

МОДЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕРЕНОСЧИКОВ НЕКОТОРЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА В XXI ВЕКЕ В РОССИИ И СОСЕДНИХ СТРАНАХ

И.О. Попов, С.Н. Туткина, С.М. Семенов, В.В. Ясюкевич*

Россия, 107258 Москва, ул. Глебовская, д. 206, Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН. * v1959@yandex.ru

Реферат. В статье приведены оценки климатических ареалов переносчиков ряда болезней человека (иксодовых клещей, комаров *Anopheles* и *Aedes*) в XXI веке при определенных будущих климатах. Эти климаты соответствуют сценариям RCP4.5 и RCP8.5 антропогенного воздействия на климатическую систему Земли, а также увеличению средней глобальной температуры в приповерхностном слое на 1,5°C по отношению к уровню 1981-2000гг. Для всех исследованных видов переносчиков при рассматриваемых изменениях климата характерно существенное расширение ареалов в северном и восточном направлениях. Сокращения ареалов в большинстве случаев не происходит. Исключение составляет *Ixodes persulcatus*, западная граница ареала которого будет смещаться к востоку на протяжении всего XXI века в рамках рассмотренных сценариев RCP. Для *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* в конце XXI века также отмечено небольшое сокращение ареалов в высокогорных районах Кавказа, а для последнего – и в Приднестровье.

Последствия изменений климата для климатических ареалов рассмотренных переносчиков в соответствии с умеренным RCP4.5 и экстремальным RCP8.5 сценариями в первой половине XXI века близки. Различия (более существенное расширение ареалов в условиях сценария RCP8.5) будут проявляться со второй половине XXI века.

Ключевые слова. Переносчик, болезнь, человек, ареал, изменение климата, сценарий.

MODEL ASSESSMENT OF DISTRIBUTION FOR VECTORS OF SOME HUMAN DISEASES IN XXI CENTURY IN RUSSIA AND ADJACENT COUNTRIES

I.O. Popov, S.N. Titkina, S.M. Semenov, V.V. Yasukevich*

Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS, 20B, Glebovskaya str., 107258 Moscow, Russia, * v1959@yandex.ru

Abstract. Climatic ranges for vectors of some human diseases (ticks *Ixodes*, mosquitoes *Anopheles* and *Aedes*) in the 21st century under certain future climates are presented. The climates correspond to RCP4.5 and RCP8.5 scenarios of anthropogenic impact on the Earth's climate system, and to the global mean temperature rise by 1,5°C vs. 1981-2000 level. For all those changes in climate, substantial northward and eastward expansion of ranges is typical of all the vector species under consideration. In the majority of cases no reduction of ranges occurs. *Ixodes persulcatus* is an exception: western boundary of its range will shift eastward over the whole 21st century under considered RCP-scenarios. Also for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, in the end of the 21st century a moderate reduction of ranges is projected in Caucasus uplands and in Pridnestrovie (for the latter species).

Consequences of climate change for climatic ranges of vectors under consideration corresponding to moderate RCP4.5 and extreme RCP8.5 scenarios are similar in the first half of the 21st century. Differences, namely more pronounced expansion of ranges under RCP8.5, will occur in the second half of the 21st century.

Key words. Vector, disease, human, range, climate change, scenario.

Введение

Оценка распространения переносчиков в условиях предполагаемого потепления является важной составляющей мониторинга последствий изменения климата. Модельные оценки проводились как на основе климатической модели, разработанной в ИГКЭ (Семенов и др., 2013), в которой изменения климата на территории России при глобальном уровне потепления 1,5°C (что приблизительно соответствует превышению доиндустриального уровня на 2°C) даются в сравнении с базовым периодом 1981 – 2000гг., так и 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 используют современные сценарии антропогенного воздействия на климатическую систему Земли семейства RCP (Representative Concentration Pathways): сценарий умеренного воздействия RCP4.5 и сценарий экстремального воздействия RCP8.5, и подробно представленных в разделе 3 Второго оценочного доклада..., 2014.

Методические вопросы, связанные с использованием климатической базы и моделированием ареалов, подробно рассмотрены в монографии С.М. Семенова и др., 2006.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим сначала данные, полученные на базе модели ИГКЭ (Семенов и др., 2013). На рис. 1 и 2 представлены перспективные оценки распространения основных переносчиков клещевого энцефалита и болезни Лайма – клещей *Ixodes persulcatus* и *Ix. ricinus*. Как показано на рис. 1, сокращение ареала *Ix. persulcatus* будет наблюдаться в западной его части, а существенное расширение – на территории Уральского Федерального округа и в Восточной Сибири.

