует в оба сравниваемых периода

Тенденции, выявленные для сценария RCP8.5 принципиально те же, что и для RCP4.5, но существенно более выраженные. К концу XXI века большая часть территории России будет уязвима в отношении воздействия непарного шелкопряда на лесные экосистемы. Субъекты РФ, где предполагается расширение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века в соответствии со сценарием RCP8.5, показаны в табл. 3.

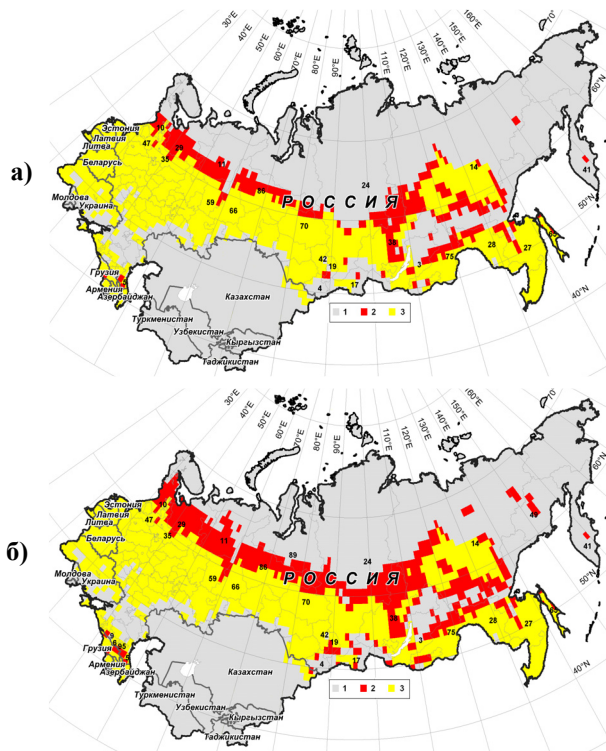
На рис. 4 показаны оценки изменения ареала шелкопряда-монашенки по сценарию умеренного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5 для различных периодов, указанных выше. По мере потепления климата ареал будет все более и более расширяться в северном направлении. Имеющиеся разрывы в гористой части Восточной Сибири будут сокращаться, что

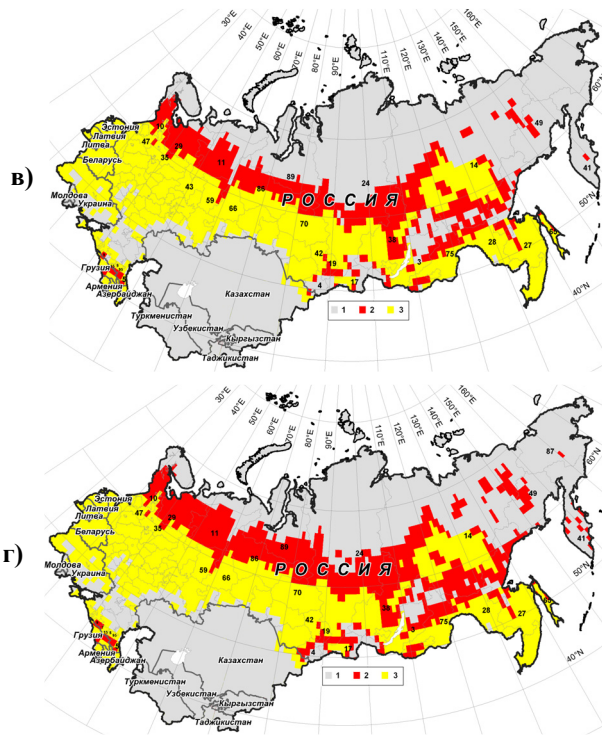
приведет, в конечном итоге, к трансформации современного разорванного ареала в сплошной. Однако, создадутся климатические предпосылки для заселения этим вредителем леса северо-восточной части Республики Саха (Якутия) и Камчатского края.

Субъекты РФ, где предполагается расширение ареала шелкопряда на протяжении XXI века в соответствии со сценарием RCP4.5, показаны в табл. 4.

