

## АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ *Aedes* НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ – ОЦЕНКА РИСКА НОВОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

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

<sup>1)</sup> Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,  
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б; \*v1959@yandex.ru

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

**Резюме.** В XXI веке на территории России была выявлена новая биологическая угроза – на Черноморском побережье Кавказа были обнаружены желтолихорадочный комар *Aedes (Stegomyia) aegypti* L., 1762 и азиатский тигровый комар *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894. Эти виды являются переносчиками большого числа опасных арбовирусных инфекций, в том числе таких, как желтая лихорадка, лихорадки Денге, Чикунгунья, Зика. Появление высокоэффективных переносчиков тропических лихорадок создает предпосылки для возникновения эпидемических вспышек этих заболеваний на территории России. Расчёты проводились с помощью программ, написанных на языке программирования Python 2.7. Для электронного картографирования был использован пакет Basemap (<http://matplotlib.org/basemap>), построенный на основе пакета научной графики и визуализации данных matplotlib и программный пакет MapInfo Professional, Версия 9.5.1. 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). Рассмотрены особенности биологии комаров этих видов, в результате чего выделены климатические предикторы, необходимые для моделирования ареалов. Таковыми являются среднемесячная температура января 0°C (*Aedes aegypti*) и -1°C...-3°C (*Ae. albopictus*). Другим ограничивающим климатическим фактором является среднегодовая сумма осадков не менее 450 мм. Укоренение *Ae. aegypti* в настоящее время возможно на Черноморском побережье Кавказа до широты Краснодара, а также на всей территории Крыма. В силу особенностей биологии *Ae. albopictus* способен распространиться существенно далее вглубь территории России, чем *Ae. aegypti*.

Модельный ареал *Ae. aegypti* в соответствии со сценарием RCP8.5 к концу XXI века будет включать Краснодарский и Ставропольский края, южную часть Ростовской области, Дагестан и другие республики Северного Кавказа, Калининградскую область, Молдову, южную часть Украины, западные районы Литвы, Латвии и Эстонии. Возможно его нахождение на локальных участках Кольского полуострова, полуострова Канин, крайнем юге Сахалина и охотском побережье Камчатки. Сокращение ареала предполагается только в высокогорье Кавказа на границе Грузии и Армении.

Закономерности распространения *Ae. albopictus* те же, что были изложены выше для *Ae. aegypti*. Однако в силу большей морозоустойчивости он способен распространиться гораздо шире последнего. В соответствии со сценарием RCP8.5, к концу XXI века он сможет заселить не только территории Северо-Кавказского и Южного Федеральных Округов, но и западные области России, всю территорию Республик Украина, Беларусь, Литва, Латвия и Эстония. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на отдельных участках побережья Белого и Баренцева морей, в Приморье, на Камчатке, южной части Сахалина. Сокращение потенциального ареала может наблюдаться в Приднестровье и высокогорных районах Кавказа.

Существующие климатические предпосылки к распространению по территории России *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus* в настоящее время пока не реализованы. Риск возникновения эпидемических вспышек тропических лихорадок, связанных с *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*, в настоящее время очень мал. Возникновение природных очагов этих заболеваний на территории России невозможно. В дальнейшем, по мере возможной реализации климатических предпосылок, способствующих распространению комаров этих видов, риск может существенно увеличиться.

**Ключевые слова.** *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, арбовирусные инфекции, климатические предикторы, модельный климатический ареал, климатический сценарий.

## ADVENTIVE SPECIES OF AEDES IN RUSSIA – THE RISK ASSESSMENT OF A NEW BIOLOGICAL THREAT TO THE HEALTH OF THE POPULATION OF RUSSIA

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

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

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

**Abstract.** In the XXI century in Russia, has revealed a new biological threat – on the Black Sea coast of the Caucasus was discovered yellow fever mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* L., 1762 and the Asian tiger mosquito *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894. These species are vectors of a large number of dangerous arthropod-borne infections, including such as yellow fever, Dengue fever, Chikungunya, Zika. The advent of high susceptibility vector of the tropical fevers creates prerequisites for occurrence of epidemic outbreaks of these diseases in Russia. The calculations were performed using programs written in the programming language Python 2.7. For electronic mapping package used Basemap (<http://matplotlib.org/basemap>), built on the basis of a package of scientific graphics and data visualization with matplotlib and software package MapInfo Professional Version 9.5.1. Anticipated changes in habitats for the XXI century is based on the models of the Main geophysical Observatory im. A. I. Voeikov (GGO) in the parameters of the future climate obtained by averaging the results of calculations in the ensemble of 31 General Circulation Models of the Atmosphere and Ocean. Peculiarities of biol-

---

ogy of the mosquitoes of these species, resulting in selected climatic predictors required to model area. These are the average monthly temperature in January is 0°C (*Aedes aegypti*) and -1°C...-3°C (*Ae. albopictus*). Another limiting factor is climate the average annual precipitation of 450 mm. Rooting *Ae. aegypti* is currently possible on the Black Sea coast to the latitude of Krasnodar, but also in the entire territory of Crimea. Because of the biology of *Ae. albopictus* is able to propagate significantly further into the territory of Russia than *Ae. aegypti*.

The model area *Ae. aegypti* in accordance with the scenario RCP8.5 to the end of the XXI century will include the Krasnodar and Stavropol territories, the southern part of the Rostov region, Dagestan and other republics of the North Caucasus, Kaliningrad region, Moldova, southern Ukraine, Western regions of Lithuania, Latvia and Estonia. Perhaps his presence in local areas of the Kola Peninsula, the Kanin Peninsula, the extreme South of Sakhalin and the Okhotsk coast of Kamchatka. Shrinking it is only supposed to high mountains on the border of Georgia and Armenia.

Distribution patterns of *Ae. albopictus* are the same as were described above for *Ae. aegypti*. However, because of the greater hardiness it can spread much wider. In accordance with the scenario RCP8.5, the end of the XXI century it will be able to colonize not only the territory of the North Caucasus and southern Federal Districts, and the Western region of Russia, the entire territory of the republics of Ukraine, Belarus, Lithuania, Latvia and Estonia. Appears climatic conditions for its rooting in some parts of the coast of the White Sea and the Barents Sea, Primorye, Kamchatka, southern Sakhalin. Reduction of potential habitat can be observed in Transnistria and the highlands of the Caucasus.

Existing climatic background to the spread on the territory of Russia, *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* is currently not yet implemented. The risk of outbreaks of tropical fevers associated with *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, is currently very small. The occurrence of natural focus of disease of these diseases on the territory of Russia is impossible. In the future, as the possible implementation of climate prerequisites that contribute to the spread of mosquitoes of these species, the risk can increase significantly.

**Keywords.** *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, arthropod-borne infections, climatic predictors, model the climate of the area, climatic scenario.

## Введение

Завоз переносчиков возбудителей паразитарных и инфекционных болезней на новые территории представляет существенную угрозу здоровью населения. Возбудители этих болезней могут попадать на новые территории либо с уже зараженными переносчиками, либо с больными, прибывшими из эндемичных по данным заболеваниям стран. В дальнейшем адвентивные виды переносчиков укореняются и обеспечивают циркуляцию специфического возбудителя или обеспечивают первоначальную заболеваемость, а затем в циркуляцию включаются переносчики местной фауны (Сергиев, 2011).