Расширение ареала *Ix. ricinus* будет происходить в северном и восточном направлении на Европейской территории России, создадутся климатические предпосылки для его укоренения на Алтае и Дальнем Востоке.

На рис. 3-5 представлены перспективные оценки распространения малярийных комаров.

Как показано на этих рисунках, ареалы малярийных комаров существенно расширятся, по большей части, за счет смещения северных и восточных границ. Сокращения ареалов не предполагается. Возникнут климатические предпосылки для распространения комаров, зимующих в активном состоянии (*An. superpictus*, *An. sacharovi* и *An. atroparvus*), на Дальнем Востоке. *An. pulcherrimus* на территории России не отмечается, но при заданном уровне потепления возможно его появление в Закавказье, где он отмечался в первой половине XX века

(Гуцевич и др., 1970). При более высоком уровне потепления он может распространиться и в России, в равнинной части Дагестана.

В последнее десятилетие возникла новая биологическая угроза для России – выявление на Черноморском побережье Кавказа желтолихорадочного комара *Aedes aegypti* и азиатского тигрового комара *Ae. albopictus* (Рябова и др., 2005; Юничева и др., 2008; Ганушкина, Дремова, 2011, 2012; Ганушкина и др., 2012). Ниже на рис. 6 и 7 представлены перспективные оценки их распространения на территории России.

Как показано на рис. 6, в 1981–2000 гг. уже существовали условия для укоренения *Ae. aegypti* на Черноморском побережье Кавказа, южной части Крыма, а также восточном побережье Каспия. При дальнейшем область его распространения на Черноморском побережье расширится, он сможет заселить также западную часть Крыма, стык границ Украины, Молдовы и Румынии, большую часть территории Дагестана.

Распространение *Ae. albopictus* будет существенно большим (рис. 7).

Уже к 1981–2000 гг. существовали климатические предпосылки его укоренения в Калининградской области, в Крыму, Грузии, большей части Северо-Кавказского ФО РФ, восточном берегу Каспия и крайнем юге Узбекистана. При дальнейшем потеплении появится возможность его акклиматизации на большей части территории стран Балтии, Белоруссии, Украины, западных областях России.

Следующая часть раздела посвящена оценкам распространения переносчиков по моделям, рассчитанным 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 используют современные сценарии антропогенного воздействия на климатическую систему Земли семейства RCP (Representative Concentration Pathways): сценарий умеренного воздействия RCP4.5 и сценарий экстремального воздействия RCP8.5. Эти сценарии подробно рассмотрены в разделе 3 Второго оценочного доклада..., 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°C)
- ✓ s4 – 2041-2060 гг.
- ✓ s5 – 2080-2099 гг.

На рис. 8 показано изменение ареала *Ixodes persulcatus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5, а на рис. 9 – экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5.

Как показано на этих рисунках, предполагаемые изменения климата вызовут сокращение ареала *Ix. persulcatus* в западной части рассматриваемой территории и расширению его в северном и восточном направлениях. К концу XXI века этот вид может заселить весь север Европейской части России и большую часть Сибири до 70° с.ш. В то же время в странах Балтии, Белоруссии, северной части Украины и западных областях России *Ix. persulcatus* исчезнет.

Аналогично, на рис. 10 показано изменение ареала *Ix. ricinus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5, а на рис. 11 – экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5. Сокращение ареала *Ix. ricinus* не прогнозируется. По мере предполагаемого потепления его ареал будет расширяться в северном и восточном направлениях. К концу XXI века этот вид может заселить север Европейской части России и значительную часть Западной Сибири до озера Байкал. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на Дальнем Востоке и Камчатке.

Как на рис. 8 и 9 (*Ix. persulcatus*), так и на рис. 10 и 11 (*Ix. ricinus*) позиции а) и б) практически не отличаются. Это означает, что климатическое воздействие в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5 в периоды 2011-2030 гг. и 2028-2047 гг. и 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C) для RCP4.5 и RCP8.5 соответственно на каждый из видов клещей сказывается одинаково. Наоборот, позиции в) и г) (периоды 2041-2060 гг. и 2080-2099 гг.) на этих рисунках существенно различаются. Таким образом, расхождение по степени климатического воздействия на ареалы клещей между сценариями RCP4.5 и RCP8.5 начнет сказываться с 40-х годов XXI века.