**Таблица 3.** Расширение ареала непарного шелкопряда на протяжении XXI века по территории субъектов РФ в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP8.5

Период RCP8.5	Количество субъектов РФ, где предполагается расширение ареала	Субъекты РФ, где предполагается наиболее значительное расширение ареала	
		ЕТР	АТР
s2	29	10, 11, 29, 35, 43	14, 24, 27, 28, 38, 86
s3	34	10, 11, 29, 35, 43	14, 24, 27, 28, 38, 75, 86
s4	35	10, 11, 29, 35, 43, 59	14, 24, 27, 28, 38, 41, 49, 75, 86
s5	40	10, 11, 29, 35, 43, 51, 59, 83	3, 14, 17, 24, 27, 28, 38, 41, 49, 75, 86, 87, 89,





**Рисунок 4.** Изменение ареала шелкопряда-монашенки в сравнении с базовым периодом s1 (1981-2000 гг.) в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5

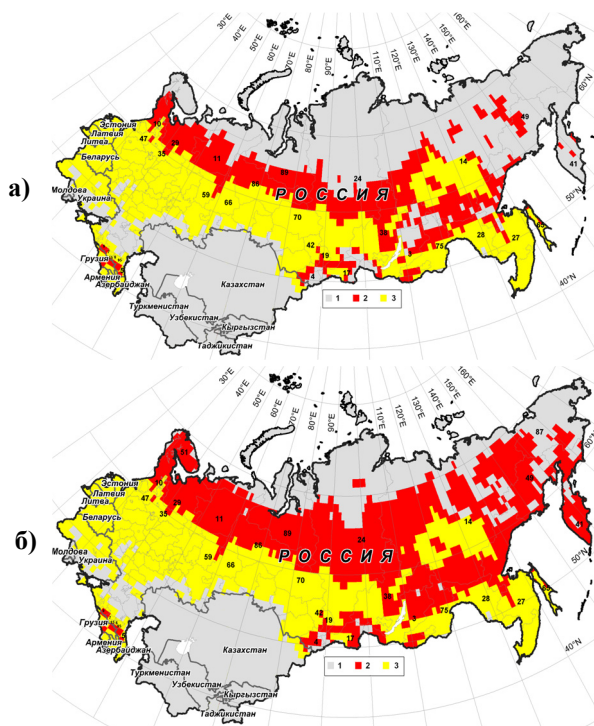
*а) для периода s2 (2011-2030 гг.), б) для периода s3 (2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C)), в) для периода s4 (2041-2060 гг.), г) для периода s5 (2080-2099 гг.)*  
 Обозначения: 1 – вредитель отсутствует в оба сравниваемых периода; 2 – расширение ареала; 3 – вредитель присутствует в оба сравниваемых периода

**Таблица 4.** Расширение ареала шелкопряда-монашенки на протяжении XXI века по территории субъектов РФ в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5

Период RCP4.5	Количество субъектов РФ, где предполагается расширение ареала	Субъекты РФ, где предполагается наиболее значительное расширение ареала	
		ЕТР	АТР
s2	23	5, 10, 11, 29	3, 14, 38, 75, 86
s3	28	5, 10, 11, 29	3, 14, 38, 49, 75, 86, 89
s4	30	5, 9, 10, 11, 29	3, 14, 19, 24, 27, 38, 49, 75, 86, 89
s5	31	5, 9, 10, 11, 29	3, 14, 17, 19, 24, 27, 38, 41, 49, 75, 86, 89

Тенденции к расширению ареала, показанные на рис. 4, при изменении климата в соответствии со сценарием RCP8.5 усилятся (рис. 5), что особенно заметно для периодов s4 (2041-2060 гг.) и s5 (2080-2099 гг.). В последнем случае шелкопряд-монашенка распространится на большей части территории

России до 70° с. ш., а разрыв ареала в гористой части Восточной Сибири исчезнет. Климатически обусловленных предпосылок сокращения ареала, так же, как и в отношении непарного шелкопряда, не выявляется.



**Рисунок 5.** Изменение ареала шелкопряда-мошашенки в сравнении с базовым периодом s1 (1981-2000 гг.) в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP8.5

*а) для периода s4 (2041-2060 гг.), б) для периода s5 (2080-2099 гг.)* Обозначения: 1 – вредитель отсутствует в оба сравниваемых периода; 2 – расширение ареала; 3 – вредитель присутствует в оба сравниваемых периода

Сводка по субъектам РФ, где предполагается расширение ареала шелкопряда на протяжении XXI века в соответствии со сценарием RCP8.5, представлена в табл. 5.