**В XXI веке на территории России была выявлена новая биологическая угроза – на Черноморском побережье Кавказа были обнаружены желтолихорадочный комар *Aedes (Stegomyia) aegypti* L., 1762 и азиатский**

**тигровый комар *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894.** Эти виды являются переносчиками большого числа опасных арбовирусных инфекций, в том числе таких, как желтая лихорадка, лихорадки Денге, Чикунгунья, Зика. Если два последних заболевания характеризуются доброкачественным течением, то эпидемии желтой лихорадки и лихорадки денге сопровождались большой летальностью, охватывая десятки и сотни тысяч человек (Тропические болезни, 1978; Львов и др., 1989; Тарасов, 2002; Ганушкина, Дремова, 2012; Ясюкевич и др., 2016).

*Ae. aegypti*, не встречавшийся на территории СССР более 50 лет, был обнаружен в 2001 г. в городе Сочи (Рябова и др., 2005). Дальнейшими исследованиями было подтверждено наличие его устойчивой популяции в Сочи и дальнейшее распространение по территории России (Юничева и др., 2008). Впервые же в России он был найден Е. И. Марциновским в 1911 г. в Батуми, затем в Туапсе и Закавказье – городах Кутаиси, Тбилиси, Баку и прилегающих местностях. Численность его быстро возросла, что создало предпосылки при появлении источника инфекции широкомасштабных эпидемий. В результате предпринятых истребительных мероприятий в 1930-1940-х гг. ее удалось резко снизить, а с начала 1950-х гг. этот переносчик уже не регистрировался в СССР (Гуцевич и др., 1970; Рябова и др., 2005).

В 2011 г. там же (Район Большого Сочи, пос. Хоста) был выявлен *Ae. albopictus*, ранее на территории России не регистрируемый (Ганушкина и др., 2012). Первичный его ареал – тропики Юго-Восточной Азии и острова Океании. Развитие транспорта и торговли способствовали его широкому распространению по странам и континентам, которое отмечается со второй половины XX века (Knudsen, 1995; Tatem et al., 2006). Ведущую роль в этом процессе сыграла торговля подержанными автопокрышками (Маркович, 1997), которые для вторичной переработки могут перевозиться за многие тысячи километров.

Целью настоящей статьи является оценка риска для здоровья населения России, связанного с появлением и возможным дальнейшим распространением этих переносчиков вирусных лихорадок.

## Материалы и методы

Расчёты проводились с помощью программ, написанных на языке программирования Python 2.7. Для электронного картографирования был использован пакет Basemap (<http://matplotlib.org/basemap>), построенный на основе пакета научной графики и визуализации данных matplotlib (рис. 1) и программный пакет MapInfo Professional, Версия 9.5.1. (остальные рисунки-картосхемы).

Методические вопросы, связанные со структурой и использованием климатической базы и моделированием ареалов, подробно рассмотрены в монографии С. М. Семенова 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... (2014).



**Рисунок 1.** Внешний вид самок *Ae. aegypti* (<http://www.sci-news.com/>) и *Ae. albopictus* (<http://www.sutter-yubamvcd.org/>)

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.

## Результаты и обсуждение

### *Некоторые биологические особенности и выявление климатических предикторов*

Комары рода *Aedes* откладывают яйца на влажный субстрат обычно по урезу воды. По завершении эмбриогенеза (а этот процесс при температуре 25-30°C занимает 2-3 суток) в яйце находится сформировавшаяся личинка. В таком состоянии яйца *Aedes* способны переносить высыхание и сохранять жизнеспособность в течение многих месяцев. При попадании в воду личинка откидывает крышечку оболочки яйца, выходит из него и приступает к активному существованию. Личинки *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* могут развиваться в самых ничтожных по размерам емкостях воды, вплоть до залитых дождем консервных банках и переносят значительное органическое загрязнение (что свойственно не всем представителям рода).

Устойчивость яиц к высыханию позволила этим видам комаров не без помощи человека широко распространиться по всему миру. *Ae. aegypti* распространен в тропических широтах Старого и Нового Света. *Ae. albopictus* заселил страны Южной и Средней Европы, Ближний Восток, Австралию и Новую Гвинею, многие страны Южной, Центральной и Северной Америки,

включая восточные штаты США, ряд африканских стран (Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes..., 2012; <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/mosquitoes/Pages/aedes-aegypti.aspx>; <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/mosquitoes/Pages/aedes-albopictus.aspx>).

*Ae. aegypti* является синантропным видом, *Ae. albopictus* – полусинантропным, что увеличивает их опасность как переносчиков циркулирующих среди людей заболеваний. *Ae. albopictus* является полуэндофильным видом, в отличие от эндофильного *Ae. aegypti*, поэтому обработки помещений стойкими контактными инсектицидами против него менее эффективны. Яйца *Ae. aegypti* не диапаузируют и не переносят низких температур, поэтому фактором, лимитирующим распространение этого вида, является среднемесячная температура января 0°C. Яйца *Ae. albopictus* зимуют, в отличие от *Ae. aegypti*, в состоянии диапаузы и переносят легкое промораживание. Пределом их распространения считается среднемесячная температура января -1°C...-3°C. Некоторый разброс связан, скорее всего, с популяционными различиями. Так, в Японии популяции этого вида стабильно существуют при -2°C, в Южной Корее при -3°C. Другим ограничивающим климатическим фактором является среднегодовая сумма осадков не менее 450 мм (Ганушкина, Дремова, 2011; Kobayashi et al., 2002, 2008; Neteler et al., 2011; Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes..., 2012).

В северо-восточной части вторичного ареала в США возможно существование *Ae. albopictus* и при -5°C. Не исключено, что это свидетельствует о начале адаптации к более суровым зимним условиям, чем в области первичного ареала. В США этот вид впервые обнаружен в 1987 г. (Ferwerda, 2009).

### **Дифференциальная диагностика видов**

Оба рассматриваемых вида чрезвычайно эффектно окрашены. Тело и конечности покрыты бархатисто-черными чешуйками с рисунком из ослепительно-белых чешуек. На среднеспинке *Ae. aegypti* имеется характерный рисунок в виде лиры. У *Ae. albopictus* «лира» отсутствует, а посередине проходит продольная белая полоска (рис. 1). Это наиболее заметные отличия.

Кроме этого, дифференциальный диагноз этих видов проводится по строению гипопигия самцов и особенностям морфологии заднего конца и головы личинки IV стадии (Гуцевич и др., 1970). В данной публикации мы считаем целесообразным привести рисунки из этой, ставшей библиографической редкостью, книги, не усложняя текст подробными морфологическими описаниями (рис. 2, 3, 4).

Основным способом питания личинок *Ae. aegypti* является обскребывание субстрата. Об этом свидетельствуют не только прямые наблюдения за ними в лабораторной культуре, но и морфологические и физиологические особенности. В частности, голова личинок почти квадратная – головной индекс (отношение наибольшей ширины к длине без воротничка), как нами было показано, составляет  $1.097 \pm 0.007$ . Они способны добывать пищу с большой глубины (в эксперименте более 0.5 м) и длительное время выживать без контакта с поверхностью воды, то есть без воздуха ( $398 \pm 42$  мин.) (Ясюкевич, 2001, 2003). Сифон относительно короткий, величина сифонального индекса (отношение ширины у основания к длине по заднему краю) составляет 1.5-2.5 (Гуцевич и др., 1970). Морфологические особенности личинок *Ae. albopictus*

близки к таковым *Ae. aegypti* (Гуцевич и др., 1970; рис. 3, 4), что позволяет предположить те же особенности питания. Они особенно важны для успешного существования в небольших емкостях с водой, содержащей много органики. Для сравнения, особенности питающихся путем фильтрации из толщи воды и мало отрывающихся от поверхности личинок *Culex pipiens* таковы. Головной индекс  $1.454 \pm 0.013$ , длительность жизни без воздуха  $92 \pm 15$  мин. (Ясюкевич, 2001, 2003). Сифональный индекс у разных подвигов 4.5-6.5 (Гуцевич и др., 1970). Разумеется, речь здесь идет исключительно о личинках IV возраста, специфические видовые черты выражены в наибольшей степени.