Становление ареала *Ix. ricinus* тесно связано с историей европейских мезофильных лесов. В настоящее время этот вид обитает в смешанных и широколиственных лесах от побережья Атлантики до Среднего Поволжья. Предположительно, в плиоцене граница его ареала проходила существенно восточнее, а в конце плиоцена – плейстоцене он был оттеснен к западу под воздействием тайги с севера и степей с юга (Филиппова, 1973). Становление ареала *Ix. persulcatus* связано с таежными ландшафтами. Видимо, в верхнем плиоцене ареал *Ix. persulcatus* ограничивался восточными районами и только в ледниковый период расширился к западу (Филиппова, 1971). Таким образом, предполагаемое потепление будет способствовать процессам изменения ареалов клещей, обратным тем, которые происходили в более ранние исторические периоды.

На рис. 12 и 13 представлены групповые модельные ареалы экологической группы малярийных комаров, зимующих в активном состоянии и периодически питающихся кровью, построенные в соответствии со сценариями изменения климата ГГО. К ним относятся: *An. superpictus* (Средняя Азия, Закавказье, Дагестан), *An. sacharovi* (равнины Закавказья и Дагестана) и *An. atroparvus* (Закавказье, Северный Кавказ, и далее, к западу от Каспия). Представители этой группы являются наиболее опасными переносчиками малярии на рассматриваемой территории.

Как показано на этих рисунках, сокращения комплексного ареала комаров этой экологической группы происходить не будет. Расширение ареала произойдет в восточном и северном направлениях. Возникнут климатические предпосылки для укоренения этих видов комаров на севере Европейской части России, Дальнем Востоке, Камчатке и Чукотке. Причем, реализация этих предпосылок по сценарию RCP4.5 маловероятна в силу особенностей их биологии (нестойкость яиц к высыханию и др., что делает проблематичным завоз этих видов в изолированные от основного ареала области, пусть даже и пригодные по климатическим условиям). Аналогичным образом представляется и возможность заселения Дальневосточных регионов в соответствии со сценарием RCP8.5. В то же время, заселение Европейского севера в соответствии со сценарием RCP8.5 более вероятно, так как на рис. 13 на позициях от а) к г) можно видеть последовательное расширение основной части ареала, которое к концу XXI века захватит и север.

Как и в отношении иксодовых клещей, климатическое воздействие в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5 в периоды 2011-2030 гг. и 2028-2047 гг. и 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C) для RCP4.5 и RCP8.5 соответственно на переносчиков малярии скажется одинаково. Расхождение же по степени климатического воздействия между сценариями RCP4.5 и RCP8.5 будет проявляться с середины XXI века.

На рис. 14 и 15 анализируется возможность распространения желтолихорадочного комара *Ae. aegypti*. Как и в предыдущих случаях, климатическое воздействие на ареал этого переносчика в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5 в первой половине XXI века не различается. Во второй половине XXI века изменения климата по сценарию RCP8.5 будут способствовать более существенному расширению потенциального ареала, чем по сценарию RCP4.5. В базовый период 1981–2000 гг. уже существовали климатические предпосылки его существования на Черноморском побережье Кавказа, в Крыму, Грузии и Азербайджане, которые частично реализуются с 2001 года по настоящее время (Ганушкина и др., 2013). При дальнейшем изменении климата его ареал будет расширяться, и в предельном случае будет включать Краснодарский и Ставропольский края, южную часть Ростовской области, Дагестан, Калининградскую область, Молдову, южную часть Украины, западную часть Беларуси, примыкающие к побережью Балтийского моря районы Литвы, Латвии и Эстонии. Возможно его нахождение на локальных участках Кольского полуострова, полуострова Канин, крайнем юге Сахалина и охотском побережье Камчатки. Сокращение ареала выявлено только в высокогорье на границе Грузии и Армении (рис. 15г, сценарий RCP8.5, период 2080-2099 гг.).

На рис. 16 и 17 показано возможное изменение ареала азиатского тигрового комара *Ae. albopictus* в соответствии со сценариями RCP4.5 и RCP8.5. Закономерности распространения этого вида те же, что были изложены выше для *Ae. aegypti*. Однако, в силу большей морозоустойчивости он способен распространиться гораздо шире последнего.

Так, к концу XXI века он сможет заселить не только южные, но и западные области России, всю Украину, Беларусь, Литву, Латвию и Эстонию. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на

отдельных участках побережья Белого и Баренцева морей, в Приморье, Камчатке, южной части Сахалина. Заметим, что первичный ареал этого вида включает в себя Японию, кроме северного острова Хоккайдо (Kobayashi et al., 2002; Kobayashi et al., 2008). Это облегчает его проникновение на российский Дальний Восток. Сокращение потенциального ареала может наблюдаться в Приднестровье и высокогорных районах Кавказа (рис. 17г).