**Таблица 5.** Расширение ареала шелкопряда-монашенки на протяжении XXI века по территории субъектов РФ в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP8.5

Период RCP8.5	Количество субъектов РФ, где предполагается расширение ареала	Субъекты РФ, где предполагается наиболее значительное расширение ареала	
		ЕТР	АТР
s2	26	5, 10, 11, 29	3, 14, 38, 49, 75, 86
s3	29	5, 10, 11, 29	3, 14, 24, 38, 49, 75, 86, 89
s4	30	5, 9, 10, 11, 29	3, 14, 17, 19, 24, 27, 38, 41, 49, 75, 86, 89
s5	31	5, 9, 10, 11, 29, 51	3, 14, 17, 19, 24, 27, 38, 41, 49, 75, 86, 87, 89

## Заключение

Изменение потенциального климатического ареала непарного шелкопряда в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5 на протяжении XXI века будет выражаться расширением на Европейской Территории России (ЕТР) в северном направлении, а также на Северном Кавказе. На Азиатской Территории России (АТР) расширение предполагается как в северном, так и в восточном направлениях. В период 2011-2030 гг. (s2) расширение будет наблюдаться в 28 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. (s5) – в 36. Изменения в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия RCP8.5 будут принципиально теми же, но более выраженными. В период 2011-2030 гг. (s2) расширение будет наблюдаться в 29 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. (s5) – в 40. Тенденций к сокращению ареала непарного шелкопряда в условиях предполагаемого климата будущего не выявлено.

Изменение ареала шелкопряда-монашенки в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему Земли RCP4.5 также характеризуется отсутствием тенденции к сокращению. По мере потепления климата ареал будет все более и более расширяться в северном направлении. Имеющиеся разрывы в гористой части Восточной Сибири будут сокращаться, что приведет, в конечном итоге, к трансформации современного разорванного ареала в сплошной. Однако, создадутся климатические предпосылки для заселения этим вредителем леса северо-восточной части Республики Саха (Якутия) и Камчатского края. В период 2011-2030 гг. (s2) расширение будет наблюдаться в 23 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. (s5) – в 31. Изменения в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия RCP8.5 также будут более выражены. В период 2011-2030 гг. (s2) расширение будет наблюдаться в 26 субъектах РФ, а в 2080-2099 гг. (s5) – в 31.

В отношении шелкопряда-монашенки возможно также смыкание европейско-сибирской и дальневосточной частей ареала. Не исключено, что смешение сибирских и дальневосточных популяций, доселе изолированных друг от друга, в результате эффекта гетерозиса значительно повысит вспышечную активность монашенки.

Воздействие предполагаемого изменения климата в периоды 2011-2030 гг. (s2) и 2034-2053 гг. для RCP4.5 или 2028-2047 гг. для RCP8.5 (s3) в соответствии с обоими сценариями на возможное распространение исследуемых объектов мало отличается. Это связано с тем, что основные климатические характеристики, использовавшиеся для моделирования ареалов – средняя температура января и июля, сумма активных температур, годовая сумма осадков – в соответствии с рассматриваемыми сценариями за эти периоды практически одинаковы. Различия проявляются в период 2041-2060 гг. (s4) и достигают максимума в период 2080-2099 гг. (s5).

*Публикация подготовлена в рамках выполнения:*

*1) Целевой научно-технической программы «Научно-исследовательские,*

*опытно-конструкторские, технологические и другие работы Росгидромета для государственных нужд в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» на 2017–2019 годы.*

2) *Тема 77 программы Фундаментальных Научных Исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.: «Физические и химические процессы в атмосфере, криосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов в части 77.1: Решение фундаментальных проблем анализа и прогноза состояния климатической системы Земли». Регистрационный № 01201352499. Гос. задание № 0148-2014-0005.*

### **Список литературы**

Афонин А.Н., Гринн С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. 2006. Интерактивный Атлас полезных растений, их вредителей и экологических факторов России и сопредельных государств [Интернет-версия 1.0]. – Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Факультет Географии. Электронный ресурс. URL: <http://www.agroatlas.ru>.