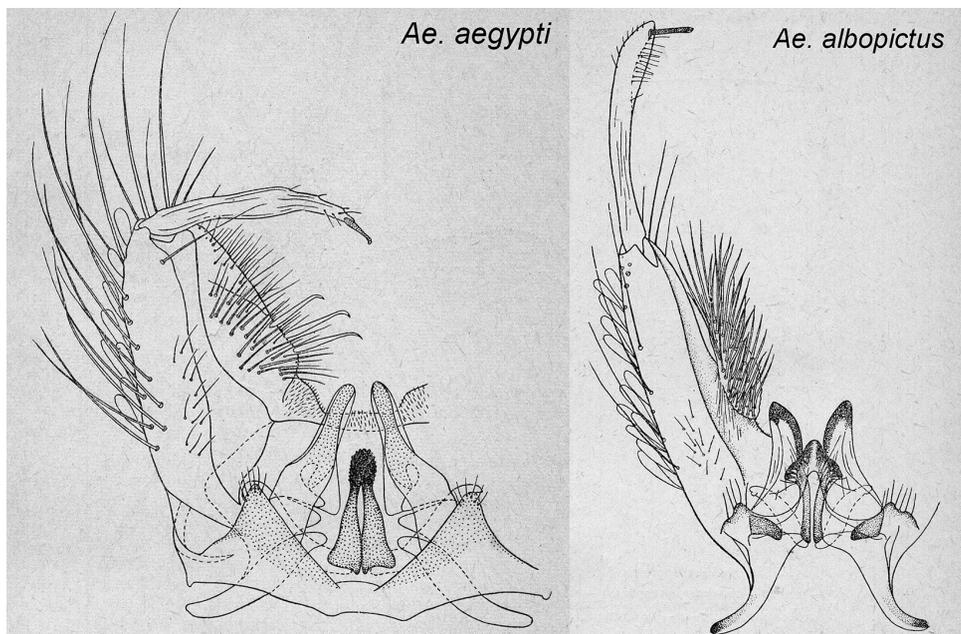


Рисунок 2. Гипопигии *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* (Гуцевич и др., 1970)

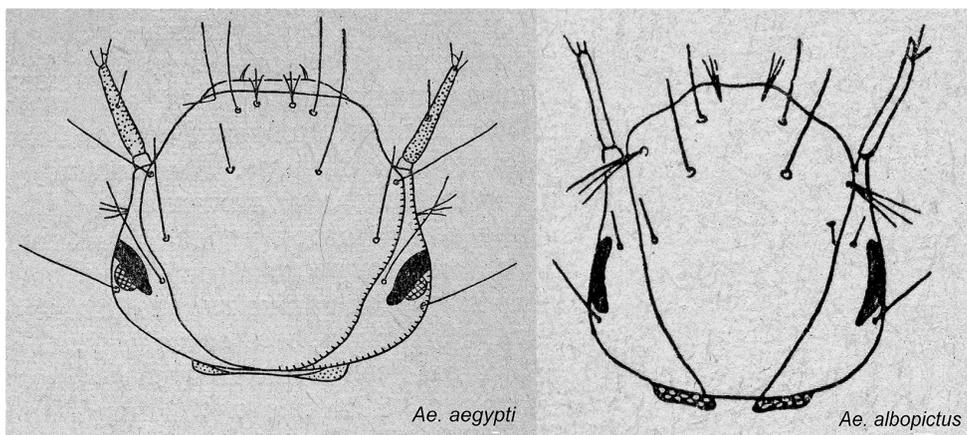
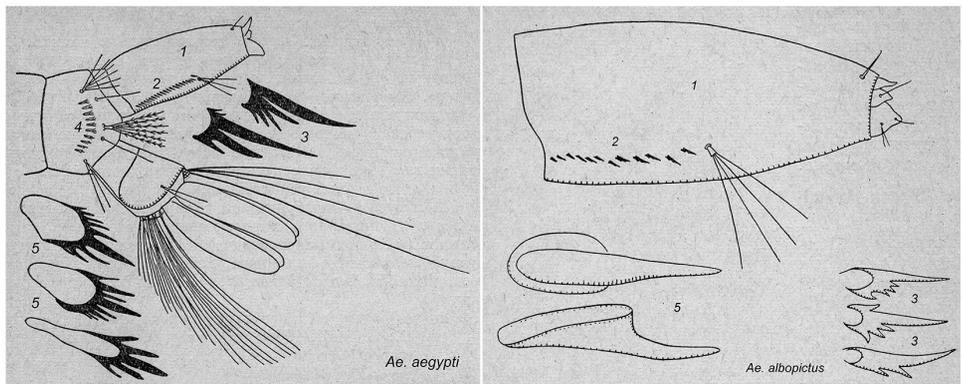


Рисунок 3. Головы личинок IV возраста (Гуцевич и др., 1970)



**Рисунок 4.** Морфологические особенности заднего конца личинок IV возраста (вид сбоку). 1 – сифон (дыхательная трубка), 2 – сифональный гребень, 3 – зубцы гребня, 4 – щетка, 5 – чешуйки щетки (Гуцевич и др., 1970)

### **Моделирование ареалов и оценка возможности потенциального распространения *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus***

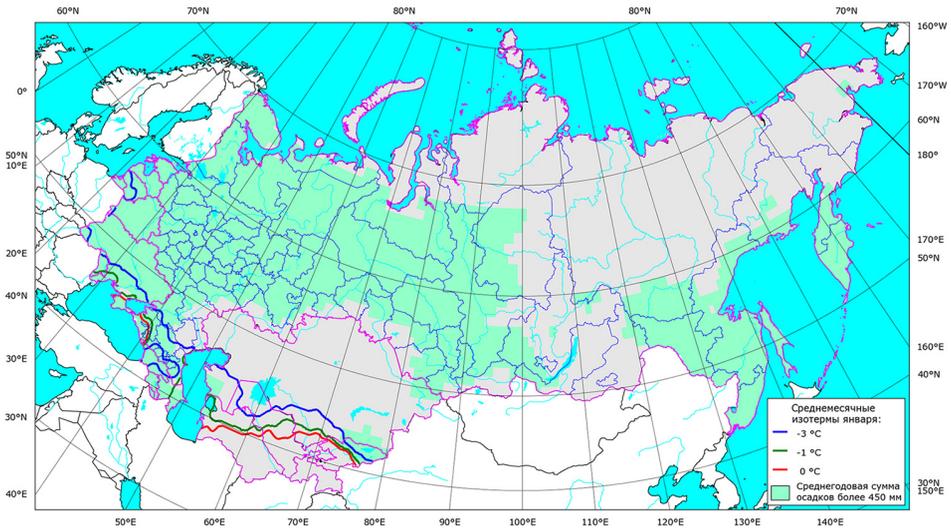
На основе климатических предикторов была построена карта, показывающая возможности распространения этих видов по территории России при существующем климате (рис. 5).

Как следует из этого рисунка, укоренение *Ae. aegypti* в настоящее время возможно на Черноморском побережье Кавказа до широты Краснодара, а также на всей территории Крыма.