Как для *Ae. aegypti*, так и для *Ae. albopictus* заселение отдельных, не связанных с основным ареалом, но пригодным по климатическим условиям, участков представляется более вероятным, чем для комаров *Anopheles*. Это связано с тем, что яйца *Aedes* по завершении эмбриогенеза сохраняют жизнеспособность в сухом состоянии в течение нескольких месяцев и могут быть перевезены за это время с различными товарами, материалами и т.д. на большие расстояния. Кроме того, личинки комаров этих видов могут развиваться в самых разных по размеру и степени эвтрификации водоемах, вплоть до залитых дождевой водой консервных банок.



Рис. 1. Перспективная оценка распространения *Ixodes persulcatus* при глобальном уровне потепления 1,5°C по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: 0 – переносчик отсутствует; 1 – сокращение ареала; 2 – расширение ареала; 3 – переносчик присутствовал как в 1981–2000 гг., так и будет присутствовать в будущем.



Рис. 2. Перспективная оценка распространения *Ixodes ricinus* при глобальном уровне потепления $1,5^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.

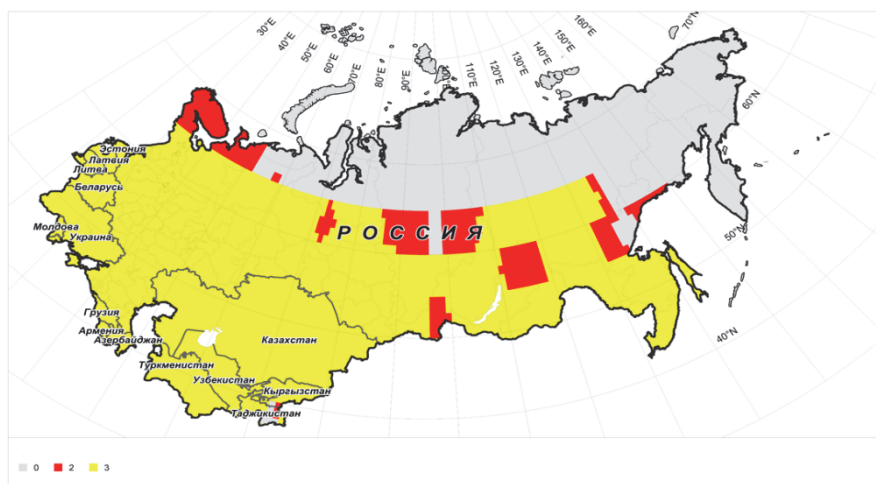


Рис. 3. Перспективная оценка распространения комплекса видов *An.tasiliirennis* при глобальном уровне потепления $1,5^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 4. Перспективная оценка распространения экологической группы комаров, зимующих в активном состоянии, при глобальном уровне потепления $1,5^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 5. Перспективная оценка распространения *An. pulcherrimus* при глобальном уровне потепления $1,5^{\circ}\text{C}$ по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 6. Перспективная оценка распространения *Ae. aegypti* при глобальном уровне потепления 1,5°C по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.

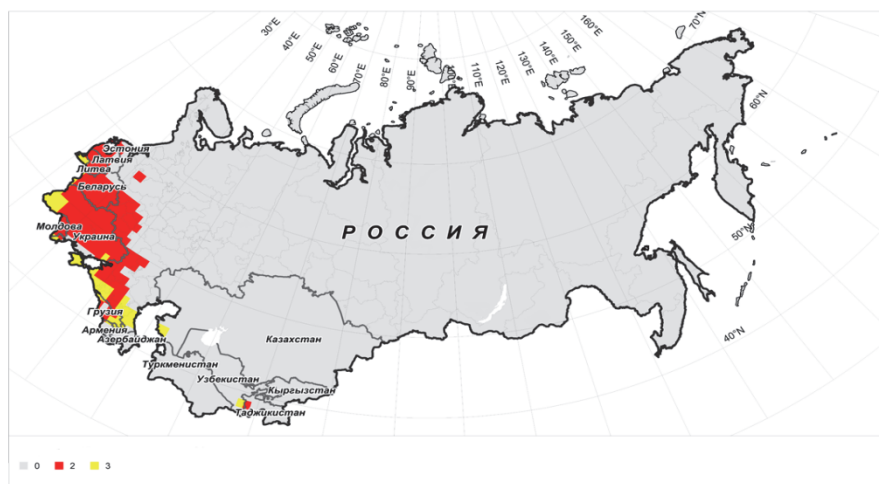


Рис. 7. Перспективная оценка распространения *Ae. albopictus* при глобальном уровне потепления 1,5°C по сравнению с периодом 1981–2000 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.