Гниненко Ю.И. 2002. Инвазии чуждых видов в лесные сообщества. Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. – Сборник материалов Круглого стола Всероссийской конференции по экологической безопасности России (4–5 июня 2002 г.). – М., ИПЭЭ им. А. Н. Северцева, IUCN (МСОП), с. 65-74.

Гниненко Ю.И., Щуров В.И., Лянгузов М.И., Гниненко А.Ю. 2005. Особенности биологии шелкопряда-монашенки в лесах России. – Лесоведение, № 5, с. 65-68.

Замотайлов А.С., Щуров В.И. 2010. Энтомофауна Северо-Западного Кавказа на современном этапе планетарного развития климата: угрозы и перспективы. – Труды Кубанского государственного аграрного университета, № 1 (22), с. 32-39.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов на землях лесного фонда Российской Федерации за 2008 год. 2009. – Пушкино, ФГУ «Российский центр защиты леса», 186 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов на землях лесного фонда Российской Федерации за 2009 год. 2010. – Пушкино, ФГУ «Российский центр защиты леса», 179 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов в Российской Федерации в 2015 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2016 год. 2016. – Пушкино, ФБУ «Российский центр защиты леса», 145 с.

Пономарев В.И. 1992. Экологические и генетико-популяционные особенности непарного шелкопряда. – Препринт, Екатеринбург, УрО РАН, 60 с.

---

---

Пономарев В.И., Орозумбеков А.А., Мамытов А.М., Кожоев Ш.С. 2005. Загущение перманентной вспышки непарного шелкопряда в орехоплодных лесах. – Лесное хозяйство, № 6, с. 45-46.

Попов И.О. 2016. Климатически обусловленные изменения аутэкологических ареалов иксодовых клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на территории России и стран ближнего зарубежья. – Дис. ... канд. биол. наук. – М., ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 112 с.

Семенов С.М., Ясюкевич В.В., Гельвер Е.С. 2006. Выявление климато-генных изменений. – М., Издательский центр «Метеорология и гидрология», 324 с.

Состояние лесов Российской Федерации в 2013 году и прогноз на 2014 год. 2014. – Пушкино, ФБУ «Российский центр защиты леса», 45 с.

Титкина С.Н., Попов И.О., Семенов С.М., Ясюкевич В.В. 2013. 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, т. 25, с. 375-394.

Ясюкевич В.В., Титкина С.Н., Давидович Е.А., Ясюкевич Н.В. 2013. Изменения границ ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* и *Lymantria monacha*, Lymantriidae, Lepidoptera), обусловленные глобальным потеплением: модельный подход. – Зоологический журнал, т. 92, № 11, с. 1377-1382.

Ясюкевич В.В., Давидович Е.А., Титкина С.Н., Ясюкевич Н.В. 2014. Изменения климата во второй половине XX – начале XXI веков и связанные с ними изменения климатообусловленных ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки на территории России и сопредельных стран. – Прикладная энтомология, т. 5, № 1 (11), с. 38-46.

Giese R.L., Schneider M.L. 1979. Cartographic comparisons of Eurasian gypsy moth distribution (*Lymantria dispar* L.; Lepidoptera: Lymantriidae). – Entomological News, vol. 1, No. 1, pp. 1-16.

Orozumbekov A.A., Liebhold A.M., Ponomarev V.I., Tobin P.C. 2009. Gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) in Central Asia. – American entologist, vol. 55, No. 4, pp. 258-264.

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

---

Статья поступила в редакцию: 17.01.2018 г.

После переработки: 28.04.2018 г.

---

# ASSESSMENT OF REGIONAL VULNERABILITY OF FORESTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION SUBJECTS UNDER THE INFLUENCE TO BE EXPECTED IN THE TWENTY-FIRST CENTURY CLIMATE CHANGE IN RELATION TO THE GYPSY MOTH AND THE NUN MOTH (*LYMANTRIA DISPAR* L. AND *LYMANTRIA MONACHA* L., LYMANTRIIDAE, LEPIDOPTERA)

*V.V. Yasjukevich*<sup>1,2)\*</sup>, *S.N. Titkina*<sup>1)</sup>, *I.O. Popov*<sup>1)</sup>, *N.V. Yasjukevich*

<sup>1)</sup> Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS, 20B, Glebovskaya str., 107258, Moscow, Russian Federation; \*v1959@yandex.ru