В силу особенностей биологии *Ae. albopictus* способен распространиться существенно далее вглубь территории России, чем *Ae. aegypti*. Если принять за границу распространения январскую изотерму  $-1^{\circ}\text{C}$ , то на Черноморском побережье Кавказа он продвинется несколько севернее, чем *Ae. aegypti*, заселит также Крым. Пригодными окажутся также небольшие участки Каспийского побережья Дагестана. За пределами России возможна акклиматизация *Ae. albopictus* на крайнем юге Молдовы и Черноморском побережье Украины до Одессы, а также Прикаспийской части Азербайджана и восточном побережье Каспия южнее залива Кара-Богаз-Гол (Туркменистан).

Если предположить, что были завезены комары из наиболее холодостойкой популяции (оценка по январской изотерме  $-3^{\circ}\text{C}$ ), то в потенциальную область его распространения войдет Северный Кавказ, Краснодарский и Ставропольский края, Калининградская область и прилегающие районы Литвы, Закавказье (кроме высокогорных районов), южные области Украины, почти вся территория Молдовы, обширные участки восточного побережья Каспия к югу и северу от залива Кара-Богаз-Гол (Туркменистан). Возможно также его укоренение в Киргизии.

Представление о возможном распространении этих видов комаров в соответствии с представлениями о климате XXI века (раздел 3 Второго оценочного доклада..., 2014.) подробно по климатическим периодам s2 – s5 подробно рассматривалась нами ранее (Попов и др., 2013), мы в настоящей публикации обсудим возможное их распространение к концу XXI века (s5).



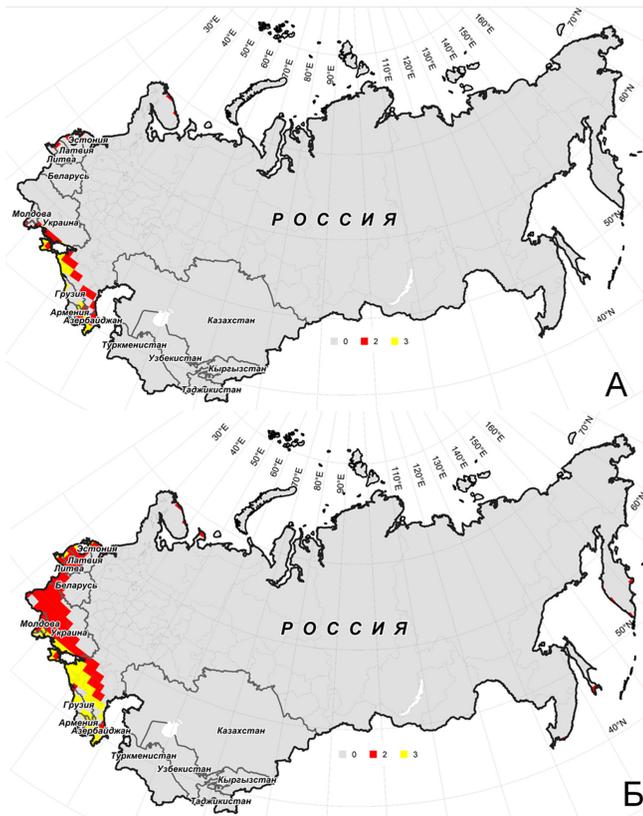
**Рисунок 5.** Пределы возможного распространения *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus* на территории России, стран СНГ и Балтии при климатических условиях периода 2000-2010 гг. (Ясюкевич и др., 2013)

К концу XXI века прогнозируемый в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5 ареал *Ae. aegypti* будет расширяться и будет включать южную часть Краснодарского и Ставропольского краев, часть территории Дагестана, Крым, южную часть Молдовы и Украины, Локальные примыкающие к побережью Балтийского моря районы Литвы, Латвии и Эстонии, а также на локальных участках побережья Кольского полуострова. Расширятся климатически пригодные участки территорий Республик Закавказья (рис. 6 А).

Закономерности распространения *Ae. albopictus* те же, что и для *Ae. aegypti*. Однако в силу большей морозоустойчивости он способен распространиться гораздо шире последнего. Его ареал охватит всю территорию Краснодарского и Ставропольского краев, большую часть территории Дагестана, Крым, Калининградскую область, всю территорию Молдовы, большую часть Украины, Республик Закавказья, западные области Белоруссии, Литвы Латвии, Эстонии. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на отдельных участках побережья Кольского полуострова и полуострова Канин, крайнем юге Приморья и Сахалина, локальных участках побережья Камчатки (рис. 6 Б).

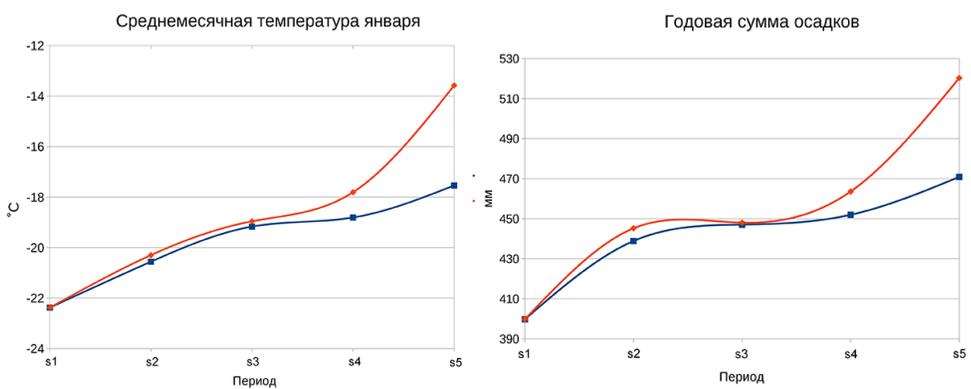
Изменения модельного ареала рассматриваемых видов в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5 будут существенно более значительными. Это связано с тем, что различия между основными климатическими характеристиками, использованными нами для моделирования ареалов – среднемесячной температурой января и годовой суммой осадков – в соответствии с рассматриваемыми сценариями, достигают максимума в период s5. За периоды s2 и s3 они практически одинаковы, а различия проявляются в период s4 (рис. 7). Точки на оси абсцисс соответствуют центрам двадцатилетних периодов s1 - s5. Значе-

ния по оси ординат – двадцатилетнее скользящее среднее. Пространственное осреднение проводилось по территории России и стран ближнего зарубежья.



**Рисунок 6.** Изменение модельного ареала *Ae. aegypti* (А) и *Ae. albopictus* (Б) в соответствии со сценарием умеренного антропогенного воздействия на климатическую систему RCP4.5 для периода 2080-2099 гг. (s5) в сравнении с периодом 1981-2000 гг. (s1).