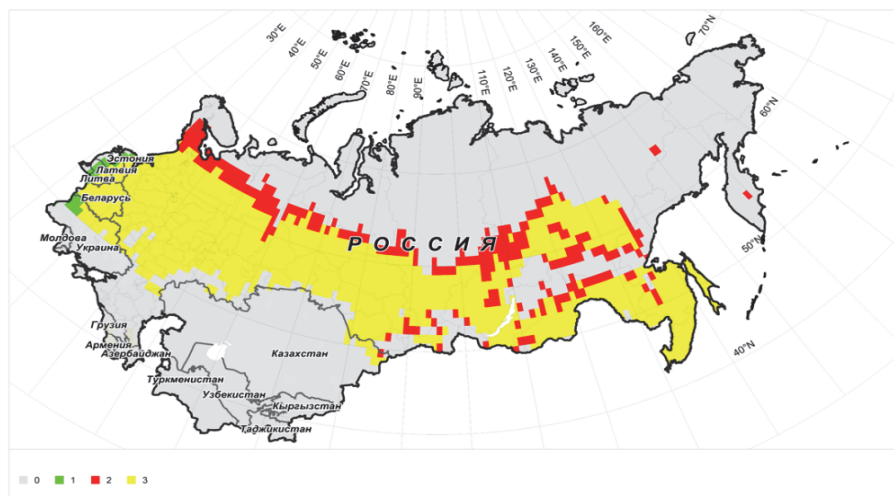


Рис. 8а.

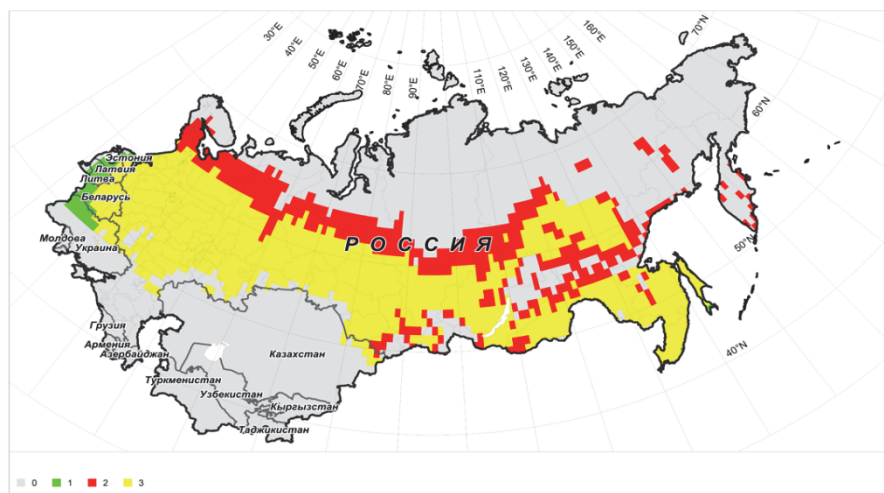


Рис. 8б.

Рис. 8 а, б. Изменение ареала *Ix. persulcatus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2028-2047 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1.

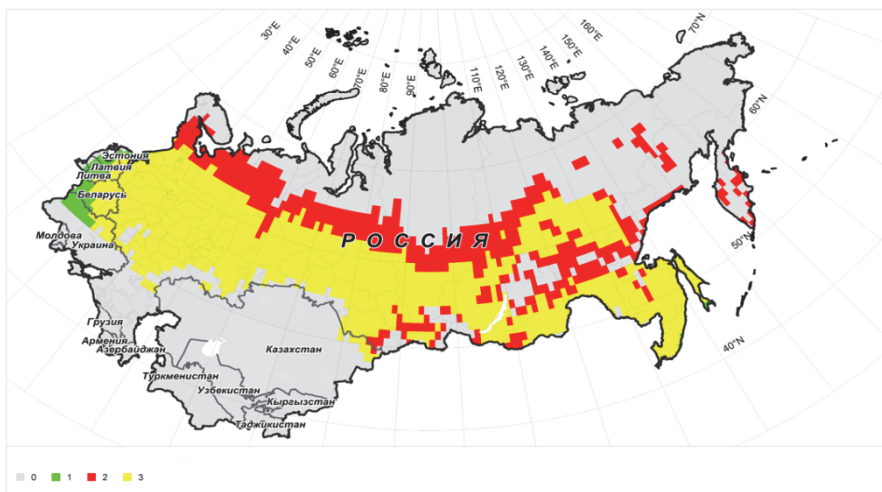


Рис. 8в.