<sup>2)</sup> Institute of Geography of RAS, 29, Staromonetny lane, 109017, Moscow, Russian Federation

**Summary.** The change in the potential climatic range of the Gypsy moth in accordance with the scenario of moderate anthropogenic impact on the climate system of the Earth RCP4.5 into the twenty-first century will be expressed by the expansion in the European Territory of Russia (ETR) in the North and in the North Caucasus. In the Asian territory of Russia (ATR) extension is assumed in both Northern and Eastern directions. During 2011-2030 the extension will occur in 28 subjects of the Russian Federation, and 2080-2099 is 36. Changes in accordance with the scenario of anthropogenic impact extreme RCP8.5 are fundamentally the same, but more pronounced. During 2011-2030, the extension will be observed in 29 subjects of the Russian Federation, and 2080-2099 – 40. Downward trends of the Gypsy moth range in the expected climate of the future is not revealed.

The change of the area of Nun moth in accordance with the scenario of moderate anthropogenic impact on the climate system of the Earth RCP4.5 is also characterized by the absence of the downward trend. As climate warming, the area will increasingly expand in a Northern direction. The breaks in the mountainous part of Eastern Siberia will be reduced, which will lead, ultimately, to the transformation of the modern torn area in the solid. However, climate creates the preconditions for the colonization of this pest in forests of the North-Eastern part of the Republic of Sakha (Yakutia) and the Kamchatka region. During 2011-2030, the extension will be observed in 23 subjects of the Russian Federation, and 2080-2099 is 31. Changes in accordance with the scenario of anthropogenic impact extreme RCP8.5 will also be more pronounced. During 2011-2030, the extension will be observed in 26 subjects of the Russian Federation, and 2080-2099 is 31.

Against the nun moth is also possible the closing of the European-Siberian and far Eastern parts of the area. It is possible that the mixture of the Siberian and far Eastern populations, hitherto isolated from each other, as a result of the effect of heterosis will greatly enhance flare activity of the nun moth.

**Keywords.** Climate change, climatic predictors, Gypsy moth, Nun moth, modeled ranges, climatic scenario.

---



---

## References

Afonin A.N., Grinn S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. 2006. *Interaktivnyj Atlas poleznyh rastenij, ih vreditelej i ehkologicheskikh faktorov Rossii i sopredel'nyh gosudarstv [Internet-versiya 1.0]* [Interactive Atlas of useful plants, their pests and environmental factors of Russia and adjacent States [Internet version 1.0]] Sankt-Peterburg, Russia. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.

Gninenko Yu.I. 2002. Invazii chuzhdyh vidov v lesnye soobshchestva. Ekologicheskaya bezopasnost' i invazii chuzherodnyh organizmov [Invasion of alien species in forest communities. Environmental safety and invasions of alien organisms]. *Sbornik materialov Kruglogo stola Vserossijskoj konferencii po ehkologicheskoy bezopasnosti Rossii* [The collection of materials of the Round table conference on environmental security (4-5 June 2002)]. Moscow, pp. 65-74.

Gninenko Yu.I., Shchurov V.I., Lyanguzov M.I., Gninenko A.Yu. 2005. Osobennosti biologii shelkopryada-monashenki v lesah Rossii [The biology of the nun moth in the forests of Russia.]. *Lesovedenie – Forestry*, no. 5, pp. 65-68.

Zamotajlov A.S., Shchurov V.I. 2010. Entomofauna Severo-Zapadnogo Kavkaza na sovremennom ehtape planetarnogo razvitiya klimata: ugrozy i perspektivy [Entomofauna of the North-West Caucasus at the present stage of planetary climate development: threats and prospects]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Proceedings of Kuban state agrarian University*, no. 1 (22), pp. 32-39.

*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov na zemlyah lesnogo fonda Rossijskoj Federacii za 2008 god* [Overview of sanitary and forest pathology forest health on forest lands Fund of the Russian Federation for 2008]. 2009. Pushkino, 186 p.

*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov na zemlyah lesnogo fonda Rossijskoj Federacii za 2009 god* [Overview of sanitary and forest pathology forest health on forest lands Fund of the Russian Federation for 2009]. 2010. Pushkino, 179 p.