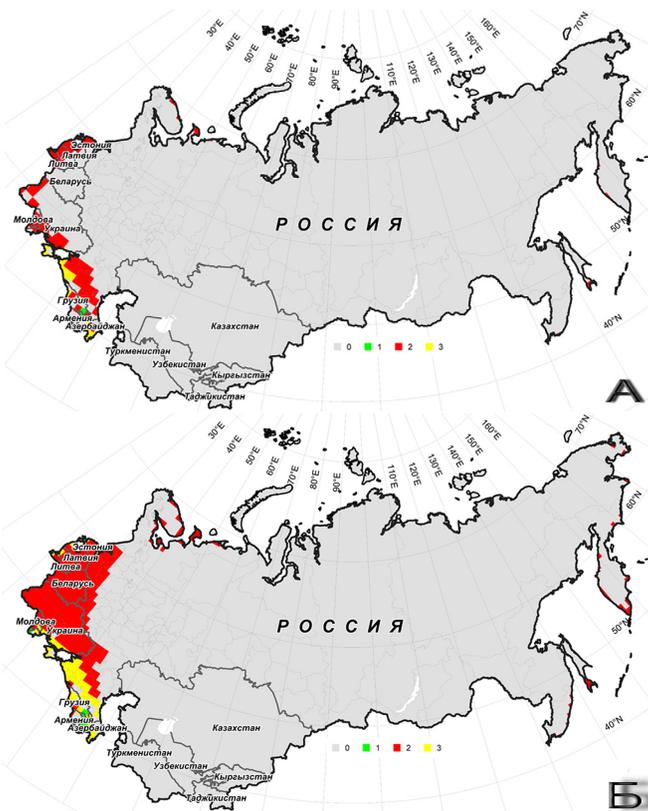
Обозначения: 0 – переносчик отсутствует; 1 – сокращение ареала; 2 – расширение ареала; 3 – переносчик присутствовал как в 1981-2000 гг., так и будет присутствовать в будущем (позиция 1 отсутствует, так как сокращения ареала не выявлено)



**Рисунок 7.** Ожидаемые изменения климатических параметров в течение XXI века, соответствующие изменениям среднemodelного 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 (синяя кривая) и RCP8.5 (красная кривая).

Как следует из рис. 8 А, модельный ареал *Ae. aegypti* в соответствии со сценарием RCP8.5 к концу XXI века будет включать Краснодарский и Ставропольский края, южную часть Ростовской области, Дагестан и другие республики Северного Кавказа, Калининградскую область, Молдову, южную часть Украины, западные районы Литвы, Латвии и Эстонии. Возможно его нахождение на локальных участках Кольского полуострова, полуострова Канин, крайнем юге Сахалина и охотском побережье Камчатки. Сокращение ареала предполагается только в высокогорье Кавказа на границе Грузии и Армении.

Как уже упоминалось, закономерности распространения *Ae. albopictus* те же, что были изложены выше для *Ae. aegypti*. Однако в силу большей морозоустойчивости он способен распространиться гораздо шире последнего. В соответствии со сценарием RCP8.5, к концу XXI века он сможет заселить не только территории Северо-Кавказского и Южного Федеральных Округов, но и западные области России, всю территорию Республик Украина, Беларусь, Литва, Латвия и Эстония. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на отдельных участках побережья Белого и Баренцева морей, в Приморье, на Камчатке, южной части Сахалина. Сокращение потенциального ареала может наблюдаться в Приднестровье и высокогорных районах Кавказа.



**Рисунок 8.** Изменение модельного ареала *Ae. aegypti* (А) и *Ae. albopictus* (Б) в соответствии со сценарием экстремального антропогенного воздействия на климатическую систему RCP8.5 для периода 2080-2099 гг. (s5) в сравнении с периодом 1981-2000 гг. (s1).

Обозначения: 0 – переносчик отсутствует; 1 – сокращение ареала; 2 – расширение ареала; 3 – переносчик присутствовал как в 1981-2000 гг., так и будет присутствовать в будущем

Реализация климатических предпосылок к распространению *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* на локальных участках морского побережья Европейского Севера России представляется нам маловероятной. То же относится и к распространению *Ae. aegypti* на Дальнем Востоке. Более вероятно проникновение *Ae. albopictus* на российский Дальний Восток. Это связано с тем, что первичный ареал этого вида в настоящее время включает в себя Японию, кроме северного острова Хоккайдо (Kobayashi et al., 2002; Kobayashi et al., 2008). Можно предположить, что к концу XXI века этот вид заселит и Хоккайдо.

## Заключение

### Современное распространение *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*

В настоящее время *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* на территории России встречаются на участке Черноморского побережья Кавказа от пос. Джубга до границы с Абхазией, а на территории Абхазии до Сухуми. В глубине территории от побережья обнаружен только *Ae. albopictus* – в поселке Красная Поляна (44 км, 600 м над уровнем моря) (Юничева и др, 2008; Ганушкина и др., 2013, 2014) (рис. 9). На этой же карте отмечена первая находка адвентивного для Европейской части России вида *Aedes (Finlaya) koreicus* Edwards, 1917 (Безжонова и др., 2014). Этот вид распространен в Приморском крае, существенного эпидемиологического значения не имеет (считается потенциальным переносчиком вируса японского энцефалита и дирофиляриозов).

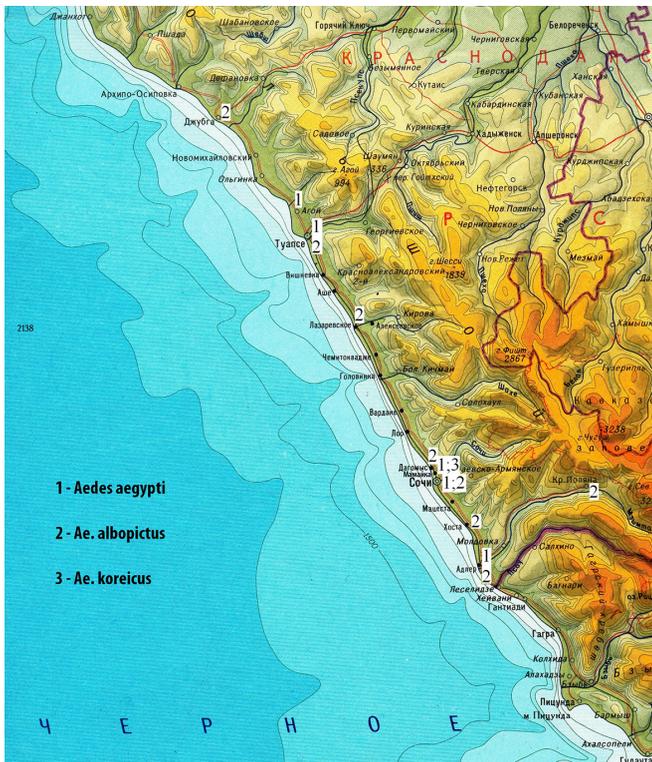


Рисунок 9. Распространение адвентивных видов *Aedes* на Черноморского побережья Кавказа. Карта составлена по данным (Ganushkina et al., 2016). Картографическая основа (Атлас СССР, 1986)

Безусловно, горный рельеф будет препятствовать распространению этих комаров, если не принимать во внимание участие в этом процессе человека. Однако мы склонны предполагать, в Красную Поляну *Ae. albopictus* проник по долине реки Мзымта от Адлера. От Туапсе, где обнаружены оба вида, по долинам рек Туапсе и Пшиш возможно проникновение комаров на низменности в окрестностях Краснодарского водохранилища (рис. 9). Таким образом, реализация климатических предпосылок расширения ареалов будет происходить как при участии человека, так и путем естественного разлета комаров.

***Эпидемиологическая ситуация, связанная с основными заболеваниями, переносчиками возбудителей которых являются Ae. aegypti и Ae. albopictus***

**Лихорадка Зика.** Ранее мы подробно рассматривали это заболевание и связанные с ним аспекты (Ясюкевич и др., 2016). В настоящее время пандемия продолжается. Случаи заболевания в результате местной передачи регистрируются в 62 государствах, из них Американского региона – 48, а также ряде стран Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона. Безусловным лидером в этом списке является Бразилия. Растет число случаев заражения лихорадкой Зика половым путем (Об эпидемиологической ситуации, связанной с распространением вируса Зика в мире на 16.12.2016, 2016). Течение болезни доброкачественное, но возможны осложнения – патология развития плода (микроцефалия) и синдром Гийена-Барре (аутоиммунное неврологическое расстройство).