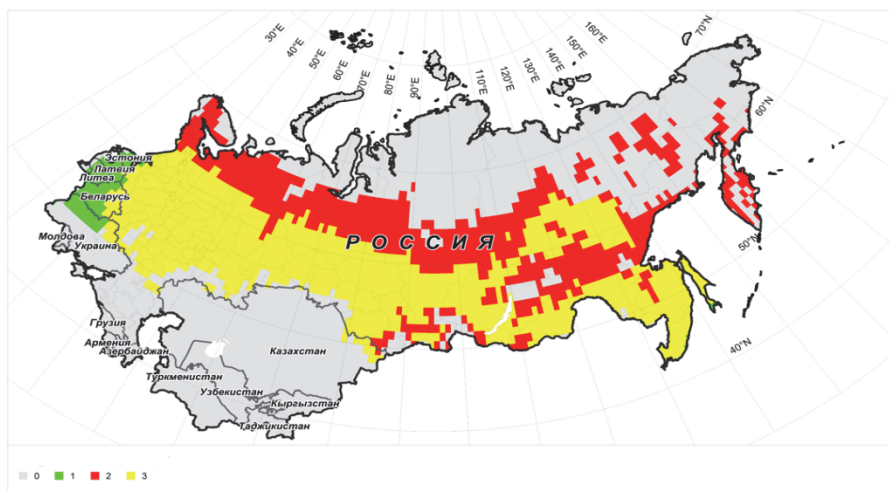


Рис. 8г.

Рис. 8 в, г. Изменение ареала *Ix. persulcatus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1.

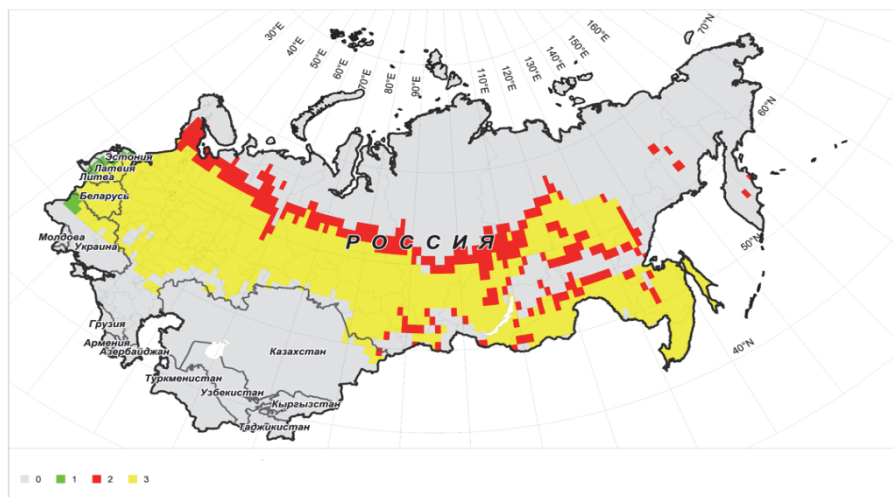


Рис. 9а.

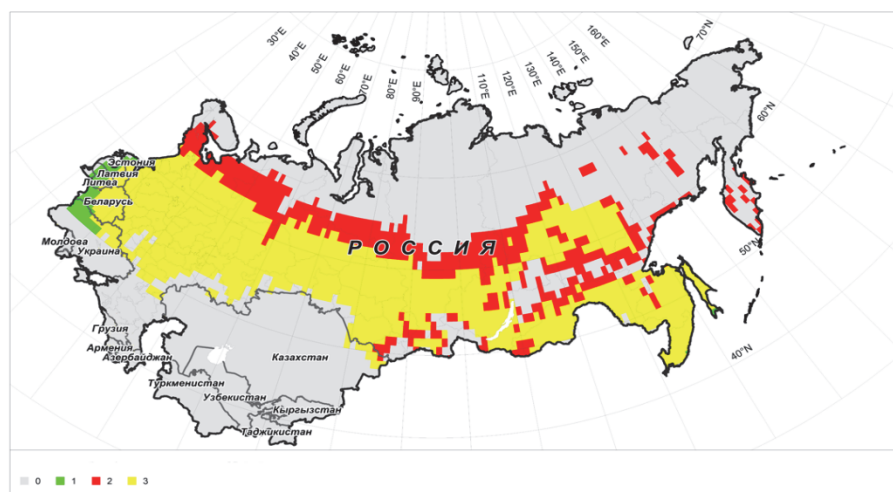


Рис. 9б.

Рис. 9 а, б. Изменение ареала *Ix. persulcatus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1.