*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov v Rossijskoj Federacii v 2015 godu i prognoz lesopatologicheskoy situacii na 2016 god* [Overview of sanitary and forest pathology forest condition in the Russian Federation in 2015 and the forecast of forest pathology situation in 2016]. 2016. Pushkino, 145 p.

Ponomarev V.I. 1992. *Ekologicheskie i genetiko-populyacionnye osobennosti neparnogo shelkopryada* [Ecological and genetic population characteristics of the Gypsy moth]. Ekaterinburg, 60 p.

Ponomarev V.I., Orozumbekov A.A., Mamytov A.M., Kozhoev Sh.S. 2005. Zatumanie permanentnoj vspyshki neparnogo shelkopryada v orekhoplodnyh leash [The permanent attenuation of outbreak Gypsy moth in the walnut forests]. *Lesnoe hozyajstvo – Forestry*, no. 6, pp. 45-46.

Popov I.O. 2016. *Klimaticheskii obuslovlennyye izmeneniya autehkologicheskikh*

---

*arealov iksodovyh kleshchej Ixodes ricinus i Ixodes persulcatus na territorii Rossii i stran blizhnego zarubezh'ya* [Climate-driven changes autecological habitat of the ixodid ticks *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus* on the territory of Russia and neighboring countries]. Candidate's thesis. Moscow, 112 p.

Semenov S.M., Yasyukevich V.V., Gel'ver E.S. 2006. *Vyyavlenie klimatogennyh izmenenij* [Identification of climate-driven changes]. Moscow, 324 p.

*Sostoyanie lesov Rossijskoj Federacii v 2013 godu i prognoz na 2014 god* [The state forests of the Russian Federation in 2013 and forecast for 2014]. 2014. Pushkino, 45 p.

Titkina S.N., Popov I.O., Semenov S.M., Yasyukevich V.V. 2013. *Izmenenie rasprostraneniya v Rossii i sosednih stranah neparnogo shelkopyrada i shelkopyrada-monashenki (Lymantria dispar L. i Lymantria monacha L., Lymantriidae, Lepidoptera) pod vliyaniem nablyudaemogo i ozhidaemogo v XXI veke izmeneniya klimata* [Changes in distribution in Russia and neighboring countries of Gypsy moth and Nun moth (*Lymantria dispar* L. and *Lymantria monacha* L., Lymantriidae, Lepidoptera) due to observed climate change and projected ones for XXI century]. *Problemy ehkologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ehkosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. 25, pp. 375-394.

Yasyukevich V.V., Titkina S.N., Davidovich E.A., Yasyukevich N.V. 2013. *Izmeneniya granic arealov neparnogo shelkopyrada i shelkopyrada-monashenki (Lymantria dispar i Lymantria monacha, Lymantriidae, Lepidoptera), obuslovlennye global'nym potepleniem: model'nyj podhod* [Changes the boundaries of the areas Gypsy moth and the Nun moth (*Lymantria monacha* and *Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepidoptera) caused by global warming: a modeling approach]. *Zoologicheskij zhurnal – Russian Journal of Zoology*, vol. 92, no. 11, pp. 1377-1382.

Yasyukevich V.V., Davidovich E.A., Titkina S.N., Yasyukevich N.V. 2014. *Izmeneniya klimata vo vtoroj polovine XX – nachale XXI vekov i svyazannye s nimi izmeneniya klimatoobuslovlennyh arealov neparnogo shelkopyrada i shelkopyrada-monashenki na territorii Rossii i sopredel'nyh stran* [Climate change in the second half of XX – beginning of XXI century and the related changes they include climate-cause of the habitats of the Gypsy moth and Nun moth on the territory of Russia and adjacent countries]. *Prikladnaya ehntomologiya – Applied entomology*, vol. 5, no. 1 (11), pp. 38-46.

Giese R.L., Schneider M.L. 1979. Cartographic comparisons of Eurasian gypsy moth distribution (*Lymantria dispar* L.; Lepidoptera: Lymantriidae). – *Entomological News*, vol. 1, No. 1, pp. 1-16.

Orozumbekov A.A., Liebhold A.M., Ponomarev V.I., Tobin P.C. 2009. Gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) in Central Asia. – *American entologist*, vol. 55, No. 4, pp. 258-264.

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

---