В общей сложности за период с 01.01.2015 г. по 27.02.2017 г. зарегистрированы 7874 завозных случая лихорадки Зика в 62 странах мира, в том числе в России – 18 завозных случаев (Об эпидемиологической ситуации, связанной с распространением вируса Зика в мире на 27.02.2017, 2017).

**Лихорадка чикунгунья** встречается в 40 странах Азии, Африки, Европы и Америки; наиболее распространена в Индии, на островах Индийского океана, Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америке. В настоящее время наблюдается обострение эпидемиологической ситуации в Бразилии. Если в 2015 г. было выявлено 26,5 тыс. больных (6 летальных исходов), то в 2016 г. – более 250 тыс. человек, из них 138 погибли. Надо отметить, что состояние этих больных было отягощено уже имевшимися заболеваниями. По сообщению Роспотребнадзора, в России регистрируются единичные завозные случаи (О заболеваемости лихорадкой Чикунгунья в Бразилии, 2016)

**Лихорадка Денге** широко распространена и регистрируется в странах с тропическим и субтропическим климатом Центральной и Южной Америки, Африки, Южной и Юго-Восточной Азии, Австралии, Южной Европы. В целом это заболевание эндемично для 100 стран мира. Ежегодно в мире заражаются лихорадкой Денге более 50 млн. человек, из них умирают около 20 тыс. В России количество завозных случаев за последние годы таково: 2012 год – 63 случая; 2013 год – 170; 2014 год – 105; 2015 год – 136; 2016 год (за 11 месяцев) – 125. Заболевшие побывали в Таиланде, Вьетнаме, Индонезии, Индии, Бангладеш, Гонконге, на Мальдивских островах (О ситуации по лихорадке Денге, 2016; О вспышке лихорадки Денге в Шри-Ланке, 2016; Эпиде-

миологическая обстановка по опасным инфекционным болезням в России и мире, 2012).

**Желтая лихорадка** является эндемичным заболеванием для 45 стран Африки (16° с. ш. – 10° ю. ш.) и 13 стран Южной и Центральной Америки (10° с. ш. – 30° ю. ш.) (Львов и др., 1989) (картография см. [https://www.cdc.gov/yellowfever/resources/yellowfever\\_southamerica.pdf](https://www.cdc.gov/yellowfever/resources/yellowfever_southamerica.pdf); [https://www.cdc.gov/yellowfever/resources/yellowfever\\_africamar.pdf](https://www.cdc.gov/yellowfever/resources/yellowfever_africamar.pdf)). Ежегодно в мире регистрируется около 200 тыс. случаев желтой лихорадки, из них 30 тыс. заканчиваются летально. Летальность же при вспышках этой инфекции может составлять от 21 до 53%. В последние годы благодаря вакцинации заболеваемость желтой лихорадки снижается (Эпидемиологическая обстановка по опасным инфекционным болезням в России и мире, 2012). Сведениями о завозных случаях авторы не располагают. Желтая лихорадка – единственное заболевания, в отношении которого ряд стран требует от прибывающих международного свидетельства о вакцинации (список см. [http://70.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic\\_situation/viezd\\_za\\_rubej/145721/](http://70.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation/viezd_za_rubej/145721/)).

### **Оценка риска для России**

В настоящее время *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* распространены на узкой прибрежной полосе Черноморского побережья Кавказа (рис. 9). Вдали от побережья эти виды пока не отмечены. Существующие климатические предпосылки к распространению по территории России (рис. 5) пока не реализованы. К концу XXI века станет возможным укоренение этих видов не только на юге России, но и в государствах, граничащих с запада, а также непосредственно в западных ее областях (*Ae. albopictus*). Однако при реализации любого сценария изменения климата он останется на Европейской территории России более континентальным, чем в Западной Европе, что не будет способствовать его столь широкому распространению, как в последней.

Завоз вирусных лихорадок, специфическими переносчиками возбудителей которых являются эти виды, на территорию России невелик. Так, завозных случаев лихорадки Денге отмечается ежегодно около 1.5 сотен. По сложившейся традиции, граждане России выезжают в эндемичные по этому заболеванию страны в зимнее время, вне возможного сезона передачи. По остальным заболеваниям случаи завоза единичны. Кроме того, тропические вирусы не размножаются и не накапливаются в комарах при сравнительно невысоких температурах. После заражающего кормления вирус желтой лихорадки обнаруживается в слюнных железах *Aedes aegypti* при температуре 37°C через 4 суток, при 36°C – через 6 суток, при 25°C – 8 суток, при 23°C – 11, при 21°C – 18, а при 18°C в течение жизни комара не обнаруживается. Вирус лихорадки Денге не размножается при температурах ниже 22°C. Аналогична ситуация и с другими возбудителями (Тарасов, 2002). Рассматриваемые в этой публикации заболевания являются природноочаговыми. Резервуары инфекции – прежде всего обезьяны, на Американском континенте – опоссумы, в случае лихорадки Чикунгунья дополнительно некоторые тропические грызуны и летучие мыши (Тарасов, 2002). По очевидным причинам, возникновение природных очагов этих заболеваний на территории России невозможно.

---

Мы считаем маловероятным, что больной с не выявленной вовремя лихорадкой окажется во время сезона передачи в весьма ограниченных местах обитания комаров этих видов и станет источником заражения переносчиков и, соответственно, причиной эпидемической вспышки.

Таким образом, риск возникновения эпидемических вспышек тропических лихорадок, связанных с *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*, в настоящее время очень мал. В дальнейшем, по мере возможной реализации климатических предпосылок, способствующих распространению комаров этих видов, риск может существенно увеличиться.

*Публикация подготовлена в рамках выполнения:*

1) Целевой научно-технической программы «научно-исследовательские, опытно-конструкторские, технологические и другие работы для государственных нужд в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды» на 2017–2019 годы.

2) Госзадания ИГ РАН 77 “Физические и химические процессы в атмосфере, криосфере и на поверхности Земли механизмы формирования и современного изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов”, раздел 77.1 «Решение фундаментальных проблем анализа и прогноза состояния климатической системы Земли».

### Список литературы

Атлас СССР. 1986. – М., Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, с. 43.

Безжонова О.В., Патраман И.В., Ганушкина Л.А., Вышемирский О.И., Сергиев В.П. 2014. Первая находка инвазивного вида *Aedes (Finlaya) koreicus* Edwards, 1917 в Европейской части России. – Медицинская паразитология и паразитарные болезни, № 1, с. 16-19.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М., Росгидромет. 1008 с.

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.

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.

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.

Ганушкина Л.А., Безжонова О.В., Патраман И.В., Таныгина Е.Ю., Сергиев В.П. 2013. Распространение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. и *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skus. на Черноморском побережье Кавказа. – Медицинская паразитология и паразитарные болезни, № 1, с. 45-46.

Ганушкина Л.А., Морозова Л.Ф., Патраман И.В., Сергиев В.П. 2014. Оценка риска расширения ареала комаров *Aedes aegypti* L. и *Ae. albopictus* Skus. на территории России. – Медицинская паразитология и паразитарные болезни, № 4, с. 8-10.

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.

Львов Д.К., Клименко С.М., Гайдамович С.Я. и др. 1989. Арбовирусы и арбовирусные инфекции. – М., Медицина, 336 с.