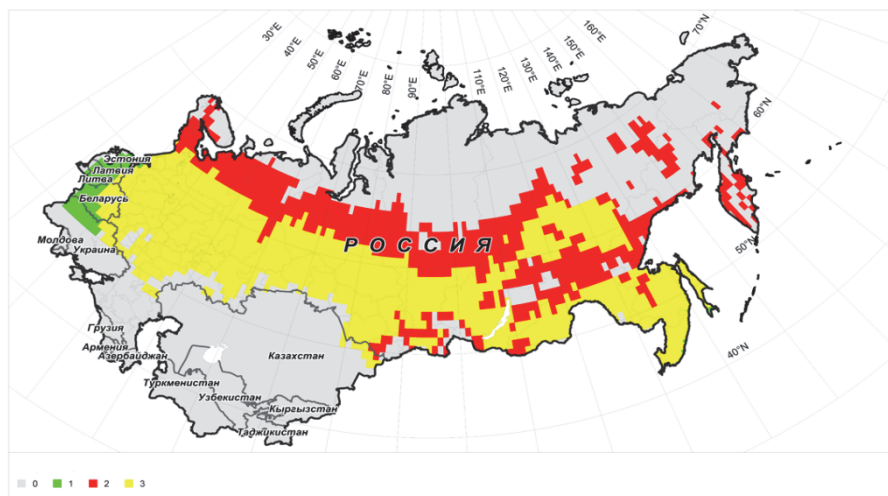


Рис. 9в.

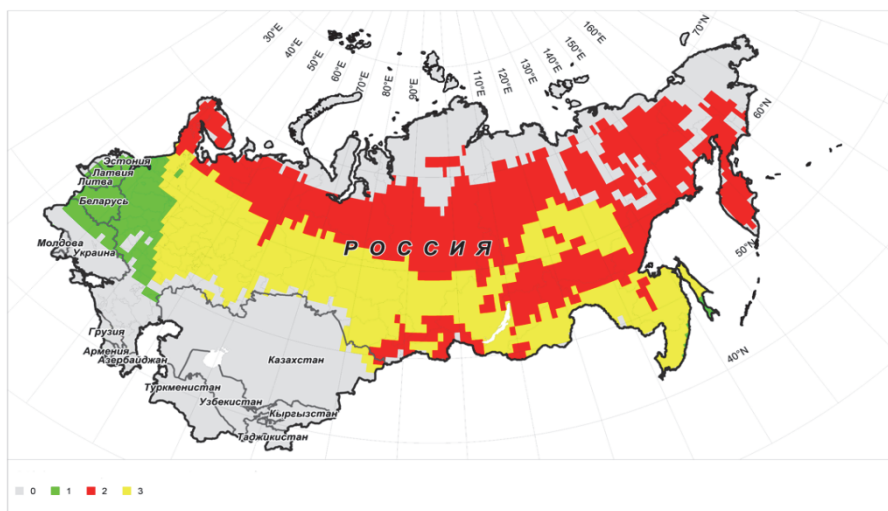


Рис. 9г.

Рис. 9 в, г. Изменение ареала *Ix. persulcatus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1.



Рис. 10а.



Рис. 10б.

Рис. 10 а, б. Изменение ареала *Ix. ricinus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2028-2047 гг. (переход глобального интеграла через 2°C), Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 10в.



Рис. 10г.

Рис. 10 в, г. Изменение ареала *Ix. ricinus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему

RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг.

Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 11а.



Рис. 11б.

Рис. 11 а, б. Изменение ареала *Ix. ricinus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 11в.



Рис. 11г.

Рис. 11 в, г. Изменение ареала *Ix. ricinus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 12а.



Рис. 12б.

Рис. 12 а, б. Изменение ареала экологической группы комаров, зимующих в активном состоянии, в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2028-2047 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 12в.



Рис. 12г.

Рис. 12 в, г. Изменение ареала экологической группы комаров, зимующих в активном состоянии, в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 13а.



Рис. 13б.

Рис. 13 а, б. Изменение ареала экологической группы комаров, зимующих в активном состоянии, в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 13в.



Рис. 13г.

Рис. 13 в, г. Изменение ареала экологической группы комаров, зимующих в активном состоянии, в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 14а.



Рис. 14б.

Рис. 14 а, б. Изменение ареала *Ae. aegurti* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2028-2047 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 14в.



Рис. 14г.

Рис. 14. Изменение ареала *Ae. aegypti* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 15а.



Рис. 15б.

Рис. 15 а, б. Изменение ареала *Ae. aegypti* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1.



Рис. 15в.



Рис. 15г.