Маркович Н. Я. 1997. Мировая торговля старыми автопокрышками и современный ареал комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus*. – Медицинская паразитология и паразитарные болезни, № 4, с. 54-59.

О заболеваемости лихорадкой чикунгунья в Бразилии. 2016. – Электронный ресурс. URL: [http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic\\_situation/146430/](http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic_situation/146430/) (дата обращения 23 января 2017).

О ситуации по лихорадке Денге. 2016. – Электронный ресурс. URL: [http://rospotrebнадzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=6763](http://rospotrebнадzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=6763) (дата обращения 14 июля 2016).

О вспышке лихорадки Денге в Шри-Ланке. 2016. – Электронный ресурс. URL: [http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic\\_situation/146429/](http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic_situation/146429/) (дата обращения 26 декабря 2016).

Об эпидемиологической ситуации, связанной с распространением вируса Зика в мире на 16.12.2016. 2016. – Электронный ресурс. URL: [http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic\\_situation/146431/](http://30.rospotrebнадzor.ru/epidemiologic_situation/146431/) (дата обращения 26 декабря 2016).

Об эпидемиологической ситуации, связанной с распространением вируса Зика в мире на 27.02.2017. 2017. – Электронный ресурс. URL: [http://rospotrebнадzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=7950](http://rospotrebнадzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=7950) (дата обращения 27 февраля 2017).

Попов И.О., Титкина С.Н., Семенов С.М., Ясюкевич В.В. 2013. Модельные оценки распространения переносчиков некоторых болезней человека в XXI веке в России и соседних странах. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 25. – М., ИГКЭ, с. 395–427.

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.

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

Сергиев В.П. 2011. Появление экзотических переносчиков арбовирусных лихорадок – новая недостаточно оцениваемая биологическая угроза южным регионам России. – Журнал инфектологии, т. 3, № 1, с. 59-63.

Тарасов В.В. 2002. Эпидемиология трансмиссивных болезней. – М., Изд-во МГУ, 336 с.

---

---

Тропические болезни. 1978. /Под ред. Е.П. Шуваловой. – М., Медицина, 592 с.

Эпидемиологическая обстановка по опасным инфекционным болезням в России и мире. 2012. – Электронный ресурс. URL: <http://30.rospotrebnadzor.ru/directions/nadzor/92410/> (дата обращения 25 декабря 2016).

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.

Ясюкевич В. В. 2001. Питание личинок кровососущих комаров (Culicidae, Diptera) – РЭТ-инфо, № 2, с. 17-19.

Ясюкевич В.В. 2003. О питании личинок кровососущих комаров (Diptera, Culicidae). – Энтомологическое обозрение, т. 82, № 1, с. 63-70.

Ясюкевич В.В., Титкина С.Н., Попов И.О., Давидович Е.А., Ясюкевич Н.В. 2013. Климатозависимые заболевания и членистоногие переносчики: возможное влияние наблюдаемого на территории России изменения климата. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 25. – М., ИГКЭ, с. 314-359.

Ясюкевич В. В., Ясюкевич Н. В., Рудкова А. А. 2016. Лихорадка Зика. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 27, № 1, с. 124-132.

Ganushkina L.A., Patraman I.V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S.K., Sergiev V.P. 2016. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* and *Aedes koreicus* in the Area Sochi, Pussia. – Vector-borne and zoonotic diseases, vol. 16, No. 1, pp. 58-60.

Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. 2012. European Centre for Disease Prevention and Control. – Stockholm, ECDC, 100 p.

Ferwerda C. 2009. Characterizing the relationship between Asian tiger mosquito abundance and habitat in urban New Jersey. – A Thesis submitted to the Graduate School-New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science Graduate Program in Geography written under the direction of Richard Lathrop. – New Brunswick, New Jersey, 129 p.

Knudsen A.B. 1995. Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus*. – Parassitologia, vol. 37, No. 2-3, pp. 91-97.

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, vol. 39, No. 1, pp. 4-11.

Kobayashi M., Komagata O., Nihei N. 2008. Global Warming and Vector-borne Infectious Diseases. – Journal of Disaster Research, vol. 3, No. 2, pp. 105-112.

Neteler M., Roiz D., Rocchini D., Castellani C., Rizzoli A. 2011. Terra and Aqua satellites track tiger mosquito invasion: modelling the potential distribution of *Aedes albopictus* in north-eastern Italy. – International Journal of Health

---

Geographics, vol. 10. – Available at: <http://www.ijhealthgeographics.com/content/10/1/49> (accessed 25 February 2017).

Tatem A. J.; Hay S. I., Rogers D. J. 2006. Global traffic and disease vector dispersal. – Proceedings of National Academy of Sciences of the USA, vol. 103, No. 16, pp. 6242-6247.

## Referens

*Atlas SSSR* [The Atlas of the USSR]. 1986. Moscow, Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri Sovete ministrov SSSR Publ., p. 43.

Bezzhonova O.V., Patraman I.V., Ganushkina L.A., Vyshemirskij O.I., Sergiev V.P. 2014. Pervaja nahodka invazivnogo vida *Aedes (Finlaya) koreicus* Edwards, 1917 v Evropejskoj chasti Rossii. [The first finding of the invasive species *Aedes (Finlaya) koreicus* Edwards, 1917, in the European part of Russia]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 1, pp. 16-19.

*Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmenenijah klimata i ih posledstvijah na territorii Rossijskoj Federacii* [The second assessment report of Roshydromet on climate change and their effects on the territory of the Russian Federation]. 2014. Moscow, Rosgidromet Publ., 1008 p.

Ganushkina L.A., Dremova V.P. 2011. Komary *Aedes aegypti* i *Aedes albopictus* – perenoschiki arbovirusnyh infekcij, biologija, jekologija, rasprostranenie, otlichitel'nye priznaki vidov [The *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* – vectors of arbovirus infections, biology, ecology, distribution, distinctive features of the species]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 4, pp. 24-28.

Ganushkina L.A., Dremova V.P. 2012. Komary *Aedes aegypti* L. i *Aedes albopictus* Skuse – novaja biologicheskaja ugroza dlja juga Rossii [Mosquitoes *Aedes aegypti* L. and *Aedes albopictus* Skuse – new biological threat in southern Russia]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 3, pp. 49-55.

Ganushkina L.A., Tanygina E.Ju., Bezzhonova O.V., Sergiev V.P. 2012. Ob obnaruzhenii komarov *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. na teriitorii Rossijskoj Federacii [About the discovery of the mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. on teriitorii of the Russian Federation.]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 1, pp. 3-4.

Ganushkina L.A., Bezzhonova O.V., Patraman I.V., Tanygina E.Ju., Sergiev V.P. 2013. Rasprostranenie komarov *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. i *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skus. na Chernomorskom poberezh'e Kavkaza [The proliferation of mosquitoes *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. and *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skus. on the black sea coast of the Caucasus]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 1, pp. 45-46.

Ganushkina L.A., Morozova L.F., Patraman I.V., Sergiev V.P. 2014. Ocenka riska rasshirenija areala komarov *Aedes aegypti* L. i *Ae. albopictus* Skus. na territorii Rossii [Risk assessment range expansion of mosquitoes *Aedes aegypti* L.

and *Ae. albopictus* Skus. on the territory of Russia]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 4, pp. 8-10.

Gucevich V.A., Monchadskij A.S., Shtakel'berg A.A. 1970. Komary (semejstvo Culicidae) [Mosquitoes (family Culicidae)]. *Fauna SSSR. Nasekomye dvukrylye* [The fauna of the USSR. Insects Diptera]. Leningrag, Nauka Publ., vol. 3, issue 4, 384 p.

L'vov D.K., Klimenko S.M., Gajdamovich S.Ja. at al. 1989. *Arbovirusy i arbovirusnye infekcii* [Arboviruses and arbovirus infections]. Moscow, Medicine Publ., 336 p.

Markovich N.Ja. 1997. Mirovaja trgovlja starymi avtopokryshkami i sovremennyj areal komarov *Aedes (Stegomyia) albopictus* [World trade in old tyres and the current range of mosquitoes *Aedes (Stegomyia) albopictus*]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 4, pp. 54-59.

*O zabolevaemosti lihoradkoj chikungun'ja v Brazilii* [On the incidence of Chikungunya fever in Brazil]. 2016. Available at: [http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic\\_situation/146430/](http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation/146430/) (accessed 23 January 2017).

*O situacii po lihoradke Denge* [About the situation of Dengue fever]. 2016. Available at: [http://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=6763](http://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=6763) (accessed 14 July 2016).

*O vspyshke lihoradki Denge v Shri-Lanke* [About the situation of Dengue fever]. 2016. Available at: [http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic\\_situation/146429/](http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation/146429/) (accessed 26 December 2016).

*Ob epidemiologicheskoj situacii, svjazannoj s rasprostraneniem virusa Zika v mire na 16.12.2016*. [About the epidemiological situation with the spread of Zika virus in the world 16.12.2016]. 2016. Available at: [http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic\\_situation/146431/](http://30.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation/146431/) (accessed 26 December 2016).

*Ob epidemiologicheskoj situacii, svjazannoj s rasprostraneniem virusa Zika v mire na 27.02.2017* [About the epidemiological situation with the spread of Zika virus in the world 27.02.2017]. 2017. Available at: [http://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=7950](http://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=7950) (accessed 27 February 2017).

Popov I.O., Titkina S.N., Semenov S.M., Jasjukevich V.V. 2013. Model'nye ocenki rasprostraneniya perenoschikov nekotoryh boleznej cheloveka v XXI veke v Rossii i sosednih stranah [Model estimates of the distribution of vectors of some human diseases in the XXI century in Russia and neighboring countries]. *Problemy jekologicheskogo monitoringa i modelirovanija jekosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. 25, pp. 395-427.

Rjabova T.E., Junicheva Ju.V., Markovich N.Ja., Ganushkina L.A., Orabey G.V., Sergiev V.P. 2005. Obnaruzhenie komarov *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. v g. Sochi [The detection of mosquitoes *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. in Sochi]. *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 3, pp. 3-5.

Semenov S.M., Jasjukevich V.V., Gel'ver E.S. 2006. *Vyjavlenie klimatogennyh izmenenij* [Identification of climate-driven changes]. Moscow, Izdatel'skij centr «Meteorologija i gidrologija» Publ., 324 p.

Sergiev V.P. 2011. Pojavlenie jekzoticheskikh perenoschikov arbovirusnyh lihoradok – novaja nedostatochno ocenivaemaja biologicheskaja ugroza juzhnym regionam Rossii [The emergence of exotic vectors of arbovirus fevers – new not sufficiently appreciate the biological threat of the southern regions of Russia], *Zhurnal infektologii – Journal of Infectology*, vol. 3, no. 1, pp. 59-63.

Tarasov V.V. 2002. *Jepidemiologija transmissivnyh boleznej* [Epidemiology of vector-borne diseases.], Moscow, Izd-vo MGU Publ., 336 p.

*Tropicheskie bolezni* [Tropical diseases]. 1978. Moscow, Medicine Publ., 592 p.

*Jepidemiologicheskaja obstanovka po opasnym infekcionnym boleznyam v Rossii i mire, 19.12.2012 g.* [The epidemiological situation of infectious diseases in Russia and the world, 19.12.2012], Available at: <http://30.rospotrebnadzor.ru/directions/nadzor/92410/> (accessed 25 December 2016).

Junicheva Ju.V., Rjabova T.E., Markovich N.Ja., Bezzhonova O.V. at al. 2008. Pervye dannye o nalichii razmnozhajushhejsja populjarii komarov *Aedes aegypti* L. v rajone Bol'shogo Sochi i v otdel'nyh gorodah Abhazii [The first data on the presence of reproducing populations of the mosquito *Aedes aegypti* L. in the greater Sochi area and in some cities of Abkhazia], *Medicinskaja parazitologija i parazitarnye bolezni, – Medical Parasitology and parasitic diseases*, no. 3, pp. 40-43.

Jasjukevich V.V. 2001. Pitanie lichinok krovososushhih komarov (Culicidae, Diptera) [Food of the larvae of blood-sucking mosquitoes (Culicidae, Diptera)], *RET-info – Pest Management-info*, no. 2, pp. 17-19.

Jasjukevich V.V. 2003. O pitanii lichinok krovososushhih komarov (Diptera, Culicidae). [On the diet of the larvae of bloodsucking mosquitoes (Diptera, Culicidae)], *Jentomologicheskoe obozrenie – Entomological review*, vol. 82, no. 1, pp. 63-70.

Jasjukevich V.V., Titkina S.N., Popov I.O., Davidovich E.A., Jasjukevich N.V. 2013. Klimatozavisimye zabojevanija i chlenistonogie perenoschiki: vozmozhnoe vlijanie nabljudaeмого na territorii Rossii izmenenija klimata [Climatesensitive disease and arthropod vectors: the possible influence observed on the territory of Russia climate change]. *Problemy jekologicheskogo monitoringa i modelirovanija jekosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. 25, pp. 314-359.

Jasjukevich V.V., Jasjukevich N.V., Rudkova A.A. 2016. Lihoradka Zika [Zika Fever], *Problemy jekologicheskogo monitoringa i modelirovanija jekosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. 27, no. 1, pp. 124-132.

Ganushkina L.A., Patraman I.V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S.K., Sergiev V.P. 2016. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* and *Aedes koreicus* in the Area Sochi, Pussia. – *Vector-borne and zoonotic diseases*, vol. 16, No. 1, pp. 58-60.

Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. 2012. European Centre for Disease Prevention and Control. – Stockholm, ECDC, 100 p.

Ferwerda C. 2009. Characterizing the relationship between Asian tiger mosquito abundance and habitat in urban New Jersey. – A Thesis submitted to the

---

Graduate School-New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science Graduate Program in Geography written under the direction of Richard Lathrop. – New Brunswick, New Jersey, 129 p.

Knudsen A.B. 1995. Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus*. – *Parassitologia*, vol. 37, No. 2-3, pp. 91-97.

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*, vol. 39, No. 1, pp. 4-11.

Kobayashi M., Komagata O., Nihei N. 2008. Global Warming and Vector-borne Infectious Diseases. – *Journal of Disaster Research*, vol. 3, No. 2, pp. 105-112.

Neteler M., Roiz D., Rocchini D., Castellani C., Rizzoli A. 2011. Terra and Aqua satellites track tiger mosquito invasion: modelling the potential distribution of *Aedes albopictus* in north-eastern Italy. – *International Journal of Health Geographics*, vol. 10. – Available at: <http://www.ijhealthgeographics.com/content/10/1/49> (accessed 25 February 2017).

Tatem A. J.; Hay S. I., Rogers D. J. 2006. Global traffic and disease vector dispersal. – *Proceedings of National Academy of Sciences of the USA*, vol. 103, No. 16, pp. 6242-6247.

*Статья поступила в редакцию: 19.04.2017*

*После переработки: 15.05.2017*