Рис. 15 в, г. Изменение ареала *Ae. aegypti* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1.



Рис. 16а.



Рис. 16б.

Рис. 16 а, б. Изменение ареала *Ae. albopictus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2028-2047 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 16в.



Рис. 16г.

Рис. 16 в, г. Изменение ареала *Ae. albopictus* в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1, позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено.



Рис. 17а.



Рис. 17б.

Рис. 17. Изменение ареала *Ae. albopictus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: а) для периода 2011-2030 гг., б) для периода 2034-2053 гг. (переход глобального интеграла через 2°C). Обозначения: как на рис. 1.



Рис. 17в.



Рис. 17г.

Рис. 17 в, г. Изменение ареала *Ae. albopictus* в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5: в) для периода 2041-2060 гг., г) для периода 2080-2099 гг. Обозначения: как на рис. 1.

Заключение

Таким образом, для всех исследованных видов переносчиков по мере предполагаемого изменения климата характерно существенное расширение ареалов в северном и восточном направлениях. Сокращения ареалов в большинстве случаев не произойдет. Исключение составляет *Ix. persulcatus*, западная граница ареала которого на протяжении всего XXI века будет смещаться к востоку. Для *Ae. aegypti*, и *Ae. albopictus* в конце XXI века отмечено небольшое сокращение ареалов в высокогорных районах Кавказа, а для последнего – и в Приднестровье.

Воздействие на ареалы переносчиков изменений климата в соответствии со сценариями ГГО умеренного RCP4.5 и экстремального RCP8.5 антропогенного воздействия на климатическую систему в первой половине XXI века одинаково. Различия (более существенное расширение ареалов по сценарию RCP8.5) будут проявляться во второй половине XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. –М.: Росгидромет, 2014. (в печати).
2. Ганушкина Л.А., Дремова В.П. 2011. Комары *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* – переносчики арбовирусных инфекций, биология, экология, распространение, отличительные признаки видов. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 4. С. 24-28.
3. Ганушкина Л.А., Дремова В.П. 2012. Комары *Aedes aegypti* L. и *Aedes albopictus* Skuse – новая биологическая угроза для юга России. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 3. С. 49-55.
4. Ганушкина Л.А., Таныгина Е.Ю., Безжонова О.В., Сергиев В.П. 2012. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. на территории Российской Федерации. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. №1. С. 3-4.
5. Ганушкина Л.А., Безжонова О.В., Патраман И.В., Таныгина Е.Ю., Сергиев В.П. 2013. Распространение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. и *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. на Черноморском побережье Кавказа. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. №1. С. 45-46.
6. Гуцевич В.А., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. 1970. Комары (семейство *Culicidae*). Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 3, Вып. 4. –Л.: Наука. 384 С.
7. Рябова Т.Е., Юничева Ю.В., Маркович Н.Я., Ганушкина Л.А., Орабей Г.В., Сергиев В.П. 2005. Обнаружение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. В г.Сочи. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. №3. С. 3-5.
8. Семенов С.М., Ясюкевич В.В., Гельвер Е.С. 2006. Выявление климатогенных изменений. –М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология». 324 С.

9. Семенов С.М., Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Попов И.О., Титкина С.Н. 2013. Распределение приповерхностной температуры на территории России и соседних стран при заданном уровне глобального потепления. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –М.: ИГКЭ. Т. 25. (В печати).
10. Филиппова Н.А. 1971. О видах группы *Ixodes persulcatus* (Parasitiiformes, Ixodidae). Особенности ареалов *I. pavlovskyi* Pom. и *I. persulcatus* Schulze в связи с их палеогенезом. Паразитология. Т. 5, № 5. С. 385-391.
11. Филиппова Н.А. 1973. О видах группы *Ixodes persulcatus* (Parasitiiformes, Ixodidae). 7. Патогенез южной ветви группы *Ixodes persulcatus* и взаимоотношения с *I. ricinus* (L.). Паразитология. Т. 7, С. 3-13.
12. Юничева Ю.В., Рябова Т.Е., Маркович Н.Я., Безжонова О.В. и др. 2008. Первые данные о наличии размножающейся популяции комаров *Aedes aegypti* L. в районе Большого Сочи и в отдельных городах Абхазии. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. № 3. С. 40-43.
13. Kobayashi M., Nihei N., Kurihara T. 2002. Analysis of Northern Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by Geographical Information System. J. Med. Entomol. V. 39, № 1. P. 4-11.
14. Kobayashi M., Komagata O., Nihei N. 2008. Global Warming and Vector-borne Infectious Diseases. Journal of Disaster Research. V.3, № 2. P. 105-112.